

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

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS

2020
№04 (195)

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)
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)
Б. А. Воронин, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Э. Д. Джавадов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства (Ломоносов, Россия)
Л. И. Дроздова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
А. С. Донченко, академик РАН, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, Россия)
Н. Н. Зезин, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Екатеринбург, Россия)
С. Б. Исмуратов, 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 Шириншо Шотемур (Душанбе, Таджикистан)
В. С. Паштетский, 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)
А. Г. Самodelкин, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижний Новгород, 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)
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)
Boris A. Voronin, 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)
Aleksandr S. Donchenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East (Novosibirsk, 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, “Uralplemtsentr” (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. Pashtetskiy, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)
Yuriy V. Plugatar, 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
Aleksandr G. Samodelkin, Nizhniy Novgorod State Agricultural Academy (Nizhniy Novgorod, 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

Агротехнологии

- А. А. Васильев, А. К. Горбунов* 2
 Продуктивность и фотосинтетическая деятельность картофеля в зависимости от срока и глубины посадки
- М. В. Губанов, А. Г. Губанов, В. М. Губанова* 11
 Изучение популяций тмина обыкновенного в климатических условиях северного Зауралья
- Э. Н. Дюсубаева, А. Б. Рысбекова, И. А. Жирнова, А. Е. Жакенова, А. И. Сейтхожаев* 20
 Продуктивность проса посевного (*Panicum miliaceum*) различного эколого-географического происхождения в условиях Акмолинской области
- А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко, С. П. Арышева, П. С. Семешкина* 29
 Влияние нового органоминерального комплекса «Гумитон» на продуктивность и качество зерновых культур на различных типах почв
- Р. Г. Фархутдинов, В. В. Федяев, Б. С. Ахметшин, М. И. Гарипова, М. Г. Уфимцева* 38
 Влияние обработок препаратом на основе полисульфида кальция на всхожесть семян и урожайность растений пшеницы

Биология и биотехнологии

- И. В. Горбунов, А. А. Лукьянова* 47
 Сохранение и изучение генетических ресурсов винограда на ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия
- В. Б. Лейбова, М. В. Позовникова* 56
 Биохимический профиль крови в послеродовой период у коров-первотелок в связи с полиморфными вариантами гена *SCD1* и репродуктивной способностью.
- Н. В. Мардарьева, М. Г. Терентьева, Г. А. Ларионов* 64
 Активность ферментов в тканях скелетных мышц у морских свинок под функциональной нагрузкой
- Е. В. Маркова, Л. С. Люлькова, Р. Н. Мельник, В. М. Попова* 71
 Исследование чувствительности изолята вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней в перевиваемых линиях клеток
- И. В. Сиянова, М. Е. Остякова* 78
 Функциональная характеристика печени ремонтного молодняка яичных кур, выращенных при монохроматическом и белом освещении

Экономика

- А. А. Alekseev, O. A. Rushchitskaya, V. N. Lavrov, N. A. Yurchenko* 86
 Improvement of state support for small agricultural business due to COVID-19 coronavirus pandemic
- А. В. Гятов, С. А. Богацкая, М. Х. Життеева* 91
 Состояние и некоторые динамические и товарно-институциональные тенденции экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР в 2005–2018 гг.

Contents

Agrotechnologies

- A. A. Vasiliev, A. K. Gorbunov* 2
 Productivity and photosynthetic activity of potatoes depending on the duration and depth of planting
- M. V. Gubanov, A. G. Gubanov, V. M. Gubanov* 11
 Study of populations of *Carum carvi* seeds in the climatic conditions of the northern Trans-Urals
- E. N. Dyusibayeva, A. B. Rysbekova, I. A. Zhirnova, A. E. Zhakenova, A. I. Seitkhodzayev* 20
 Productivity of millet sowing (*Panicum miliaceum*) of various ecological and geographical origin in the condition of Akmol region
- A. N. Ratnikov, D. G. Sviridenko, S. P. Arysheva, P. S. Semeshkina* 29
 Effect of new organic-mineral complex “Gumiton” on the productivity and quality of crops on different soil types
- R. G. Farkhutdinov, V. V. Fedyayev, B. S. Akhmetshin, M. I. Garipova, M. G. Ufimtseva* 38
 The effect of treatments with a preparation based on calcium polysulfide on seed germination and yield of wheat plants

Biology and biotechnologies

- I. V. Gorbunov, A. A. Lukyanova* 47
 Preservation and study of genetic resources of grapes on the ampelographic collection of the Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking
- V. B. Leibova, M. V. Pozovnikova* 56
 Postpartum blood biochemical profile in heifers in connection with polymorphic variants of the *SCD1* gene and reproductive ability.
- N. V. Mardaryeva, M. G. Terentyeva, G. A. Larionov* 64
 Enzyme activity in skeletal muscle tissues in guinea pigs under functional load
- E. V. Markova, L. S. Lyulkova, R. N. Melnik, V. M. Popova* 71
 Cultural properties of swine reproductive and respiratory syndrome virus isolate
- I. V. Siyanova, M. E. Ostyakova* 78
 Functional characteristics of the liver of young egg chickens grown under monochromatic and white lighting

Economy

- A. A. Alekseev, O. A. Rushchitskaya, V. N. Lavrov, N. A. Yurchenko* 86
 Improvement of state support for small agricultural business due to COVID-19 coronavirus pandemic
- A. V. Gyatov, S. A. Bogatskaya, M. Kh. Zhitteeva* 91
 The state and some dynamic and commodity-institutional trends in the export of food and agricultural raw materials to the KBR in 2005–2018

Продуктивность и фотосинтетическая деятельность картофеля в зависимости от срока и глубины посадки

А. А. Васильев[✉], А. К. Горбунов¹

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Екатеринбург, Россия

[✉] E-mail: kartofel_chel@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучение влияния сроков и глубины посадки картофеля на фотосинтетическую продуктивность, урожайность и качество клубней сортов разного срока созревания в условиях лесостепной зоны Челябинской области. **Методы исследований.** Постановка полевого опыта, анализ и обобщение результатов исследований выполнены в соответствии с классическими методиками. **Результаты.** Установлен оптимальный срок и глубина посадки картофеля в Челябинской области: посадка 12–15 мая на глубину 5–6 см. Это сочетание агроприемов обеспечивает наибольший фотосинтетический потенциал (Розара – 3,49 млн м²/га×дней, Кузовок – 4,66 млн м²/га×дней), эффективное усвоение фотосинтетически активной радиации (коэффициент усвоения ФАР: у сорта Розара – 3,4 %, Кузовок – 3,6 %), высокий урожай (Розара – 35,4 т/га, Кузовок – 38,3 т/га) и качество клубней картофеля (крахмалистость клубней сорта Розара – 16,8 %, Кузовок – 15,84 %, сбор крахмала с единицы площади – 6,10 и 6,28 т/га соответственно). Поздний срок посадки (5–12 июня) уменьшал фотосинтетический потенциал (сорта Розара – на 18,7 %, Кузовок – на 23,6 %) и коэффициент использования ФАР (Розара – до 2,5–2,6 %, Кузовок – до 3,0 %). Как следствие – отмечалось снижение урожайности сорта Розара на 5,1–8,1 т/га, Кузовок – на 7,1–7,2 т/га в зависимости от глубины посадки и ухудшения качества клубней. Содержание сухого вещества в клубнях сорта Розара при поздней посадке снижалось в среднем на 2,7 %, крахмала – на 2,29 %, у сорта Кузовок – на 2,9 и 1,83 % по сравнению с посадкой во второй декаде мая (накопление нитратов в клубнях при этом возрастало в 2,06 и 2,48 раза соответственно). Посадка на глубину 5–6 см обеспечивала преимущество во второй декаде мая, а на глубину 10–12 см – при посадке картофеля в третьей декаде мая и в начале июня. **Научная новизна.** В условиях лесостепной зоны Челябинской области выявлена зависимость глубины заделки от срока посадки картофеля. При посадке в оптимальные сроки (12–15 мая) лучшие результаты обеспечивает глубина посадки 5–6 см, тогда как в третьей декаде мая и в начале июня глубину посадки картофеля следует увеличить до 10–12 см.

Ключевые слова: картофель, сорт, срок посадки, глубина посадки, урожайность, качество клубней, крахмал, фотосинтетически активная радиация.

Для цитирования: Васильев А. А., Горбунов А. К. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность картофеля в зависимости от срока и глубины посадки // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 2–10. DOI:10.32417/1997-4868-2020-195-4-2-10.

Дата поступления статьи: 05.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Срок и глубина посадки – важнейшие элементы технологии возделывания картофеля (*Solanum tuberosum* L.), оказывающие непосредственное влияние на весь комплекс факторов роста и развития растений, во многом определяющие начало вегетации, сроки уборки, величину и качество урожая клубней [1–3]. Оптимальный срок посадки картофеля устанавливается с учетом почвенно-климатических условий, физической спелости почвы, сорта и физиологического состояния посадочного материала [4–6]. Глубина посадки связана в основном с величиной семенных клубней, климатическими особенностями региона и состоянием почвы. Так, в Восточной и Западной Сибири, характеризующихся медленным прогреванием почв, и на Дальнем Востоке в условиях обильного увлажнения вегетационного периода преимущество имеет мелкая заделка клубней, тогда как в Среднем Поволжье и других регионах с засушливым климатом лучшие результаты по-

казывает глубокая посадка картофеля [7–8]. Оптимальные сроки и глубина посадки содействуют формированию дружных всходов, мощной корневой системы и ассимиляционной поверхности, создают условия для максимального усвоения фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР), влаги и питательных элементов почвы, что позволяет снизить вредоносность болезней и вредителей, а как следствие – положительно отражается на величине и качестве урожая картофеля [9–12].

Сроки посадки и глубина заделки семенных клубней, к сожалению, очень редко изучаются в одном эксперименте. Например, в своих диссертационных исследованиях Р. Г. Хуснутдинов [13], П. А. Чекмарев [14] и А. А. Самаркин [15] изучали как сроки, так и глубину посадки картофеля, но делалось это в разных, не связанных друг с другом опытах. Лишь в работе Г. С. Жуковой и Б. А. Писарева [16] сообщается о наличии тесной связи между глубиной и сроком посадки картофеля. Для получения ранней про-

дукции в районах с умеренным и прохладным климатом авторы рекомендуют «проводить раннюю посадку с заделкой клубней мельче, чем при обычных сроках посадки» [16, с. 5]. Тогда как в районах с сухим и жарким климатом при поздней посадке картофеля «клубни необходимо заделывать глубже, чтобы поместить их во влажный слой почвы» [16, с. 5]. На Южном Урале сроки и глубины посадки картофеля в одном опыте до настоящего времени не изучались. Очевидно, что проведение таких исследований является актуальным.

Цель исследований – изучить влияние сроков и глубины посадки картофеля на фотосинтетическую продуктивность, урожайность и качество клубней сортов разного срока созревания в условиях лесостепной зоны Челябинской области.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проведены в период 2014–2017 гг. в Южно-Уральском научно-исследовательском институте

садоводства и картофелеводства – филиале УрФАНИЦ УрО РАН. Закладку опытов, анализы и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками [17]. Повторность опыта четырехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь делянки – 27 м². Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа [18].

Почва участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) 5,90–7,26 %, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 7,0–7,9 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 11,8–16,0 мг/100 г почвы, обменного калия (по Чирикову) – 19,3–25,7 мг/100 г почвы, рН_{кон} – 5,12–5,28.

Предшественник картофеля – чистый пар. Посадку проводили клубнями первой репродукции, массой 50–70 г. Схема посадки 75×27 см. Картофель выращивали по общепринятой технологии на фоне внесения минеральных удобрений в расчете на урожай 40 т/га (в среднем за 4 года – N₁₇₁P₂₂₇K₂₅₉).

Таблица 1

Динамика накопления листовой поверхности в зависимости от срока и глубины посадки картофеля, тыс. м²/га (среднее за 2014–2017 гг.)

Срок посадки	Глубина посадки, см	Площадь листьев, тыс. м ² /га					
		5/VII	15/VII	25/VII	5/VIII	15/VIII	25/VIII
Сорт Розара							
12–15 мая	5–6	25,1	30,2	35,3	33,9	30,8	20,1
	10–12	24,0	28,9	33,5	32,8	30,3	20,8
25–29 мая	5–6	19,4	25,5	31,0	32,9	29,7	22,8
	10–12	19,1	25,1	31,0	34,0	31,6	25,1
5–12 июня	5–6	14,5	21,2	27,2	29,9	30,0	28,2
	10–12	14,0	20,5	26,2	29,3	30,3	29,8
Сорт Кузовок							
12–15 мая	5–6	33,7	38,5	43,3	44,4	39,5	35,9
	10–12	30,5	35,9	41,3	41,5	39,6	37,2
25–29 мая	5–6	25,1	32,2	39,4	42,1	40,2	37,1
	10–12	22,0	29,3	36,5	38,6	40,2	37,5
5–12 июня	5–6	18,2	25,6	33,1	39,6	40,6	37,8
	10–12	16,6	24,6	32,6	38,5	41,3	38,7

Table 1

Dynamics of accumulation of the leaf surface depending on the planting period of potatoes, thousand m²/ha (average for 2014–2017)

Potato planting date	Potato planting depth, cm	Leaf area, thousand m ² /ha					
		5/VII	15/VII	25/VII	5/VIII	15/VIII	25/VIII
Variety Rozara							
May 12–15	5–6	25.1	30.2	35.3	33.9	30.8	20.1
	10–12	24.0	28.9	33.5	32.8	30.3	20.8
May 25–29	5–6	19.4	25.5	31.0	32.9	29.7	22.8
	10–12	19.1	25.1	31.0	34.0	31.6	25.1
June 5–12	5–6	14.5	21.2	27.2	29.9	30.0	28.2
	10–12	14.0	20.5	26.2	29.3	30.3	29.8
Variety Kuzovok							
May 12–15	5–6	33.7	38.5	43.3	44.4	39.5	35.9
	10–12	30.5	35.9	41.3	41.5	39.6	37.2
May 25–29	5–6	25.1	32.2	39.4	42.1	40.2	37.1
	10–12	22.0	29.3	36.5	38.6	40.2	37.5
June 5–12	5–6	18.2	25.6	33.1	39.6	40.6	37.8
	10–12	16.6	24.6	32.6	38.5	41.3	38.7

Схема опыта: фактор А – срок посадки: 1) первый (12–15 мая); 2) второй (25–29 мая); 3) третий – поздний (5–12 июня); фактор В – глубина посадки: 1) мелкая (5–6 см); 2) глубокая (10–12 см); фактор С – сорт: 1) Розара (ранний); 2) Кузовок (среднеспелый).

По величине гидротермического коэффициента вегетационный период (май – август) 2014 и 2017 гг. был признан достаточно влажным (ГТК = 1,34 и 1,44 соответственно), 2015 г. – влажным (1,60), 2016 г. – недостаточно влажным (0,93).

Результаты (Results)

Изучаемые приемы агротехники оказывали непосредственное влияние на появление всходов и последующее развитие растений. При первом сроке посадки всходы картофеля появлялись на 20–23, при втором – на 18–22, а при третьем – на 17–21 день после посадки. Поздняя посадка (5–12 июня) сокращала довсходовый период на 2–3 дня по сравнению с посадкой 12–15 мая. Мелкая заделка клубней ускоряла появление всходов на 2–3 дня при первом сроке посадки и на 1–2 дня при втором и третьем. У раннего сорта Розара всходы обычно появлялись на 1–2 дня раньше, чем у среднеспелого сорта Кузовок.

Межфазный период «всходы – бутонизация» при втором сроке посадки (17–20 дней) был на 2–3 дня короче, чем при первом сроке посадки (20–22 дня). Глубокая заделка семенных клубней увеличивала продолжительность межфазных периодов «всходы – бутонизация» на 2–3 дня

у сорта Розара и на 3–4 дня у сорта Кузовок, а фаза начала отмирания ботвы наступала соответственно на 4–5 и 5–7 дней позже, чем при мелкой посадке.

Известно, что урожайность картофеля определяется темпами формирования ассимиляционной поверхности, величиной фотосинтетического потенциала и чистой продуктивностью фотосинтеза [19–20]. Это подтвердилось и в наших исследованиях (таблица 1).

В варианте первого срока посадки площадь листьев картофеля сорта Розара в первой декаде июля была на 27,3 % больше, чем при втором, и на 72,3 % больше, чем при третьем сроке посадки. У сорта Кузовок преимущество ранней посадки картофеля составило соответственно 36,2 и 84,5 %.

Наибольшая листовая поверхность отмечена в фазе цветения культуры. У сорта Розара при посадке 12–15 мая наибольших значений этот показатель достигал в третьей динамической копке в варианте мелкой заделки клубней, при посадке 25–29 мая – в четвертой, 5–12 июня – в пятой копке с глубокой заделкой семенного материала. У сорта Кузовок наибольшая площадь листьев картофеля при первом и втором сроках посадки отмечалась 5 августа (в первом случае в варианте мелкой заделки), а при третьем сроке – 15 августа (при посадке на глубину 10–12 см).

Суммарный фотосинтетический потенциал (ФП) зависел как от генотипа, так и от срока и глубины посадки картофеля. Так, у сорта Розара при посадке 12–15 мая этот

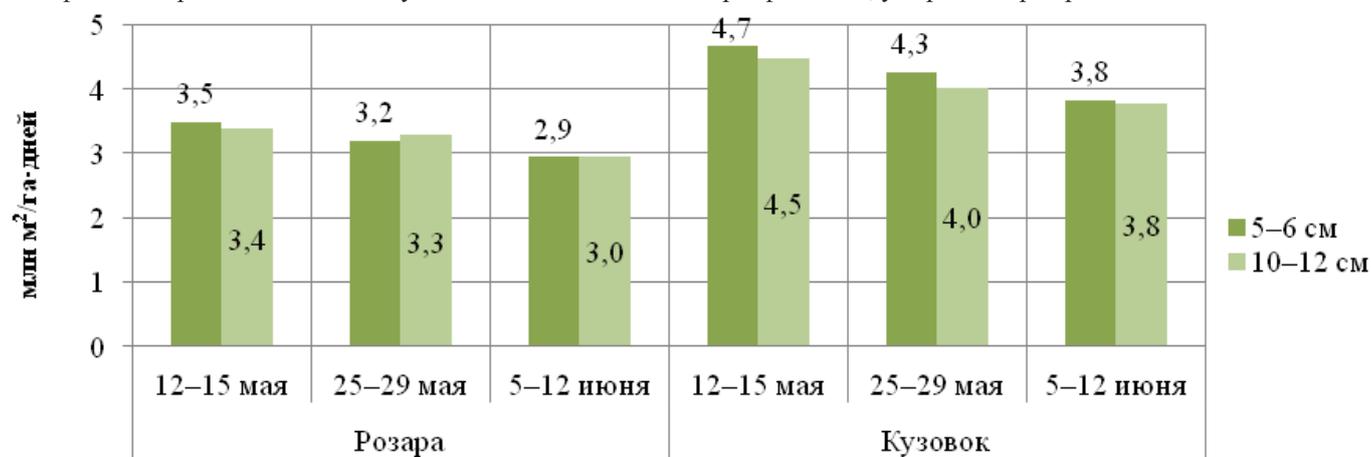


Рис. Суммарный фотосинтетический потенциал картофеля в зависимости от срока и глубины посадки (среднее за 2014–2017 гг.)

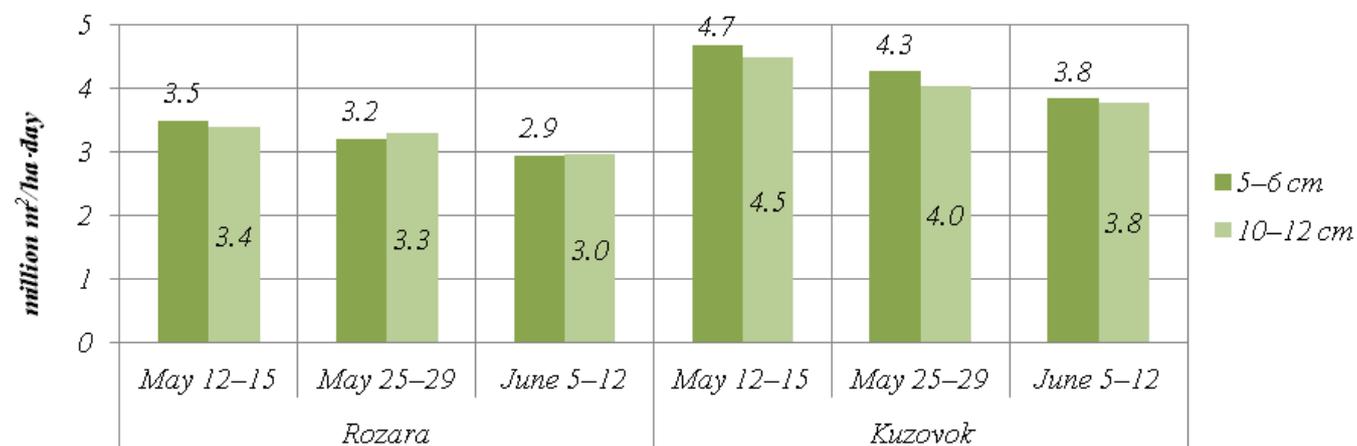


Fig. The total photosynthetic potential of potatoes depending on the period and depth of planting (average for 2014–2017)

показатель был в среднем на 6,0 % больше, чем при втором, и на 16,7 % больше, чем при третьем сроке посадки, у сорта Кузовок это преимущество составляло 10,2 и 20,0 % соответственно (см. рис.).

Максимальных значений суммарный ФП достигал при посадке картофеля во второй декаде мая на глубину 5–6 см: у сорта Розара он составил 3,49 млн м²/га×дней, а у сорта Кузовок – 4,66 млн м²/га×дней. Глубокая посадка при этом вызывала снижение этого показателя соответственно на 3,1 и 4,3 % по сравнению с посадкой на глубину 5–6 см. Влияние глубины заделки семенного материала на фотосинтетический потенциал снижалось при поздней посадке картофеля, где разница между вариантами была недостоверной.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) главным образом зависела от сорта и срока посадки картофеля. У сорта Розара этот показатель при посадке 12–15 мая составил в среднем 3,0 г/м² в сутки, 25–29 мая – 3,1 г/м² в сутки, 5–12 июня – 3,2 г/м² в сутки; у сорта Кузовок – 2,6 г/м² в сутки, 3,0 и 3,0 г/м² в сутки соответственно.

Глубина заделки семенного материала сорта Розара не оказывала существенного влияния на ЧПФ, тогда как у сорта Кузовок посадка картофеля на глубину 10–12 см сопровождалась повышением чистой продуктивности фотосинтеза на 6,1–13,4 % по сравнению с мелкой посадкой.

Коэффициент усвоения фотосинтетически активной радиации зависел главным образом от генотипа. Так, у среднеспелого сорта Кузовок этот показатель в целом по опыту был на 17 % больше, чем у раннего сорта Розара. Поздняя посадка картофеля приводила к существенному снижению коэффициента поглощения ФАР: у сорта Розара – на 31,3 %, а у сорта Кузовок – на 19,6 % по сравнению с посадкой во второй декаде мая. У раннего сорта Розара наибольшее усвоение ФАР отмечалось в варианте посадки 12–15 мая на глубину 5–6 см – 3,4 %, тогда как у среднеспелого сорта Кузовок при глубокой посадке 25–29 мая – 3,7 %. Поздняя посадка (5–12 июня) снижала этот показатель до 2,5 % у сорта Розара и до 3,0 % у сорта Кузовок (таблица 2).

Таблица 2
Урожайность клубней картофеля (т/га) и коэффициент усвоения ФАР (%) в зависимости от срока и глубины посадки

Срок посадки (А)	Глубина посадки, см (В)	Урожайность, т/га					Коэффициент использования ФАР, %
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее за 4 года	
Сорт Розара							
12–15 мая	5–6	37,3	44,4	28,3	31,6	35,4	3,4
	10–12	35,6	42,8	29,4	33,0	35,2	3,2
25–29 мая	5–6	34,7	37,9	31,6	33,8	34,5	2,9
	10–12	35,0	40,8	29,6	32,4	34,5	3,1
5–12 июня	5–6	30,4	28,9	27,4	22,4	27,3	2,5
	10–12	33,7	33,4	27,0	26,4	30,1	2,6
Сорт Кузовок							
12–15 мая	5–6	42,3	47,3	29,4	34,3	38,3	3,6
	10–12	40,4	47,7	30,7	35,9	38,7	3,6
25–29 мая	5–6	40,4	36,1	32,4	38,8	36,9	3,6
	10–12	42,9	42,5	33,5	37,1	39,0	3,7
5–12 июня	5–6	35,1	27,4	30,7	31,8	31,2	3,0
	10–12	35,4	36,6	26,8	31,0	32,5	3,0
HCP ₀₅		3,0	3,7	2,8	3,3	2,0	–
HCP ₀₅ (А, С)		1,1	1,3	1,0	1,2	0,7	
HCP ₀₅ (В)		0,8	1,1	0,8	0,9	0,6	

Table 2
Yields of potato tubers (t/ha) and PAR assimilation coefficient (%) depending on the period and depth of planting

Potato planting date (A)	Potato planting depth, cm (B)	Tuber productivity, t/ha					The coefficient of use of FAR, %
		2014	2015	2016	2017	4 years average	
Variety Rozara							
May 12–15	5–6	37.3	44.4	28.3	31.6	35.4	3.4
	10–12	35.6	42.8	29.4	33.0	35.2	3.2
May 25–29	5–6	34.7	37.9	31.6	33.8	34.5	2.9
	10–12	35.0	40.8	29.6	32.4	34.5	3.1
June 5–12	5–6	30.4	28.9	27.4	22.4	27.3	2.5
	10–12	33.7	33.4	27.0	26.4	30.1	2.6
Variety Kuzovok							
May 12–15	5–6	42.3	47.3	29.4	34.3	38.3	3.6
	10–12	40.4	47.7	30.7	35.9	38.7	3.6
May 25–29	5–6	40.4	36.1	32.4	38.8	36.9	3.6
	10–12	42.9	42.5	33.5	37.1	39.0	3.7
June 5–12	5–6	35.1	27.4	30.7	31.8	31.2	3.0
	10–12	35.4	36.6	26.8	31.0	32.5	3.0
SSD ₀₅		3.0	3.7	2.8	3.3	2.0	–
SSD ₀₅ (A, C)		1.1	1.3	1.0	1.2	0.7	
SSD ₀₅ (B)		0.8	1.1	0.8	0.9	0.6	

Планируемая урожайность картофеля 40 т/га в целом по опыту достигалась только сортом Кузовок при посадке 12–15 мая, а также в третьей декаде мая с глубокой заделкой семенного материала. Тогда как у сорта Розара заданная продуктивность отмечалась только во влажных условиях 2015 г. (при посадке во второй декаде мая, а также при глубокой посадке 25–29 мая).

Глубокая заделка семенных клубней достоверно повышала урожай клубней при позднем сроке посадки (у сорта Розара – на 2,8 т/га, у сорта Кузовок – на 1,3 т/га).

Корреляционный анализ выявил наличие прямой корреляционной зависимости между урожайностью картофеля и коэффициентом использования ФАР ($r = 0,977$).

В среднем по опыту усвоение 1 % фотосинтетически активной радиации, поступающей за вегетационный период (май – август), обеспечивало формирование урожая клубней сорта Розара 11,3 т/га, Кузовок – 10,7 т/га.

Срок и глубина посадки оказывали влияние на качество клубней. По сравнению с первым сроком содержание сухого вещества в клубнях при посадке картофеля 5–12 июня снизилось у сорта Розара в среднем на 2,7 %, Кузовок – на 2,9 %, крахмалистость клубней – на 2,29 и 1,83 % соответственно, а накопление нитратов увеличивалось в 2,06 и 2,48 раза (таблица 3). Тем не менее количество нитратов в клубнях во всех вариантах опыта не превышало ПДК (250 мг/кг).

Таблица 3

Показатели качества клубней картофеля в зависимости от срока и глубины посадки (среднее за 2014–2017 гг.)

Срок посадки (А)	Глубина посадки, см (В)	Содержание сухого вещества, %	Крахмал		Содержание нитратов, мг/кг
			%	т/га	
Сорт Розара					
12–15 мая	5–6	22,9	16,80	6,10	108,6
	10–12	23,0	16,87	5,99	99,9
25–29 мая	5–6	20,6	14,65	5,05	116,4
	10–12	21,4	15,13	5,28	116,4
5–12 июня	5–6	20,4	14,53	4,15	229,2
	10–12	20,2	14,57	4,52	199,7
Сорт Кузовок					
12–15 мая	5–6	23,0	15,84	6,28	68,2
	10–12	22,6	15,70	5,92	66,7
25–29 мая	5–6	21,9	14,38	5,23	92,7
	10–12	22,3	14,75	6,11	92,9
5–12 июня	5–6	19,8	12,88	4,01	174,1
	10–12	19,9	13,76	4,52	160,1
НСР ₀₅		0,31	0,42	0,34	4,0
НСР ₀₅ (А, С)		0,11	0,15	0,12	1,4
НСР ₀₅ (В)		0,09	0,12	0,10	1,2

Table 3

Quality indicators of potato tubers depending on the duration and depth of planting (average for 2014–2017)

Potato planting date (A)	Potato planting depth, cm (B)	Dry matter content, %	Starch		The content of nitrates, mg/kg
			%	t/ha	
Variety Rozara					
May 12–15	5–6	22.9	16.80	6.10	108.6
	10–12	23.0	16.87	5.99	99.9
May 25–29	5–6	20.6	14.65	5.05	116.4
	10–12	21.4	15.13	5.28	116.4
June 5–12	5–6	20.4	14.53	4.15	229.2
	10–12	20.2	14.57	4.52	199.7
Variety Kuzovok					
May 12–15	5–6	23.0	15.84	6.28	68.2
	10–12	22.6	15.70	5.92	66.7
May 25–29	5–6	21.9	14.38	5.23	92.7
	10–12	22.3	14.75	6.11	92.9
June 5–12	5–6	19.8	12.88	4.01	174.1
	10–12	19.9	13.76	4.52	160.1
SSD ₀₅		0.31	0.42	0.34	4.0
SSD ₀₅ (A, C)		0.11	0.15	0.12	1.4
SSD ₀₅ (B)		0.09	0.12	0.10	1.2

Снижение содержания в клубнях сухого вещества и крахмала связано главным образом с несбалансированностью процессов усвоения ФАР и поступления минерального азота в растения картофеля при позднем сроке посадки. При посадке картофеля 5–12 июня вегетационный период завершается в сентябре, а не в августе, как при первом сроке посадки. Поступление ФАР в сентябре в 1,8 раза меньше, чем в мае, что приводит к снижению биомассы растений и количества сухого вещества, запасаемого в клубнях. По мнению А. В. Коршунова [22], поступающий в растения картофеля азот при этом не успевает связываться в органические соединения и, как следствие, накапливается в клубнях.

Глубокая заделка семенного материала способствовала увеличению содержания крахмала в клубнях сорта Розара в среднем на 0,19 %, Кузовок – на 0,35 % по сравнению с посадкой на глубину 5–6 см. Накопление нитратов в клубнях при этом снижалось на 9,2 и 4,8 % соответственно. По нашему мнению, это объясняется более благоприятными условиями для роста и развития растений в варианте с глубокой посадкой, что подтверждается результатами исследований в других регионах [21].

Сбор крахмала с единицы площади зависит как от урожайности картофеля, так и от крахмалистости клубней и, по нашему мнению, является наиболее объективным показателем, характеризующим эффективность агротехнических приемов. В нашем опыте этот показатель имел более сильную корреляцию с урожайностью клубней, чем с их крахмалистостью: в 2014 ($r = 0,852$ и $0,717$ соответственно), 2015 ($r = 0,985$ и $0,813$) и 2017 гг. ($r = 0,874$ и $0,645$), тогда как в засушливых условиях 2016 г. эта связь была слабой ($r = 0,382$), а сбор крахмала в большей степени зависел от содержания в клубнях крахмала ($r = 0,873$).

Наибольшие сборы крахмала обеспечивала посадка изученных сортов во второй декаде мая с мелкой заделкой семенных клубней: Розара – 6,10 т/га, Кузовок – 6,28 т/га. Посадка картофеля на глубину 10–12 см в эти же сроки достоверно снижала сбор крахмала на 0,11 и 0,36 т/га соответственно. При втором и третьем сроках посадки наи-

большие сборы крахмала с единицы площади обеспечивала глубокая посадка картофеля. Однако по сравнению с ранней посадкой этот показатель снижался в среднем на 39,6 % у сорта Розара и на 43 % у сорта Кузовок.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. В лесостепной зоне Челябинской области оптимальной является посадка картофеля в начале второй декады мая на глубину 5–6 см. Это сочетание агроприемов обеспечивает наибольший фотосинтетический потенциал (Розара – 3,49 млн $m^2/га \times$ дней, Кузовок – 4,66 млн $m^2/га \times$ дней) и эффективное использование ФАР, поступающей за вегетационный период (коэффициент усвоения ФАР: у сорта Розара – 3,4 %, Кузовок – 3,6 %). Как следствие, формируется высокий урожай (Розара – 35,4 т/га, Кузовок – 38,3 т/га) и качество клубней картофеля (крахмалистость клубней сорта Розара – 16,80 %, Кузовок – 15,84 %, сбор крахмала с единицы площади – 6,10 и 6,28 т/га соответственно).

2. Поздний срок посадки (5–12 июня) приводил к снижению фотосинтетического потенциала (Розара – на 18,7 %, Кузовок – на 23,6 %) и коэффициента использования ФАР (Розара – до 2,5–2,6 %, Кузовок – до 3,0 %). Это привело к снижению урожайности сорта Розара на 8,1 т/га при мелкой и на 5,1 т/га при глубокой заделке семенного материала, Кузовок – соответственно на 7,1 и 7,2 т/га, а также ухудшало качество клубней. Содержание сухого вещества в клубнях сорта Розара снижалось в среднем на 2,7 %, крахмала – на 2,29 %, у сорта Кузовок – на 2,9 и 1,83 % по сравнению с посадкой 12–15 мая. Одновременно с этим отмечено увеличение содержания нитратов в клубнях (Розара – в 2,06 раза, Кузовок – в 2,48 раза).

3. Посадка на глубину 5–6 см обеспечивала преимущество во второй декаде мая, а на глубину 10–12 см – при посадке картофеля в третьей декаде мая и в начале июня. В целом по опыту глубокая заделка семенного материала способствовала увеличению крахмалистости клубней сорта Розара в среднем на 0,19 %, Кузовок – на 0,35 % по сравнению с посадкой на глубину 5–6 см. Накопление нитратов в клубнях при этом снижалось на 9,2 и 4,8 % соответственно.

Библиографический список

1. Мингалев С. К. Реакция различных сортов картофеля на сроки посадки в Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2016. № 2. С. 47–51.
2. Владимиров В. П., Сафин А. Влияние срока посадки на продуктивность и качество клубней картофеля сорта Каратоп в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Точки роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка: сборник материалов международной научно-практической конференции. Казань, 2018. С. 220–229.
3. Васильев А. А., Горбунов А. К. Влияние срока и глубины посадки на получение планируемых урожаев картофеля // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 4. С. 12–17. DOI: 10.31857/S2500-26272019412-17.
4. Чамышев А. В. Агроэкологическое обоснование сроков посадки картофеля в Саратовском Правобережье // Аграрный научный журнал. 2016. № 2. С. 30–33.
5. Тютенов Е. С., Секачев А. А., Мингалев С. К. Влияние сроков посадки на урожайность сортов картофеля в условиях Среднего Урала // Молодежь и наука. 2016. № 5. С. 43.
6. Логинов Ю. П., Казак А. А., Хайруллина З. А. Урожайность раннеспелых сортов картофеля при раннем сроке посадки в северной лесостепи Тюменской области // Агропродовольственная политика России. 2017. № 4 (64). С. 35–39.
7. Романова И. Н., Князева С. М., Птицына Н. В., Терентьев С. Е., Карамулина И. А. Продуктивность сортов картофеля разных экотипов в зависимости от условий выращивания // Природообустройство. 2018. № 5. С. 103–108. DOI: 10.26897/1997-6011/2018-5-103-108.
8. Шабанов А. Э., Киселев А. И. Комплекс агроприемов для раннего картофеля // Картофель и овощи. 2018. № 3. С. 34–36. DOI: 10.25630/PAV.2018.3.17602.

9. Шашкаров Л. Г., Самаркин А. А. Влажность почвы, динамика элементов питания и засоренность посадок в зависимости от расчетных доз удобрений, глубины посадки и подготовки клубней к посадке // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 65–70. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-65-70.
10. Половникова В. В. Биологические особенности возбудителей болезней картофеля и меры борьбы с ними в условиях Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 2 (30). С. 23–29.
11. Слобожанина Е. А. Биологические особенности колорадского жука в условиях Курганской области и обоснование мер борьбы с ним // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 1 (29). С. 21–26.
12. Vasiliev A. A., Gorbunov A. K. Problems of Obtaining Planned Potato Harvests in the Southern Urals // Russian Agricultural Sciences. 2018. Vol. 44. No. 6. Pp. 510–515. DOI: 10.3103/S1068367418060186.
13. Хуснутдинов Р. Г. Формирование урожая картофеля сорта Невский при разных уровнях питания, сроках, густоте и глубине посадки на серой лесной почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 1991. 27 с.
14. Чекмарев П. А. Научное обоснование повышения продуктивности картофеля и разработка агротехнических приемов его возделывания в условиях лесостепи Поволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук. Казань, 2006. 426 с.
15. Самаркин А. А. Научно-практическое обоснование повышения продуктивности картофеля в условиях юго-востока Волго-Вятской зоны: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Чебоксары, 2019. 32 с.
16. Жукова Г. С., Писарев Б. А. Лучшие сроки и способы посадки картофеля // Картофель и овощи. 1964. № 4. С. 2–5.
17. Методика исследований по культуре картофеля. – М. : НИИКХ, 1967. 262 с.
18. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
19. Лысенко А. Ю. Влияние биологических и химических препаратов на показатели вегетативной массы и продуктивность картофеля в Приморском крае // Вестник КрасГАУ. 2016. № 12 (123). С. 3–7.
20. Мушинский А. А., Аминова Е. В., Дорохина О. А., Мушинская Н. И. Разработка основных агротехнических приемов возделывания картофеля в орошаемых условиях степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 115–118.
21. Шашкаров Л. Г., Григорьев Я. М. Рост и развитие растений картофеля в зависимости от глубины посадки клубней // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1 (4). С. 27–31.
22. Коршунов А. В. Содержание нитратов в клубнях можно снизить // Картофель и овощи. 1987. № 6. С. 20–21.

Об авторах:

Александр Анатольевич Васильев¹, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства, ORCID 0000-0002-7816-0624, AuthorID 630752; +7 906 870-53-12, kartofel_chel@mail.ru
 Анатолий Константинович Горбунов¹, старший научный сотрудник отдела картофелеводства, ORCID 0000-0001-5946-9936, AuthorID 717450; +7 902 611-76-09

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Productivity and photosynthetic activity of potatoes depending on the duration and depth of planting

A. A. Vasiliev¹✉, A. K. Gorbunov¹

¹ Ural Federal Agrarian Research Center of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: kartofel_chel@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study the influence of the timing and depth of planting potatoes on the photosynthetic productivity, yield and quality of tubers of varieties of different ripening in the forest-steppe zone of the Chelyabinsk region. **Research methods.** The setting of field experience, analysis and generalization of research results are performed in accordance with classical methods. **Results.** The optimal time and depth of potato planting in the Chelyabinsk region was established – planting May 12–15 to a depth of 5–6 cm. This combination of agricultural methods provides the greatest photosynthetic potential (Rozara – 3.49 million m²/day, Kuzovok – 4.66 million m²/day), effective assimilation of photosynthetically active radiation (FAR assimilation coefficient: Rozara variety – 3.4 %, body weight – 3.6 %), high yield (Rozara – 35.4 t/ha, body weight – 38.3 t/ha) and the quality of potato tubers (starchiness of Rozara tubers – 16.8 %, Kuzovok – 15.84 %, starch collection per unit area 6.10 and 6.28 t/ha respectively). The late planting period (June 5–12) reduced the photosynthetic potential (Rozara varieties – by 18.7 %, Kuzovok – by 23.6 %) and the FAR coefficient (Rozara – to 2.5–2.6 %, Kuzovok – to 3.0 %). As a result, there was a decrease in the yield of the Rozara variety by 5.1–8.1 t/ha, Kuzovok – by 7.1–7.2 t/ha depending on the depth of planting and a deterioration in the quality of tubers. The dry matter content in late-planted tubers of the Rozara variety decreased by an average of 2.7 %, starch – by 2.29 %, and in the Kuzovok variety – by 2.9 and 1.83 % compared with planting in the second decade of May (accumulation nitrates in tubers increased 2.06 and 2.48 times, respectively). Planting to a depth of 5–6 cm provided an advantage in the second decade of May, and to a depth of 10–12 cm – when planting potatoes in the third decade of May and early June. **Scientific novelty.** In the conditions of the forest-steppe zone of the Chelyabinsk region, the

dependence of the planting depth on the potato planting period is revealed. When planting at the optimum time (May 12–15), the best results are provided by a planting depth of 5–6 cm, while in the third decade of May and early June, the potato planting depth should be increased to 10–12 cm.

Keywords: potato, variety, planting period, planting depth, yield, tuber quality, starch, photosynthetically active radiation.

For citation: Vasiliev A. A., Gorbunov A. K. Produktivnost' i fotosinteticheskaya deyatel'nost' kartofelya v zavisimosti ot sroka i glubiny posadki [Productivity and photosynthetic activity of potatoes depending on the duration and depth of planting] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 2–10. DOI:10.32417/1997-4868-2020-195-4-2-10. (In Russian.)

Paper submitted: 05.02.2020.

References

- Mingalev S. K. Reaktsiya razlichnykh sortov kartofelya na sroki posadki v Sverdlovskoy oblasti [The reaction of various varieties of potatoes on planting dates in the Sverdlovsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 2. Pp. 47–51. (In Russian.)
- Vladimirov V. P., Safin A. Vliyaniye sroka posadki na produktivnost' i kachestvo klubney kartofelya sorta Karatop v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Influence of the planting period on the productivity and quality of tubers of the Karatop potato variety in the conditions of the forest steppe of the Middle Volga region] // Tochki rosta effektivnosti APK v usloviyakh nestabilnogo rynka: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kazan, 2018. Pp. 220–229. (In Russian.)
- Vasil'yev A. A., Gorbunov A. K. Vliyaniye sroka i glubiny posadki na polucheniye planiruyemykh urozhayev kartofelya [Effect of planting time and depth on obtaining planned potato harvests] // Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka. 2019. № 4. Pp. 12–17. DOI: 10.31857/S2500-26272019412-17. (In Russian.)
- Chamyshev A. V. Agroekologicheskoye obosnovaniye srokov posadki kartofelya v Saratovskom Pravoberezh'ye [Agroecological justification of potato planting dates in the Saratov right bank] // The Agrarian Scientific Journal. 2016. No. 2. Pp. 30–33. (In Russian.)
- Tyutenov Ye. S., Sekachev A. A., Mingalev S. K. Vliyaniye srokov posadki na urozhaynost' sortov kartofelya v usloviyakh Srednego Urala [The influence of planting dates on the yield of potato varieties in the Middle Urals] // Molodezh' i nauka. 2016. № 5. P. 43. (In Russian.)
- Loginov Yu. P., Kazak A. A., Khayrullina Z. A. Urozhaynost' rannespelykh sortov kartofelya pri rannem sroke posadki v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [Productivity of early ripening potato varieties with early planting in the northern forest-steppe of the Tyumen region] // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2017. No. 4 (64). Pp. 35–39. (In Russian.)
- Romanova I. N., Knyazeva S. M., Ptitsyna N. V., Terent'yev S. Ye., Karamulina I. A. Produktivnost' sortov kartofelya raznykh ekotipov v zavisimosti ot usloviy vyrashchivaniya [Productivity of potato varieties of different ecotypes depending on growing conditions] // Prirodoobustroystvo. – 2018. – No. 5. – Pp. 103–108. DOI: 10.26897/1997-6011/2018-5-103-108 (In Russian.)
- Shabanov A. E., Kiselev A. I. Kompleks agropriyemov dlya rannego kartofelya [Complex of agricultural practices for early potatoes] // Potato and vegetables. 2018. No. 3. Pp. 34–36. DOI: 10.25630/PAV.2018.3.17602. (In Russian.)
- Shashkarov L. G., Samarkin A. A. Vlazhnost' pochvy, dinamika elementov pitaniya i zasorennost' posadok v zavisimosti ot raschetnykh doz udobreniy, glubiny posadki i podgotovki klubney k posadke [Soil moisture, nutrient dynamics and weediness of plantings depending on the estimated doses of fertilizers, planting depth and preparation of tubers for planting] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2019. No. 2 (46). Pp. 65–70. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-65-70. (In Russian.)
- Polovnikova V. V. Biologicheskkiye osobennosti vozбудiteley bolezney kartofelya i mery bor'by s nimi v usloviyakh Kurganskoy oblasti [Biological characteristics of pathogens of potato diseases and measures to combat them in the conditions of the Kurgan region] // Vestnik Kurganskoy GSKHA. 2019. No. 2 (30). Pp. 23–29. (In Russian.)
- Slobozhanina Ye. A. Biologicheskkiye osobennosti koloradskogo zhuka v usloviyakh Kurganskoy oblasti i obosnovaniye mer bor'by s nim [Biological features of the Colorado potato beetle in the conditions of the Kurgan region and the rationale for measures to combat it] // Vestnik Kurganskoy GSKHA. 2019. № 1 (29). Pp. 21–26. (In Russian.)
- Vasil'ev A. A., Gorbunov A. K. Problems of Obtaining Planned Potato Harvests in the Southern Urals // Russian Agricultural Sciences. 2018. Vol. 44. No. 6. Pp. 510–515. DOI: 10.3103/S1068367418060186.
- Khusnutdinov R. G. Formirovaniye urozhaya kartofelya sorta Nevskiy pri raznykh urovnyakh pitaniya, srokhakh, gustote i glubine posadki na seroy lesnoy pochve: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [The formation of the Nevsky potato crop at different levels of nutrition, timing, density and depth of planting on gray forest soil: abstract of dissertation ... candidate of agricultural sciences]: Moscow, 1991. 27 p. (In Russian.)
- Chekmarev P. A. Nauchnoye obosnovaniye povysheniya produktivnosti kartofelya i razrabotka agrotekhnicheskikh priyemov yego vozdeleyvaniya v usloviyakh lesostepi Povolzh'ya: dis. ... d-ra s.-kh. nauk [The scientific rationale for increasing the productivity of potatoes and the development of agrotechnical methods for its cultivation in the conditions of the Volga forest-steppe: dissertation ... doctor of agricultural sciences. Kazan', 2006. 426 p. (In Russian.)

15. Samarkin A. A. Nauchno-prakticheskoye obosnovaniye povysheniya produktivnosti kartofelya v usloviyakh yugo-vostoka Volgo-Vyatskoy zony: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Scientific and practical justification for increasing potato productivity in the southeast of the Volga-Vyatka zone: dissertation ... doctor of agricultural sciences]. Cheboksary, 2019. 32 p. (In Russian.)
16. Zhukova G. S., Pisarev B. A. Luchshiyе sroki i sposoby posadki kartofelya [The best dates and methods of planting potatoes] // Potato and vegetables. 1964. No. 4. Pp. 2–5. (In Russian.)
17. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya [Methods of research on potato culture]. Moscow : NIIKKH, 1967. 262 p.
18. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Field Experience Methods]. – Moscow : Agropromizdat, 1985. – 351 p. (In Russian.)
19. Lysenko A. Yu. Vliyaniye biologicheskikh i khimicheskikh preparatov na pokazateli vegetativnoy massy i produktivnost' kartofelya v Primorskom kraye [The influence of biological and chemical preparations on vegetative mass and potato productivity in Primorsky Krai] // Vestnik KrasGAU. 2016. No. 12 (123). Pp. 3–7. (In Russian.)
20. Mushinskiy A. A., Aminova Ye. V., Dorokhina O. A., Mushinskaya N. I. Razrabotka osnovnykh agrotekhnicheskikh priyomov vozdeleyvaniya kartofelya v oroshayemykh usloviyakh stepnoy zony Yuzhnogo Urala [Development of the main agrotechnical methods of potato cultivation in the irrigated conditions of the steppe zone of the Southern Urals] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. No. 4 (72). Pp. 115–118. (In Russian.)
21. Shashkarov L. G., Grigor'yev Ya. M. Rost i razvitiye rasteniy kartofelya v zavisimosti ot glubiny posadki klubney [Growth and development of potato plants depending on the depth of planting of tubers] // Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2018. No. 1 (4). Pp. 27–31. (In Russian.)
22. Korshunov A. V. Soderzhaniye nitratov v klubnyakh mozno snizit' [Nitrate content in tubers can be reduced] // Potato and vegetables. 1987. No. 6. Pp. 20–21. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr A. Vasiliev¹, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the department of potato production, ORCID 0000-0002-7816-0624, AuthorID 630752; +7 906 870-53-12, kartofel_chel@mail.ru

Anatoliy K. Gorbunov¹, senior researcher of the department of potato production, ORCID 0000-0001-5946-9936, AuthorID 717450; +7 902 611-76-09

¹Ural Federal Agrarian Research Center of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Изучение популяций тмина обыкновенного в климатических условиях северного Зауралья

М. В. Губанов^{1, 2✉}, А. Г. Губанов¹, В. М. Губанова²

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра СО РАН, Тюмень, Россия

² Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

✉ E-mail: Mihail-gubanoff.1987@yandex.ru

Аннотация. Авторами представлены результаты изучения генетических особенностей тмина обыкновенного (*Carum carvi*) в условиях северной лесостепи Тюменской области. **Цель работы** – изучить генетические ресурсы лекарственных и пряно-ароматических растений Северного Зауралья, выделить эндемичные формы из популяций тмина обыкновенного с ценными хозяйственно-биологическими признаками. Областью приоритетных направлений является изучение данной культуры с последующим увеличением производства лекарственного сырья для фармацевтической и пищевой промышленности. **Новизна** состоит в том, что впервые в условиях северной лесостепи Тюменской области в отделе кормопроизводства НИИСХ Северного Зауралья – филиале Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра СО РАН изучены эндемичные формы из популяций тмина обыкновенного. **Методы.** Учеты и наблюдения проводили согласно методике опытного дела. В коллекционном питомнике заложено 200 образцов эндемичных форм второго года жизни, из которых выделено 12 образцов этого вида. Количество интродуцированных из числа ранее завозимых и адаптированных к местным условиям форм составляло 150 растений этого же вида второго года жизни, высаженных в 2017 году, из которых выделено 12 растений. Размер делянки – 9 м². В качестве стандарта использован сорт Ароматный. **Результаты.** В коллекционном питомнике изучено 350 образцов тмина обыкновенного эндемичных и интродуцированных форм растений. Высокой урожайностью семян и наиболее высоким содержанием эфирных масел по отношению к стандартному сорту Ароматный при изучении эндемичных форм выделено два образца второго года жизни № 1-2-2, и № 1-4-2, а при изучении интродуцированных образцов по семенной продуктивности выделены № 12-1-2 и № 2-4-1 – 27,0 г с растения. Выделенные образцы популяций по хозяйственно полезным признакам являются ценным генетическим источником по урожайности сырья и накоплению эфирных масел.

Ключевые слова: пряность, лекарственное сырье, интродукция, эндемичные формы, генотип, адаптация, создание сортов, морфология, семеноводство.

Для цитирования: Губанов М. В., Губанов А. Г., Губанова В. М. Изучение популяций тмина обыкновенного в климатических условиях северного Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 11–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-11-19.

Дата поступления статьи: 29.11.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Родина тмина – Северная и Центральная Европа. Как пряность используют главным образом семена тмина, появляющиеся на втором году жизни растения. Молодые листья, побеги и корни тмина потребляют в свежем виде. Семена тмина добавляют в супы, соусы, квашеную капусту, при засолке огурцов, помидор, а также в хлеб, сыры, творог, пиво, квас, ликеры, настоек. В условиях северной лесостепи Тюменской области исследование тмина включает изучение агротехники приемов возделывания, а также возможность семеноводства данной культуры. Дальнейшее изучение тмина обыкновенного требует широкого использования его в коллекции, получения новых эндемичных форм [1, с. 14], [2, с. 11], [3, с. 317], [4, с. 39].

Для успешного освоения и широкого использования растений необходимо выявить видовой состав, пригодный для выращивания в наших погодных условиях. Нужно иметь разработки общей теории акклиматизации переселяемых растений. Продуктивность интродуцированных растений всегда зависит от степени их приспособленности к новым условиям возделывания, которая существенно повышена путем управления процессами акклиматизации [5, с. 3].

Акклиматизация растительных организмов, является основной проблемой интродукции растений. В начале XXI века были положены основы создания научной теории акклиматизации растительных сообществ. Для преодоления принципиальных разногласий предлагалось:

Таблица 1

Сроки роста и развития интродуцированных форм тмина обыкновенного за вегетационный период 2018 г.

Селекционный номер	Отрастание – побеги	Образование зонтика		Цветение		Созревание	
		Дата	Количество дней от отрастания до зонтика	Дата	Количество дней от зонтика до цветения	Дата	Количество дней от цветения до созревания
Ароматный (St)	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-1	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-2	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-3	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-1-5	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-9	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-2-1	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
2-2-5	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
2-3-1	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-3-2	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-3-3	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-4-1	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-4-7	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47

Период вегетации тмина обыкновенного составляет 112 суток

Table 1

Terms of growth and development of introduced forms of *Carum carvi* for the growing season 2018

Breeding number	Regrowth – sprigs	Umbrella formation		Flowering		Maturation	
		Date	Number of days from regrowths to umbrellas	Date	Number of days from umbrellas to flowering	Date	Number of days from flowering to ripening
<i>Aromatnyy (St)</i>	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-1	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-2	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-3	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-1-5	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-1-9	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-2-1	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
2-2-5	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
2-3-1	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-3-2	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-3-3	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
2-4-1	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
2-4-7	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47

The growing season of *Carum carvi* is 112 days.

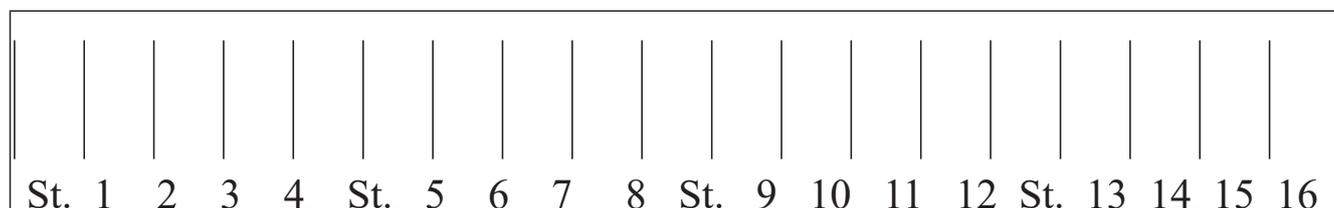


Рис. 1. Схема коллекционного питомника закладки тмина обыкновенного 2017 г. Эндемичные формы – 200 шт.
Fig. 1. Scheme of collection nursery for laying *Carum carvi* 2017. Endemic forms – 200 pcs.

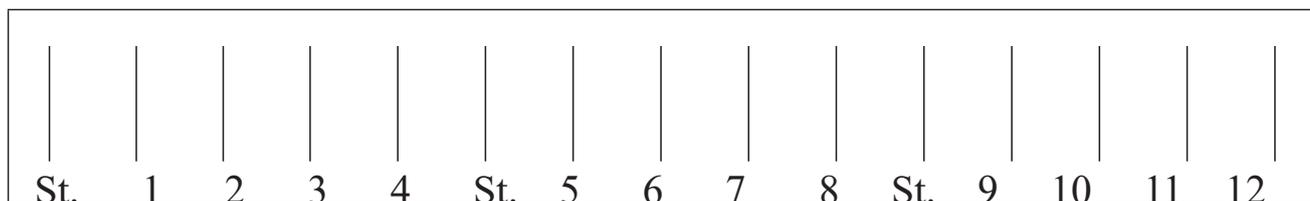


Рис. 2. Схема коллекционного питомника закладки тмина обыкновенного 2017 г. Интродуцированные формы – 150 шт.
Fig. 2. Scheme of collection nursery for laying *Carum carvi* 2017. Introduced forms – 150 pcs.

Сроки роста и развития эндемичных форм тмина обыкновенного за вегетационный период, 2018 г.

Селекционный номер	Отрастание – побеги	Образование зонтика		Цветение		Созревание	
		Дата	Количество дней от отрастания до зонтика	Дата	Количество дней от зонтика до цветения	Дата	Количество дней от цветения до созревания
Ароматный (St)	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
1-2-2	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
1-3-8	10,05	03,06	24	15,07	42	30.08	46
1-4-2	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-5-6	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
1-6-4	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-7-5	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
1-8-2	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
1-9-3	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-10-1	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-11-6	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-12-3	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46

Период вегетации тмина обыкновенного составляет 112 суток.

Table 2

Terms of growth and development of endemic forms of *Carum carvi* for the growing season, 2018

Breeding number	Regrowth – sprigs	Umbrella formation		Flowering		Maturation	
		Date	Number of days from regrowths to umbrellas	Date	Number of days from umbrellas to flowering	Date	Number of days from flowering to ripening
<i>Aromatnyy (St)</i>	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
1-2-2	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
1-3-8	10,05	03,06	24	15,07	42	30.08	46
1-4-2	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-5-6	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46
1-6-4	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-7-5	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
1-8-2	10.05	05.06	26	16.07	41	30.08	45
1-9-3	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-10-1	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-11-6	10.05	04.06	25	14.07	40	30.08	47
1-12-3	10.05	03.06	24	15.07	42	30.08	46

The growing season of *Carum carvi* is 112 days.

1) дифференцировать многогранную проблему акклиматизации с учетом ее сложности и комплексности;

2) на различных модельных объектах осуществлять специальные эксперименты для анализа закономерностей процессов акклиматизации;

3) с общепрофессиональных позиций обобщить всю научную информацию по проблеме акклиматизации [6, с. 2], [7, с. 26], [8, с. 3].

Проблема акклиматизации и интродукции лекарственных растений представляет большой интерес и вызвана стремлением более глубокого познания в их изучении. Разработать приемы возделывания, вести наблюдения за ростом и развитием растений на устойчивость к болезням, погодным условиям, на способность к быстрому размножению вегетативным путем и семенами, дать заключения о возможности и целесообразности того или иного вида к выживанию в условиях нашего региона.

В настоящее время в России научными исследованиями в области лекарственного растениеводства занимают-

ся Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) с тремя филиалами, расположенными в разных регионах страны, и рядом других региональных научно-исследовательских институтов сельского хозяйства. В научную составляющую проекта входят селекция и семеноводство пряно-ароматических и лекарственных растений. За последние 30 лет резко сократился ассортимент культур, семена которых выращиваются в России, уменьшился объем их производства, ухудшились сортовые качества семян. Поэтому наблюдается тревожная тенденция завоза в Россию семян из стран Западной Европы, Китая и США. В сложившейся ситуации, основываясь на богатом природно-климатическом потенциале страны, декларированной политике государства, направленной на преобразование сельского хозяйства в высокоэффективную и высокопроизводительную отрасль экономики, направленной на курс импортозамещения, необходимо решить задачу становления и развития отрасли [9, с. 1], [10, с. 121], [11, с. 134], [12, с. 37].

Таблица 3

Морфологические признаки у эндемичных форм образцов тмина обыкновенного, урожай 2018 г.

№ образца	Высота растений, см	Вес образца сырой, г	Толщина стеблей, см	Средняя длина междоузлия, см	Лист		Длина зонтика, см	Масса 1000 семян, г
					Длина, см	Ширина, см		
Ароматный (St)	32	57,0	0,1–0,3	5,0	4,3	0,1	3	2,4
1-2-2	65	282,0	0,2–0,8	6,2	6,7	0,5	9	2,3
1-3-8	59	206,0	0,3–0,7	6,4	7,1	0,4	8	2,5
1-4-2	76	590,0	0,3–0,8	4,2	6,1	0,3	10	2,7
1-5-6	70	525,0	0,2–0,8	8,1	6,8	0,4	10	2,4
1-6-4	67	460,0	0,1–0,7	7,0	6,0	0,3	9	2,2
1-7-5	53	310,0	0,2–0,6	6,1	6,5	0,4	7	2,1
1-8-2	55	351,0	0,2–0,5	7,3	5,2	0,2	8	2,2
1-9-3	52	290,0	0,1–0,7	5,9	5,3	0,3	7	2,3
1-10-1	68	441,0	0,2–0,8	7,2	6,8	0,5	8	2,5
1-11-6	59	470,0	0,2–0,6	7,0	7,3	0,3	9	2,2
1-12-3	75	589,0	0,2–0,7	6,2	7,0	0,3	8	2,4

Примечание: все образцы имели средний диаметр растения 15–20 см, форма зонтика средняя.

Table 3

Morphological features in endemic forms of *Carum carvi* samples harvest, 2018

No. of sample	Plant height, cm	Sample weight raw, g	The thickness of the stems, cm	The average length of internode, cm	Sheet		The length of the umbrella, cm	Weight of 1000 seeds, g
					Length, cm	Width, cm		
<i>Aromatnyy (St)</i>	32	57.0	0.1–0.3	5.0	4.3	0.1	3	2.4
1-2-2	65	282.0	0.2–0.8	6.2	6.7	0.5	9	2.3
1-3-8	59	206.0	0.3–0.7	6.4	7.1	0.4	8	2.5
1-4-2	76	590.0	0.3–0.8	4.2	6.1	0.3	10	2.7
1-5-6	70	525.0	0.2–0.8	8.1	6.8	0.4	10	2.4
1-6-4	67	460.0	0.1–0.7	7.0	6.0	0.3	9	2.2
1-7-5	53	310.0	0.2–0.6	6.1	6.5	0.4	7	2.1
1-8-2	55	351.0	0.2–0.5	7.3	5.2	0.2	8	2.2
1-9-3	52	290.0	0.1–0.7	5.9	5.3	0.3	7	2.3
1-10-1	68	441.0	0.2–0.8	7.2	6.8	0.5	8	2.5
1-11-6	59	470.0	0.2–0.6	7.0	7.3	0.3	9	2.2
1-12-3	75	589.0	0.2–0.7	6.2	7.0	0.3	8	2.4

Note: all samples had an average diameter of the plant 15–20 cm, the shape of the umbrella is middle.

Решение данной проблемы возможно в первую очередь путем изучения ресурсной базы лекарственных растений и поиска перспективных видов, необходимых для использования в фитотерапии, косметике и пищевой промышленности. Расширение ареала возделывания лекарственных растений нуждается в дальнейшей разработке общей теории акклиматизации переселяемых растений. При адаптации к новым условиям климата появление новых устойчивых видов не стоит в прямой зависимости от изменения климата. Наоборот, появляются выносливые разновидности, которые будут пригодными при акклиматизации, если эти растения уже обладают способностью выдерживать сильный холод, к примеру, условия климата Северного Зауралья. Также они могут приспособиться к климату, не похожему на климат, откуда были вывезены, если созревание цветов, плодов будет проходить в более ранние сроки или в более поздние во избежание заморозков. Изучаемые отдельно взятые виды способны претерпевать глубокие изменения своей структуры, при которых протекание основных процессов остается ненарушенным, что позволит человечеству в широком плане

использовать элементы вида для своих потребностей [13, с. 132], [14, с. 4], [15, с. 33], [16, с. 706].

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования выполнялись в отделе кормопроизводства и лаборатории аналитических исследований и технологической оценки качества зерна. Изучение образцов тмина обыкновенного выполнялось на опытном поле НИИСХ СЗ – филиала ТюмНЦ СО РАН согласно схеме полевого опыта (см. рис. 1, 2). Закладка коллекционного питомника тмина обыкновенного первого года жизни произведена в 2017 году по пару рассадным способом. Агротехника общепринятая. Закладка опыта проводилась на основе методики полевого опыта по Б. А. Доспехову (1989). Количество изучаемых образцов в двух питомниках составляет 350 шт., площадь одной делянки – 9 м², площадь одного образца на делянке – 0,12 м².

В процессе изучения тмин обыкновенный исследовался по следующим параметрам: высота растения, число генеративных побегов, урожайность семян, содержание эфирных масел в растениях, длина периода от отрастания до цветения, отбор высокопродуктивных потомств.

Морфологические признаки у интродуцированных форм образцов тмина обыкновенного, урожай 2018 г.

№ образца	Высота растений, см	Вес образца сырой, г	Толщина стеблей, см	Средняя длина междоузлия, см	Лист		Длина зонтика, см	Масса 1000 семян, г
					Длина, см	Ширина, см		
Ароматный (St)	32	57,0	0,1–0,3	5,0	4,3	0,1	3	2,4
2-1-1	33	60,0	0,1–0,4	5,5	4,5	0,1	4	–
2-1-2	64	290,0	0,2–0,7	6,5	6,5	0,4	8	2,2
2-1-3	60	215,0	0,3–0,6	6,3	7,0	0,4	7	2,2
2-1-5	75	570,0	0,3–0,7	4,5	6,0	0,2	9	2,3
2-1-9	68	500,0	0,2–0,7	7,1	6,6	0,4	8	2,2
2-2-1	65	440,0	0,1–0,5	7,3	6,1	0,3	8	2,1
2-2-5	51	300,0	0,2–0,7	6,4	6,2	0,5	7	2,0
2-3-1	53	380,0	0,2–0,6	7,2	5,1	0,2	9	2,0
2-3-2	51	270,0	0,1–0,6	5,8	5,0	0,2	7	2,0
2-3-3	67	425,0	0,2–0,7	7,0	7,0	0,5	7	2,1
2-4-1	57	450,0	0,2–0,6	7,4	7,4	0,3	9	2,0
2-4-7	73	570,0	0,2–0,6	6,3	7,3	0,3	7	2,1

Примечание: все образцы имели средний диаметр растения 15–20 см, форма зонтика средняя.

Table 4

Morphological features in introduced forms of *Carum carvi* samples harvest, 2018

No. of sample	Plant height, cm	Sample weight raw, g	The thickness of the stems, cm	The average length of internode, cm	Sheet		The length of the umbrella, cm	Weight of 1000 seeds, g
					Length, cm	Width, cm		
Aromatnyy (St)	32	57.0	0.1–0.3	5.0	4.3	0.1	3	2.4
2-1-1	33	60.0	0.1–0.4	5.5	4.5	0.1	4	–
2-1-2	64	290.0	0.2–0.7	6.5	6.5	0.4	8	2.2
2-1-3	60	215.0	0.3–0.6	6.3	7.0	0.4	7	2.2
2-1-5	75	570.0	0.3–0.7	4.5	6.0	0.2	9	2.3
2-1-9	68	500.0	0.2–0.7	7.1	6.6	0.4	8	2.2
2-2-1	65	440.0	0.1–0.5	7.3	6.1	0.3	8	2.1
2-2-5	51	300.0	0.2–0.7	6.4	6.2	0.5	7	2.0
2-3-1	53	380.0	0.2–0.6	7.2	5.1	0.2	9	2.0
2-3-2	51	270.0	0.1–0.6	5.8	5.0	0.2	7	2.0
2-3-3	67	425.0	0.2–0.7	7.0	7.0	0.5	7	2.1
2-4-1	57	450.0	0.2–0.6	7.4	7.4	0.3	9	2.0
2-4-7	73	570.0	0.2–0.6	6.3	7.3	0.3	7	2.1

Note: all samples had an average diameter of the plant 15–20 cm, the shape of the umbrella is middle.

Наблюдение за цветением и бутонизацией проводили через 10 дней на выделенных растениях тмина обыкновенного.

По данным Тюменского областного центра гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, метеорологические условия в год проведения исследований отличались от среднесезонных данных как по температурному режиму, так и по выпадению осадков. Зимние месяцы года были холодные. Температура января составила минус 16,4 °С, февраля – минус 11,2 °С. Весенний период года не способствовал началу планомерного роста и развитию растений из-за низких температур в марте (–3,5 °С). Стабильная плюсовая температура пришла в третьей декаде апреля, хотя средняя ночная температура месяца составила –3,5 °С. Осадков выпало 25,3 мм. Июль по температурным показателям оказался на отметке +16,7 °С, количество осадков было меньше нормы более чем в два раза. В августе температура составила +16,7 °С.

В наблюдениях было отмечено, что летние месяцы показали не очень высокую температуру воздуха, прошли преимущественно при северо-западном ветре и слабой облачности.

1. Фенологические наблюдения проводились по методике Госкомиссии по сортоиспытанию (1989).
 2. Высота тмина обыкновенного определялась по фенологическим фазам.
 3. Учет урожая лекарственного сырья (семян) определяли путем взвешивания в фазу полного созревания.
 4. Учет урожайности семян производили при определении массы семян на единицу площади.
 5. Отбор индивидуальных растений осуществлялся по методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность тмина.
 6. Статистическая обработка полученных данных выполнялась по методике Б. А. Доспехова (1989).
- Оценка различных генотипов в 2018 году проводилась по морфологическим и биологическим признакам.

Таблица 5

Урожайность и выход эфирного масла, семян у эндемичных образцов тмина обыкновенного, 2018 г.

№ п/п	Селекционный номер	Урожайность сухого вещества, г/образец	Урожайность семян, г/образец	Содержание эфира, %
1	Ароматный (St)	130,0	12,0	3,6
2	1-2-2	195,0	20,0	4,2
3	1-3-8	152,0	17,0	4,0
4	1-4-2	212,0	25,0	4,5
5	1-5-6	173,0	18,0	4,1
6	1-6-4	148,0	16,0	3,8
7	1-7-5	65,0	7,0	3,9
8	1-8-2	100,0	14,0	3,8
9	1-9-3	98,0	13,0	3,8
10	1-10-1	152,0	17,0	3,7
11	1-11-6	163,0	17,0	3,5
12	1-12-3	180,0	18,0	3,6
	НСР ₀₅	7,5	2,2	0,7

Таблица 6

Урожайность и выход эфирного масла, семян у интродуцированных образцов тмина обыкновенного, 2018 г.

№ п/п	Селекционный номер	Урожайность сухого вещества, г/образец	Урожайность семян, г/образец	Содержание эфира, %
1	Ароматный (St)	130,0	12,0	3,6
2	2-1-1	19,0	–	–
3	2-1-2	170,0	25,0	2,8
4	2-1-3	132,0	20,0	2,0
5	2-1-5	169,0	5,0	2,0
6	2-1-9	202,0	7,0	2,0
7	2-2-1	96,0	6,0	2,0
8	2-2-5	60,0	5,0	2,0
9	2-3-1	130,0	20,0	2,0
10	2-3-2	67,0	8,0	1,9
11	2-3-3	189,0	24,0	2,0
12	2-4-1	98,0	27,0	1,9
13	2-4-7	146,0	20,0	1,7
	НСР ₀₅	11,4	6,5	0,7

В коллекционном питомнике изучено 350 образцов тмина обыкновенного второго года жизни.

Результаты (Results)

Проведено индивидуальное описание растений по морфологическим признакам (высоте растений, числу генеративных побегов, продолжительности цветения растений, созревания семян и лекарственной массы). Выделено 12 образцов эндемичных форм тмина обыкновенного второго года и 12 интродуцированных форм второго года жизни с периодом от отрастания до цветения 65 дней, что соответствует по состоянию выраженности позднему сроку цветения. Периодом «отрастание – полное созревание» – 112 дней (таблицы 1, 2).

Table 5

Yield and yield of essential oil, seeds in endemic samples of *Carum carvi*, 2018

No.	Breeding number	Dry matter yield, g/sample	Seed yield, g/sample	The content of the ether, %
1	<i>Aromatnyy (St)</i>	130.0	12.0	3.6
2	1-2-2	195.0	20.0	4.2
3	1-3-8	152.0	17.0	4.0
4	1-4-2	212.0	25.0	4.5
5	1-5-6	173.0	18.0	4.1
6	1-6-4	148.0	16.0	3.8
7	1-7-5	65.0	7.0	3.9
8	1-8-2	100.0	14.0	3.8
9	1-9-3	98.0	13.0	3.8
10	1-10-1	152.0	17.0	3.7
11	1-11-6	163.0	17.0	3.5
12	1-12-3	180.0	18.0	3.6
	<i>LSD₀₅</i>	7.5	2.2	0.7

Table 6

Yield and yield of essential oil, seeds in introduced samples of *Carum carvi*, 2018

No.	Breeding number	Dry matter yield, g/sample	Seed yield, g/sample	The content of the ether, %
1	<i>Aromatnyy (St)</i>	130.0	12.0	3.6
2	2-1-1	19.0	–	–
3	2-1-2	170.0	25.0	2.8
4	2-1-3	132.0	20.0	2.0
5	2-1-5	169.0	5.0	2.0
6	2-1-9	202.0	7.0	2.0
7	2-2-1	96.0	6.0	2.0
8	2-2-5	60.0	5.0	2.0
9	2-3-1	130.0	20.0	2.0
10	2-3-2	67.0	8.0	1.9
11	2-3-3	189.0	24.0	2.0
12	2-4-1	98.0	27.0	1.9
13	2-4-7	146.0	20.0	1.7
	<i>LSD₀₅</i>	11.4	6.5	0.7

Провели индивидуальный и массовый отбор растений, изучили и оценили выделившиеся формы по продуктивности лекарственного сырья (эфирных масел), урожайности лекарственного сырья и семян.

Изучение тмина обыкновенного велось по следующим морфологическим признакам.

Высота растений варьировала от 23 до 76 см. По толщине стебля все образцы относят к маленькой степени выраженности – ниже 15.

Длина междоузлий варьировала от короткой до средней.

Длина листа у всех образцов короткая. Ширина листа по всем вариантам узкая. Выраженность признака по зонтику соответствует среднему у всех образцов. Масса 1000 семян более 2,5 г наблюдалась у образцов 1-1-5, 2-1-5, имеет высокую степень выраженности (таблицы 3, 4).

По урожайности семенной продуктивности как основного источника лекарственного сырья не всегда высокий урожай сухой массы растений соответствует массе семян (2-1-9), где урожай сухого вещества составляет 202 г, а выход семян – 7 г. Максимальная урожайность семян установлена в образце (2-4-1) и составила 27 г, при этом сухая масса самого растения составила 98 г. Высокая урожайность семян наблюдалась в образцах 1-4-2 (25,0 г), 1-2-2 (20,0 г), 2-1-2 (25,0 г), 2-3-3 (24,0 г), 2-4-7 (20,0 г), 2-3-1 (20,0 г), 2-1-3 (20,0 г). По количеству образцов с высокой урожайностью семян преобладают интродуцированные формы, но по количеству эфирного масла в лекарственном сырье они уступают эндемичным популяциям. Так, максимальное содержание эфирных масел выявлено у образцов 1-2-2 (4,2 %), 1-3-8 (4,0 %), 1-4-2 (4,5 %), 1-5-6 (4,1 %), (таблица 5), а у интродуцированных образцов максимальный выход составлял 2,8 % у номера 2-1-2 (таблица 6).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В коллекционном питомнике изучены 350 образцов тмина обыкновенного второго года жизни.

По урожайности лекарственного сырья (семян) и содержанию эфирного масла выделено два образца 2 года жизни эндемичных форм: № 1-2-2 – 20,0 г (4,2 %) с растения, № 1-4-2 – 25,0 г (4,5 %) с растения.

По семенной продуктивности выделено два интродуцированных образца: № 2-1-2 – 25,0 г с растения, № 2-4-1 – 27,0 г с растения.

Выделенные образцы популяций по хозяйственно полезным признакам являются ценным генетическим источником по урожайности сырья и накоплению эфирных масел.

Рекомендуем выделенные номера (1-2-2, 1-4-2) включить в селекционную программу НИИСХ СЗ – филиал ТюмНЦ СО РАН для дальнейшего изучения. Работа проведена по общепринятой методике с 350 образцами исследуемой культуры, из которых выделились 24 образца по морфологическим признакам, и по совокупности хозяйственно-полезных признаков было отобрано 2 образца эндемичных форм. Данные образцы по показателям количества и качества лекарственного сырья находятся выше стандартного сорта Ароматный, который показал урожайность семян 14,2 г с растения, а эфирных масел – 3,98 % в среднем за изучаемый период с 2001–2003 гг.

Библиографический список

- Goyal M, Gupta V. K., Singh N., Mrinal. *Carum Carvi – An Updated Review // Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research (IJPBR) Journal homepage*. 2018. Vol. 6. No. 04. Pp. 14–25. DOI: 10.30750/ijpbr.6.4.4.
- Lasram S., Zemni H., Hamdi Z., Chenenaouia S., Houissa H., Tounsi M. S., Ghorbela A. Antifungal and antiaflatoxinogenic activities of *Carum carvi* L., *Coriandrum sativum* L. seed essential oils and their major terpene component against *Aspergillus flavus* // *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 136. Pp. 11–18. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.03.037.
- Ali R., Mahmoud M. H., Abbas H., Fakhr M. Physiological Studies on the Interactive Effects of Lead and Antioxidants on *Carum carvi* Plant // *National Information and Documentation Center (NIDOC)*. 2017. Vol. 57. No. 2. Pp. 317–333. DOI: 10.21608/EJVO.2017.653.1034.
- Mardani M., Afra S. M., Tanideh N., Andisheh Tadbir A., Modarresi F., Koohi-Hosseinabadi O., Iraj A., Sepehrimanesh M. Hydroalcoholic extract of *Carum carvi* L. in oral mucositis: a clinical trial in male golden hamsters // *Oral Diseases*. 2016. Vol. 22. Pp. 39–45. DOI: 10.1111/odi.12263.
- Маланкина Е. Л., Цицилин А. Н. Лекарственные и эфирномасличные растения: учебник. М.: ИНФРА-М, 2016. 318 с.
- Вишнякова С. В., Жукова М. В. Лекарственные эфиромасличные растения. Екатеринбург: УГЛУТУ, 2017. 41 с.
- Кильянова Т. В., Сафина Н. В. Особенности формирования сырьевой базы лекарственного растительного сырья с использованием нетрадиционных культур // *Агромир Поволжья*. 2015. № 4. С. 26–29.
- Благородова Е. Н., Зинченко В. В. Лекарственные растения: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2016. 176 с.
- Бабаянц М. В., Белопухов С. Л. Общая характеристика тмина обыкновенного (*Carum carvi* L.) – двулетнего травянистого растения семейства сельдерейные (*Apiaceae*) // *Актуальные проблемы современной экологии и экологического образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Москва, 2015. С. 1.
- Новикова Л. Н., Новиков Б. Н. Тмин – полезная пряно-вкусовая культура для юга России // *Хранение и использование генетических ресурсов садовых и овощных культур: сборник тезисов докладов и сообщений международной научно-практической конференции*. Крымск, 2015. С. 121–123.
- Самылина И. А., Баева В. М., Кузнецов Р. М. Совершенствование требований к качеству лекарственного растительного сырья плоды тмина, фенхеля и аниса обыкновенного // *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2017. № 3 (20). С. 134–143.
- Самылина И. А., Баева В. М., Кузнецов Р. М. Совершенствование требований к качеству плодов тмина // *Фармация*. 2017. Т. 66. № 5. С. 37–40.
- Губанов В. Г. Влияние погодных факторов на урожай лекарственного сырья в изучаемых образцах иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis*) // *Агропродовольственная политика России*. 2017. № 10 (70). С. 132–134.
- Губанов В. Г. Зависимость содержания эфирных масел от климатических условий тюменской области у выделенных образцов *Hyssopus officinalis* и *Origanum vulgare* // *Аграрный вестник Урала*. 2018. № 9 (176). С. 4–8. DOI: 10.32417/article_5be27fb69b2614.84934879.

15. Губанов В. Г., Губанова В. М. Влияние погодных факторов на сбор сухого растительного сырья пряноароматических культур // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 33–36. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10308.
16. Эмиров С. А., Таймазова Н. С. Оценка и создание исходного материала селекции тмина обыкновенного (*Carum carvi* L.) // Инновационное развитие аграрной науки и образования: сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, Заслуженного деятеля РСФСР и ДР, профессора М. М. Джембулатова. Махачкала, 2016. С. 706–709.

Об авторах:

Михаил Валерьевич Губанов^{1,2}, научный сотрудник отдела кормопроизводства¹, заведующий лабораторией качества сельскохозяйственной продукции², ORCID 0000-0001-6742-2097, AuthorID 831833; +7 961 210-32-36,

Mihail-gubanoff.1987@yandex.ru

Андрей Германович Губанов¹, научный сотрудник отдела кормопроизводства, ORCID 0000-0002-8850-5059, AuthorID 305001; +7 912 993-10-72, *gubanow.andrew@yandex.ru*

Вера Михайловна Губанова², доцент кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве, ORCID 0000-0003-0622-872X, AuthorID 305022; +7 922 486-76-51, *gubanovavm@gausz.ru*

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра СО РАН, Тюмень, Россия

² Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Study of populations of *Carum carvi* seeds in the climatic conditions of the northern Trans-Urals

M. V. Gubanov^{1,2}✉, A. G. Gubanov¹, V. M. Gubanova²

¹ Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region – Branch of Federal Research Centre of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

² State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

✉E-mail: *Mihail-gubanoff.1987@yandex.ru*

Abstract. The authors present the results of a study of the genetic characteristics of *Carum carvi* seeds (*Carum carvi*) in the northern forest-steppe of the Tyumen region. **The purpose** of the work is to study the genetic resources of medicinal and spicy – aromatic plants of the Northern Trans-Urals, to distinguish endemic forms from *Carum carvi* populations with valuable economic and biological characteristics. The area of priority areas is the study of this culture with a subsequent increase in the production of medicinal raw materials for the pharmaceutical and food industries. **The novelty** lies in the fact that for the first time in the northern forest-steppe of the Tyumen region at the Scientific Research Institute of Agricultural Sciences of the Northern Trans-Urals, a branch of the Federal Research Center of the Tyumen Scientific Center of the SB RAS, the feed production department, endemic forms from *Carum carvi* populations were studied. The variety Aromatnyy was used as a standard. **Methods.** Counts and observations were carried out according to the experimental technique. The collection nursery contains 200 samples of endemic forms of the 2nd year of life, of which 12 samples of this species were isolated. Of the forms previously introduced and adapted to local conditions, there were 150 plants of the same species of the 2nd year of life planted in 2017, of which 12 plants were isolated. The plot size is 9 m². **Results.** In a collection nursery 350 samples of *Carum carvi* seeds of ordinary endemic and introduced forms of plants were studied. With the high seed yield and the highest content of essential oils in relation to the standard Aromatnyy variety, in the study of endemic forms, two samples of the second year of life, No. 1-2-2, and No. 1-4-2, were distinguished, and when studying introduced samples by seed productivity, the following were distinguished: No. 12-1-2 and No. 2-4-1 – 27.0 g per plant. The selected population samples for economically useful traits are a valuable genetic source for the yield of raw materials and the accumulation of essential oils.

Keywords: spice, medicinal raw materials, introduction, endemic forms, genotype, adaptation, creation of varieties, morphology, seed production.

For citation: Gubanov M. V., Gubanov A. G., Gubanova V. M. Izuchenie populyatsiy tmina obyknovennogo v klimaticheskikh usloviyakh severnogo Zaural'ya [Study of populations of *Carum carvi* seeds in the climatic conditions of the northern Trans-Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 11–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-11-19. (In Russian.)

Paper submitted: 29.11.2019.

References

1. Goyal M, Gupta V. K., Singh N., Mrinal. *Carum Carvi* – An Updated Review // Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research (IJPBR) Journal homepage. 2018. Vol. 6. No. 04. Pp. 14–25. DOI: 10.30750/ijpbr.6.4.4.

2. Lasram S., Zemni H., Hamdi Z., Chenenaouia S., Houissa H., Tounsi M. S., Ghorbela A. Antifungal and antiaflatoxinogenic activities of *Carum carvi* L., *Coriandrum sativum* L. seed essential oils and their major terpene component against *Aspergillus flavus* // Industrial Crops and Products. 2019. Vol. 136. Pp. 11–18. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.03.037.
3. Ali R., Mahmoud M. H., Abbas H., Fakhr M. Physiological Studies on the Interactive Effects of Lead and Antioxidants on *Carum carvi* Plant // National Information and Documentation Center (NIDOC). 2017. Vol. 57. No. 2. Pp. 317–333. DOI: 10.21608/EJBO.2017.653.1034.
4. Mardani M., Afra S. M., Tanideh N., Andisheh Tadbir A., Modarresi F., Koochi-Hosseiniabadi O., Iraj A., Sepehrimanesh M. Hydroalcoholic extract of *Carum carvi* L. in oral mucositis: a clinical trial in male golden hamsters // Oral Diseases. 2016. Vol. 22. Pp. 39–45. DOI: 10.1111/odi.12263.
5. Malankina E. L., Tsitsilin A. N. Lekarstvennye i efirnomaslichnye rasteniya: uchebnik [Medicinal and essential oil plants: schoolbook]. Moscow : INFRA-M, 2016. 318 p. (In Russian.)
6. Vishnyakova S. V., Zhukova M. V. Lekarstvennye efirnomaslichnye rasteniya [Medicinal essential oil plants]. Ekaterinburg: UGLTU, 2017. 41 p. (In Russian.)
7. Kil'yanova T. V., Safina N. V. Osobennosti formirovaniya syr'evoy bazy lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya s ispol'zovaniem netraditsionnykh kul'tur [Features of the formation of the raw material base of medicinal plant materials using non-traditional crops] // Agromir Povolzh'ya. 2015. No. 4. Pp. 26–29. (In Russian.)
8. Blagorodova E. N., Zinchenko V. V. Lekarstvennye rasteniya: uchebnoe posobie [Medicinal plants: tutorial]. Krasnodar : KubGAU, 2016. 176 p. (In Russian.)
9. Babayants M. V., Belopukhov S. L. Obschaya kharakteristika tmina obyknovennogo (*Carum carvi* L.) dvuletnego travyanistogo rasteniya semeystva sel'dereynye (*Apiaceae*) [General characteristics of *Carum carvi* (*Carum carvi* L.) biennial herbaceous plant of the celery family (*Apiaceae*)] // Aktual'nye problemy sovremennoy ekologii i ekologicheskogo obrazovaniya: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Moscow, 2015. P. 1. (In Russian.)
10. Novikova L. N., Novikov B. N. Tmin – poleznaya pryano-vkusovaya kul'tura dlya yuga Rossii [Carum carvi seeds – a useful spice and taste culture for the south of Russia] // Khranenie i ispol'zovanie geneticheskikh resursov sadovykh i ovoshchnykh kul'tur Sbornik tezisov dokladov i soobshcheniy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Krymsk, 2015. Pp. 121–123. (In Russian.)
11. Samylina I. A., Baeva V. M., Kuznetsov R. M. Sovershenstvovanie trebovaniy k kachestvu lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya plody tmina, fenkhelya i anisa obyknovennogo [Improving the requirements for the quality of medicinal plant materials fruits of *Carum carvi*, fennel and anise] // Drug development & registration. 2017. No. 3 (20). Pp. 134–143. (In Russian.)
12. Samylina I. A., Baeva V. M., Kuznetsov R. M. Sovershenstvovanie trebovaniy k kachestvu plodov tmina [Improving the quality requirements for *Carum carvi* seeds] // Pharmacy. 2017. T. 66. No. 5. Pp. 37–40. (In Russian.)
13. Gubanov V. G. Vliyaniye pogodnykh faktorov na urozhay lekarstvennogo syr'ya v izuchaemykh obraztsakh issopa lekarstvennogo (*Hyssopus officinalis*) [The influence of weather factors on the yield of medicinal raw materials in the studied samples of hyssop officinalis (*Hyssopus officinalis*)] // Agro-food policy in Russia. 2017. No. 10 (70). Pp. 132–134. (In Russian.)
14. Gubanov V. G. Zavisimost' sodержaniya efirnykh masel ot klimaticheskikh usloviy tyumenskoy oblasti u vydelennykh obraztsov *Hyssopus officinalis* i *Origanum vulgare* [The dependence of the content of essential oils on the climatic conditions of the Tyumen region in selected samples of *Hyssopus officinalis* and *Origanum vulgare*] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 9 (176). Pp. 4–8. DOI: 10.32417/article_5be27fb69b2614.84934879. (In Russian.)
15. Gubanov V. G., Gubanova V. M. Vliyaniye pogodnykh faktorov na sbor sukhogo rastitel'nogo syr'ya pryanoaromaticheskikh kul'tur [The influence of weather factors on the collection of dry plant materials of aromatic crops] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2019. T. 33. No. 3. Pp. 33–36. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10308. (In Russian.)
16. Emirov S. A., Taymazova N. S. Otsenka i sozdanie iskhodnogo materiala selektsii tmina obyknovennogo (*Carum carvi* L.) [Evaluation and creation of the source material for the selection of *Carum carvi* seeds (*Carum carvi* L.)] // Innovatsionnoe razvitiye agrarnoy nauki i obrazovaniya: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu chl.-korr. RASKhN, Zasluzhennogo deyatelya RSFSR i DR, professora M. M. Dzhambulatova. Makhachkala, 2016. Pp. 706–709. (In Russian.)

Authors' information:

Mikhail V. Gubanov^{1,2}, researcher of the department of feed production¹, head of the laboratory of agricultural product quality², ORCID 0000-0001-6742-2097, AuthorID 831833; +7 961 210-32-36, Mihail-gubanov.1987@yandex.ru

Andrey G. Gubanov¹, researcher of the department of feed production, ORCID 0000-0002-8850-5059, AuthorID 305001; +7 912 993-10-72, gubanov.andrew@yandex.ru

Vera M. Gubanova², associate professor of the department of biotechnology and plant breeding, ORCID 0000-0003-0622-872X, AuthorID 305022; +7 922 486-76-51, gubanovavm@gausz.ru

¹ Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region – Branch of Federal Research Centre of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia

² State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

Продуктивность проса посевного (*Panicum miliaceum*) различного эколого-географического происхождения в условиях Акмолинской области

Э. Н. Дюсибаева¹, А. Б. Рысбекова[✉], И. А. Жирнова¹, А. Е. Жакенова¹, А. И. Сейтхожаев¹

¹ Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан

✉ E-mail: aiman_rb@mail.ru

Аннотация. Актуальность исследования. Создание высокопродуктивных и устойчивых к неблагоприятным факторам среды сортов является одним из важнейших направлений селекции растений. Высокий урожай обеспечивается развитием основных элементов структуры урожая растения. Для повышения эффективности селекционной работы большое значение имеет изучение разнообразного исходного материала. **Цель исследования** – изучение хозяйственно-ценных признаков коллекционных сортов и образцов проса различного эколого-географического происхождения в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана. **Материалы и методы исследования.** Посевные работы были проведены на полях НПЦ ЗХ им. А. И. Бараева, расположенного в Акмолинской области в подзоне засушливой степи на южном карбонатном черноземе. На посевах проводили фенологические наблюдения и полевые оценки согласно методике полевого опыта. Материалом для исследования служили сорта и образцы проса различного происхождения. **Результаты.** В результате структурного анализа за 2018–2019 гг. отобран ряд сортов и образцов проса как по отдельным хозяйственно-ценным признакам (сорта Шортандинское 7, Шортандинское 10, Шортандинское 11, Павлодарское, Павлодарское 4, Яркое 5, Яркое 6, Яркое 7, Памяти Берсиева, Кормовое 89, Барнаульское кормовое, Кормовое просо, Уральское 109, Актюбинское кормовое, Кокчетавское 66, Абаканское кормовое; образцы К-3742, К-5786, К-3137), так и по их комплексу: Омское 11, Павлодарское, Барнаульское кормовое, Уральское 109. Стабильная урожайность в контрастные по погодным условиям годы отмечена у сортов Омское 11 и Уральское 109. **Научная новизна.** В сухостепной зоне Акмолинской области в контрастные по погодным условиям годы выявлены наиболее ценные образцы с максимальной продуктивностью. Установлена прямая корреляционная связь между массой 1000 семян в метелках и средней урожайностью сортов и образцов проса. Выделенные генотипы представляют наибольший интерес для использования в селекционных программах на урожайность.

Ключевые слова: просо, коллекция, структурный анализ, селекция, хозяйственно-ценные признаки, продуктивность, высокая урожайность.

Для цитирования: Дюсибаева Э. Н., Рысбекова А. Б., Жирнова И. А., Жакенова А. Е., Сейтхожаев А. И. Продуктивность проса посевного (*Panicum miliaceum*) различного эколого-географического происхождения в условиях Акмолинской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 20–28. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-20-28.

Дата поступления статьи: 26.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Просо обыкновенное (*Panicum miliaceum* L.) – ценная крупяная культура, которая широко выращивается в Индии, Непале, Западной Бирме, Шри-Ланке, Пакистане и странах Юго-Восточной Азии [1, с. 1], [2, с. 22], [3, с. 332], [4, с. 1], [5, с. 1]. Просо можно высевать на зеленый корм и сено, использовать как страховую культуру для пересева погибших озимых или ранних яровых культур [6, с. 411], а также как источник получения ценного продукта – пшена (просяной крупы) [7, с. 357]. Просо – одна из самых засухоустойчивых и жаростойких растений, способная противостоять запалам и захватам, что весьма важно для засушливых районов и в засушливые годы, когда урожай других зерновых сильно снижается [8, с. 852]. Однако урожайность проса остается на низком уровне, она сильно колеблется по годам и зависит от погодных условий [9, с. 223]. В последние годы его посева в Казахстане занима-

ли 260–400 тыс. га. Основные площади возделывания проса расположены в Павлодарской, Западно-Казахстанской, Восточно-Казахстанской, Костанайской областях. Средняя урожайность зерна проса составляет 3,6–4,5 ц/га, в передовых хозяйствах Павлодарской, Восточно-Казахстанской областей получают от 7,5–9,1 до 12–14,5 ц/га [10, с. 52]. Такая урожайность не соответствует потенциальным возможностям этой культуры. Успешное решение этой задачи может быть обеспечено при создании и внедрении в производство новых, более продуктивных сортов с повышенным адаптивным потенциалом [11, с. 154]. Урожайность является важнейшим критерием при оценке хозяйственной ценности сортов и образцов проса. В связи с этим селекция на данный признак является приоритетным направлением при создании новых сортов этой культуры [12, с. 36]. Целью работы было проведение исследований, направленных на изучение сортов и образцов проса по эле-

менам структуры продуктивности и выявление ценных форм, которые имеют большое теоретическое и практическое значение в селекционных программах этой важной сельскохозяйственной культуры.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2018–2019 гг. на экспериментальных полях ТОО «Научно-производственный

центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева» в отделе селекции крупяных культур, расположенного в Акмолинской области. Материалом для исследования служили сорта и образцы проса различного происхождения. В качестве стандарта использовали сорт Саратовское 6, допущенный к возделыванию в данном регионе.

Таблица 1
Сорта и образцы проса, отобранные по массе зерен с метелки

Название генотипа	Происхождение	Масса зерен с метелки, г		
		2018	2019	Среднее
Саратовское 6 (St)	Россия	4,8	0,86	2,83
Актюбинское кормовое	Казахстан	2,4	0,99	1,69
Памяти Берсиева	Казахстан	3,2	0,95	2,07
Павлодарское 4	Казахстан	2,1	1,43	1,76
Яркое 5	Казахстан	1,9	0,98	1,44
Яркое 6	Казахстан	3,4	0,92	2,16
Яркое 7	Казахстан	3,0	0,93	1,96
Омское 11	Россия	1,8	1,33	1,56
Кормовое 89	Казахстан	3,1	1,15	2,12
Кокчетавское 66	Казахстан	2,6	0,81	1,70
Павлодарское	Казахстан	3,3	1,48	2,39
Барнаульское кормовое	Россия	3,0	1,73	2,36
Кормовое просо	Казахстан	2,8	1,34	2,07
Абаканское кормовое	Россия	1,0	0,34	0,67
Шортандинское 7	Казахстан	3,8	0,96	2,38
Уральское 109	Россия	2,5	1,84	2,17
Шортандинское 10	Казахстан	1,3	1,23	1,26
Шортандинское 11	Казахстан	2,4	0,94	1,67
К-3742	Казахстан	2,1	0,49	1,29
К-5786	Казахстан	2,3	1,22	1,76
К-3137	Россия	2,6	1,10	1,85

Table 1
Proso millet varieties and samples, selected by weight of grains per panicle

Genotype	Origin	Grain mass per panicle, g		
		2018	2019	Average
<i>Saratovskoe 6 (St)</i>	<i>Russia</i>	<i>4.8</i>	<i>0.86</i>	<i>2.83</i>
<i>Aktobinskoe kormovoe</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.4</i>	<i>0.99</i>	<i>1.69</i>
<i>Pamyati Bersieva</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>3.2</i>	<i>0.95</i>	<i>2.07</i>
<i>Pavlodarskoe 4</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.1</i>	<i>1.43</i>	<i>1.76</i>
<i>Yarkoe 5</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>1.9</i>	<i>0.98</i>	<i>1.44</i>
<i>Yarkoe 6</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>3.4</i>	<i>0.92</i>	<i>2.16</i>
<i>Yarkoe 7</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>3.0</i>	<i>0.93</i>	<i>1.96</i>
<i>Omskoe 11</i>	<i>Russia</i>	<i>1.8</i>	<i>1.33</i>	<i>1.56</i>
<i>Kormovoe 89</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>3.1</i>	<i>1.15</i>	<i>2.12</i>
<i>Kokchetavskoe 66</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.6</i>	<i>0.81</i>	<i>1.70</i>
<i>Pavlodarskoe</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>3.3</i>	<i>1.48</i>	<i>2.39</i>
<i>Barnaulskoe kormovoe</i>	<i>Russia</i>	<i>3.0</i>	<i>1.73</i>	<i>2.36</i>
<i>Kormovoe proso</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.8</i>	<i>1.34</i>	<i>2.07</i>
<i>Abakanskoe kormovoe</i>	<i>Russia</i>	<i>1.0</i>	<i>0.34</i>	<i>0.67</i>
<i>Shortandinskoe 7</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>3.8</i>	<i>0.96</i>	<i>2.38</i>
<i>Ural'skoe 109</i>	<i>Russia</i>	<i>2.5</i>	<i>1.84</i>	<i>2.17</i>
<i>Shortandinskoe 10</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>1.3</i>	<i>1.23</i>	<i>1.26</i>
<i>Shortandinskoe 11</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.4</i>	<i>0.94</i>	<i>1.67</i>
<i>K-3742</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.1</i>	<i>0.49</i>	<i>1.29</i>
<i>K-5786</i>	<i>Kazakhstan</i>	<i>2.3</i>	<i>1.22</i>	<i>1.76</i>
<i>K-3137</i>	<i>Russia</i>	<i>2.6</i>	<i>1.10</i>	<i>1.85</i>

Коллекции были посеяны в коллекционном питомнике. Осенью проводилась обработка почвы на глубину 25–27 см, весной – ранневесеннее боронование, выравнивание почвы с последующими двумя предпосевными культивациями. Посев коллекции проводился ручным способом 26 мая, площадь делянки – 1 м², расположение делянок систематическое. Учетные площадки (0,5 м²) после появления всходов на делянках контрольного питомника и конкурсного сортоиспытания закрепляли для определения полевой всхожести и сохранности растений к уборке. Анализ структуры урожая проводили по 25 растениям проса, выделенным из снопового образца с учетных площадок. Отобранные растения из коллекционного питомника анализировали по морфологическим признакам, продуктивности метелки, массе 1000 зерен, высоте растений, длине метелки. На посевах проводили фенологические наблюдения и полевые оценки согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985) и Методике полевого опыта [13, с. 187]. Статистическую обработку данных осуществляли по средним значениям числа зерен в метелке с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты (Results)

Величина урожая является результатом продуктивности растений и устойчивости их к неблагоприятным факторам среды. Причина в том, что продуктивность основана на высокой интенсивности синтетических процессов, а высокая стрессовая устойчивость, напротив, имеет обратную зависимость от интенсивности этих процессов. Эти две стороны вопроса не поддаются сочетанию в одном генотипе. Чем больше энергетических ресурсов растение

тратит на формирование урожая, тем меньше их остается на поддержание экологической устойчивости. Продуктивность проса – это показатель, который в полной мере отражает все биологические особенности сорта по отношению к условиям возделывания.

Изучение коллекции проса в контрастные по погодным условиям годы позволило всесторонне оценить материал и выявить наиболее ценные образцы с максимальной продуктивностью.

В 2018 г. влагообеспеченность и температурный режим были более благоприятны для развития растений, сумма осадков за вегетационный период составила 200,5 мм, а 2019 г. характеризовался повышенным температурным режимом летом, недобором осадков в период вегетации и составил лишь 82,0 мм осадков, тогда как среднее многолетнее количество составляет 136,3 мм. В условиях резко континентального климата Северного Казахстана важно подобрать для возделывания сорта проса, которые в меньшей степени зависят от погодных условий года. В связи с этим были проведены исследования коллекции сортов и образцов проса для отбора ценных форм, которые в дальнейшем будут включены в селекционный процесс.

Высокий урожай обеспечивается наилучшим развитием основных элементов структуры урожая растений. Масса зерна с метелки является одним из важнейших количественных признаков сорта. Этот признак может изменяться в зависимости от агрофона, густоты стояния растений, условий среды и от сортовой особенности генотипа. При сравнении показателя массы зерен с метелки по годам можно сделать вывод, что данный показатель умеренно снижался, однако среди них удалось выделить со-

Таблица 2
Генотипы, отобранные по количеству зерен с главной метелки

Название генотипа	Озерненность метелки, шт.		
	2018	2019	Среднее
Саратовское 6 (St)	657,0	202,0	429,5
Актюбинское кормовое	512,5	213,0	362,7
Памяти Берсиева	276,8	178,0	227,4
Павлодарское 4	206,2	163,0	184,6
Яркое 5	407,0	202,1	304,5
Яркое 6	361,0	154,0	257,5
Яркое 7	259,0	146,0	202,5
Омское 11	422,0	187,0	304,5
Кормовое 89	351,0	163,0	257,0
Кокчетавское 66	418,9	225,0	321,9
Павлодарское	374,0	290,0	332,0
Барнаульское кормовое	383,3	259,0	321,1
Кормовое просо	141,0	515,0	328,0
Абаканское кормовое	497,0	156,0	326,5
Шортандинское 7	318,0	297,1	307,5
Уральское 109	190,8	202,0	196,4
Шортандинское 10	266,8	268,2	267,4
Шортандинское 11	247,0	115,0	181,0
К-3742	486,3	266,0	376,1
К-5786	366,3	248,0	307,1
К-3137	431,0	221,0	326,0

Table 2
Genotypes selected by the number of grains from the main panicle

Genotype	Paniceiness of the panicle, pcs.		
	2018	2019	Average
Saratovskoe 6 (St)	657.0	202.0	429.5
Aktobinskoe kormovoe	512.5	213.0	362.7
Pamyati Bersieva	276.8	178.0	227.4
Pavlodarskoe 4	206.2	163.0	184.6
Yarkoe 5	407.0	202.1	304.5
Yarkoe 6	361.0	154.0	257.5
Yarkoe 7	259.0	146.0	202.5
Omskoe 11	422.0	187.0	304.5
Kormovoe 89	351.0	163.0	257.0
Kokchetavskoe 66	418.9	225.0	321.9
Pavlodarskoe	374.0	290.0	332.0
Barnaulskoe kormovoe	383.3	259.0	321.1
Kormovoe proso	141.0	515.0	328.0
Abakanskoe kormovoe	497.0	156.0	326.5
Shortandinskoe 7	318.0	297.1	307.5
Ural'skoe 109	190.8	202.0	196.4
Shortandinskoe 10	266.8	268.2	267.4
Shortandinskoe 11	247.0	115.0	181.0
K-3742	486.3	266.0	376.1
K-5786	366.3	248.0	307.1
K-3137	431.0	221.0	326.0

Таблица 3
Сорта и образцы проса,
отобранные по массе 1000 зерен

Название генотипа	Масса 1000 зерен, г		
	2018	2019	Среднее
Саратовское 6 (St)	7,3	6,3	6,8
Актюбинское кормовое	4,9	3,0	3,9
Памяти Берсиева	6,2	4,6	5,4
Павлодарское 4	7,5	5,3	6,4
Яркое 5	9,2	5,7	7,4
Яркое 6	8,3	6,5	7,4
Яркое 7	8,3	5,8	7,0
Омское 11	6,9	6,4	6,6
Кормовое 89	7,3	5,9	6,6
Кокчетавское 66	7,4	4,9	6,1
Павлодарское	7,8	6,3	7,0
Барнаулское кормовое	8,0	6,6	7,3
Кормовое просо	7,3	5,3	6,3
Абаканское кормовое	7,0	3,0	5,0
Шортандинское 7	7,6	5,5	6,5
Уральское 109	7,8	6,3	7,0
Шортандинское 10	6,8	5,9	6,3
Шортандинское 11	8,9	4,9	6,9
К-3742	8,5	4,2	6,3
К-5786	6,2	4,0	5,1
К-3137	6,0	4,7	5,3

ротообразцы, масса зерен с метелки которых не изменялась в зависимости от условий: Шортандинское 10, Омское 11 (таблица 1).

Из полученных данных видно, что все выделившиеся сортообразцы относятся к отечественной и российской селекции. При проведении селекционных работ на качество зерна важным показателем является озерненность метелки, степень варьирования которой по отдельным сортообразцам довольно значительна (таблица 2).

За период исследования число зерен в метелке изучаемых образцов в среднем варьирует от 181,0 до 429,5 шт. Повышенную озерненность метелок имели образцы Яркое 5 (304,5 шт.), Омское 11 (304,5 шт.), К-5786 (307,1 шт.), Шортандинское 7 (307,5 шт.), Барнаулское кормовое (321,1 шт.), Кокчетавское 66 (321,9 шт.), К-3137 (326,0 шт.), Абаканское кормовое (326,5 шт.), Кормовое просо (328,0 шт.), Павлодарское (332,0 шт.) при озерненности стандарта сорта Саратовское 6 – 429,5 шт. Также следует отметить сорт проса Шортандинское 10, озерненность которого не изменилась по годам.

Отмечены существенные различия образцов по массе 1000 зерен – одному из основных элементов структуры урожая. В процессе изучения более крупнозерным по сравнению со стандартным сортом Саратовское 6 (6,8 г) оказалось зерно у сортов Яркое 5, Яркое 6, Яркое 7, Барнаулское кормовое, Павлодарское, Уральское 109, которые из всех изучаемых образцов имели наибольшую массу 1000 зерен (7,0–7,4 г) (таблица 3).

При оценке влияния условий года на массу 1000 семян выделились сорта Омское 11 и Уральское 109, в данных образцах не наблюдалось резких изменений по годам, что говорит об адаптивной способности данных сортов.

Table 3
Proso millet varieties and samples, selected
by 1000 grain weight

Genotype	1000 grain weight, g		
	2018	2019	Average
<i>Saratovskoe 6 (St)</i>	7.3	6.3	6.8
<i>Aktobinskoe kormovoe</i>	4.9	3.0	3.9
<i>Pamyati Bersieva</i>	6.2	4.6	5.4
<i>Pavlodarskoe 4</i>	7.5	5.3	6.4
<i>Yarkoe 5</i>	9.2	5.7	7.4
<i>Yarkoe 6</i>	8.3	6.5	7.4
<i>Yarkoe 7</i>	8.3	5.8	7.0
<i>Omskoe 11</i>	6.9	6.4	6.6
<i>Kormovoe 89</i>	7.3	5.9	6.6
<i>Kokchetavskoe 66</i>	7.4	4.9	6.1
<i>Pavlodarskoe</i>	7.8	6.3	7.0
<i>Barnaulskoe kormovoe</i>	8.0	6.6	7.3
<i>Kormovoe proso</i>	7.3	5.3	6.3
<i>Abakanskoe kormovoe</i>	7.0	3.0	5.0
<i>Shortandinskoe 7</i>	7.6	5.5	6.5
<i>Ural'skoe 109</i>	7.8	6.3	7.0
<i>Shortandinskoe 10</i>	6.8	5.9	6.3
<i>Shortandinskoe 11</i>	8.9	4.9	6.9
<i>K-3742</i>	8.5	4.2	6.3
<i>K-5786</i>	6.2	4.0	5.1
<i>K-3137</i>	6.0	4.7	5.3

Полученные результаты полевой оценки урожайных свойств сортообразцов проса показали, что при более благоприятных условиях развития в 2018 г. наиболее урожайными были сорта Шортандинское 7 (147,2 г/м²), Уральское 109 (152,1 г/м²), Яркое 6 (156,1 г/м²), Омское 11 (165,1 г/м²) (таблица 4).

Наибольшая средняя продуктивность (90,4–124,7 г/м²) отмечена у сортов Омское 11, Уральское 109, Барнаулское кормовое, Яркое 6, Шортандинское 7, которые были близки к сорту стандарту Саратовское 6 (140,1 г/м²). Продуктивная кустистость в 2019 году находилась на уровне 1,0–1,2, практически у всех образцов кустистость была на уровне стандарта 1,1. Продуктивная кустистость 1,2 отмечена у сортов Павлодарское, Актюбинское кормовое, Яркое 6 и образца К-5786 (таблица 5).

В ходе изучения коллекции проса выделен ряд сортообразцов проса как по отдельным хозяйственно-ценным признакам, так и по их комплексным показателям. Отобранные генотипы рекомендуются в качестве ценных источников для дальнейшей в селекции на повышение продуктивности проса.

Оценка растений по взаимосвязи между различными хозяйственно-ценными признаками необходима в селекционной работе, так как позволяет оптимизировать процесс на ранних этапах [14, с. 1015], [15, с. 452]. Для более продуктивного процесса создания исходного материала в селекции необходимо выявить корреляционные зависимости между признаками и, установив наиболее прочные связи, вести дальнейшую работу [16, с. 333]. В работе была изучена взаимосвязь элементов структуры метелки, корреляция показателей озерненности и массы 1000 семян (рис. 1).

Таблица 4
Урожайность зерна коллекции проса

Название генотипа	Урожайность, г/м ²			Отклонение от стандарта, г/м ²
	2018	2019	Среднее	
Саратовское 6 (St)	245,9	34,4	140,1	–
Актюбинское кормовое	77,9	29,9	53,9	–86,2
Памяти Берсиева	140,5	34,7	87,6	–52,5
Павлодарское 4	68,0	35,3	51,6	–88,5
Яркое 5	117,2	33,6	75,4	–64,7
Яркое 6	156,1	27,6	91,8	–48,3
Яркое 7	51,9	20,3	36,1	–104,0
Омское 11	165,1	36,1	100,6	–39,5
Кормовое 89	136,9	26,9	81,9	–58,2
Кокчетавское 66	95,7	20,8	58,2	–81,9
Павлодарское	126,4	46,1	86,2	–53,9
Барнаулское кормовое	119,3	62,0	90,6	–49,5
Кормовое просо	72,3	19,1	45,7	–94,4
Абаканское кормовое	24,3	13,2	18,7	–121,4
Шортандинское 7	147,2	33,6	90,4	–49,7
Уральское 109	152,1	97,3	124,7	–15,4
Шортандинское 10	45,4	43,9	44,6	–95,5
Шортандинское 11	67,3	36,2	51,7	–88,4
К-3742	47,7	16,1	31,9	–108,2
К-5786	106,0	34,2	70,1	–70,0
К-3137	52,4	33,0	42,7	–97,4

Table 4
Yield of proso millet collection

Genotype	Productivity, g/m ²			Deviation from the standard, g/m ²
	2018	2019	Average	
<i>Saratovskoe 6 (St)</i>	245.9	34.4	140.1	–
<i>Aktobinskoe kormovoe</i>	77.9	29.9	53.9	–86.2
<i>Pamyati Bersieva</i>	140.5	34.7	87.6	–52.5
<i>Pavlodarskoe 4</i>	68.0	35.3	51.6	–88.5
<i>Yarkoe 5</i>	117.2	33.6	75.4	–64.7
<i>Yarkoe 6</i>	156.1	27.6	91.8	–48.3
<i>Yarkoe 7</i>	51.9	20.3	36.1	–104.0
<i>Omskoe 11</i>	165.1	36.1	100.6	–39.5
<i>Kormovoe 89</i>	136.9	26.9	81.9	–58.2
<i>Kokchetavskoe 66</i>	95.7	20.8	58.2	–81.9
<i>Pavlodarskoe</i>	126.4	46.1	86.2	–53.9
<i>Barnaulskoe kormovoe</i>	119.3	62.0	90.6	–49.5
<i>Kormovoe proso</i>	72.3	19.1	45.7	–94.4
<i>Abakanskoe kormovoe</i>	24.3	13.2	18.7	–121.4
<i>Shortandinskoe 7</i>	147.2	33.6	90.4	–49.7
<i>Ural'skoe 109</i>	152.1	97.3	124.7	–15.4
<i>Shortandinskoe 10</i>	45.4	43.9	44.6	–95.5
<i>Shortandinskoe 11</i>	67.3	36.2	51.7	–88.4
<i>K-3742</i>	47.7	16.1	31.9	–108.2
<i>K-5786</i>	106.0	34.2	70.1	–70.0
<i>K-3137</i>	52.4	33.0	42.7	–97.4

Таблица 5
Генотипы проса, отобранные по комплексу ценных признаков

Название генотипа	Высота растений, см	Высота метелки, см	Масса зерен с метелки, г	Масса семян с метелки, г	Масса 1000 семян, г	Продуктивная кустистость, шт.	Урожайность г/м ²
Саратовское 6 (St)	63	15	429,5	2,83	6,8	1,1	140,1
Омское 11	53	15	304,5	1,56	6,6	1,0	100,6
Павлодарское	58	18	332,0	2,39	7,0	1,2	86,2
Барнаулское кормовое	76	28	321,1	2,36	7,3	1,1	90,6
Уральское 109	70	18	196,4	2,17	7,0	1,1	124,7
Шортандинское 10	72	19	267,4	1,26	7,0	1,1	44,6

Table 5
Proso millet genotypes selected by valuable traits

Genotype	Plant height, cm	Panicle height, cm	Weight of grains per panicle, g	Seed weight per panicle, g	1000 grain weight, g	Productive tillering, pcs.	Productivity g/m ²
<i>Saratovskoe 6 (St)</i>	63	15	429.5	2.83	6.8	1.1	140.1
<i>Omskoe 11</i>	53	15	304.5	1.56	6.6	1.0	100.6
<i>Pavlodarskoe 4</i>	58	18	332.0	2.39	7.0	1.2	86.2
<i>Barnaulskoe kormovoe</i>	76	28	321.1	2.36	7.3	1.1	90.6
<i>Ural'skoe 109</i>	70	18	196.4	2.17	7.0	1.1	124.7
<i>Shortandinskoe 10</i>	72	19	267.4	1.26	7.0	1.1	44.6

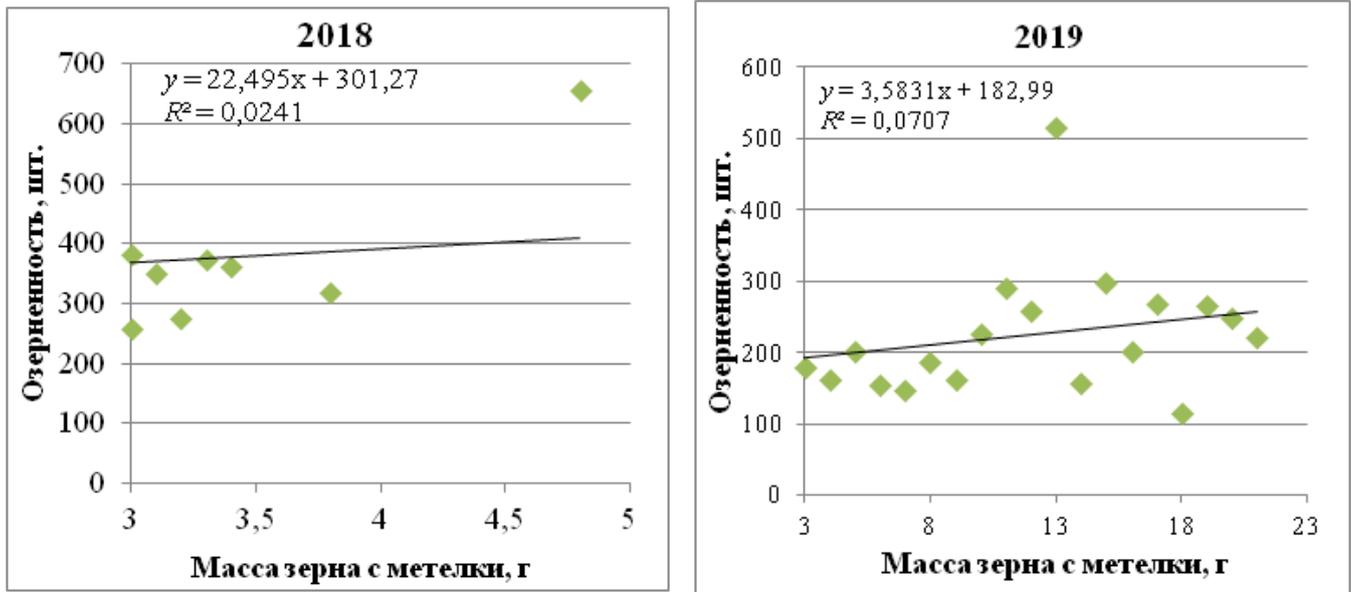


Рис. 1. Корреляционная зависимость между озерненностью и массой зерна с метелки

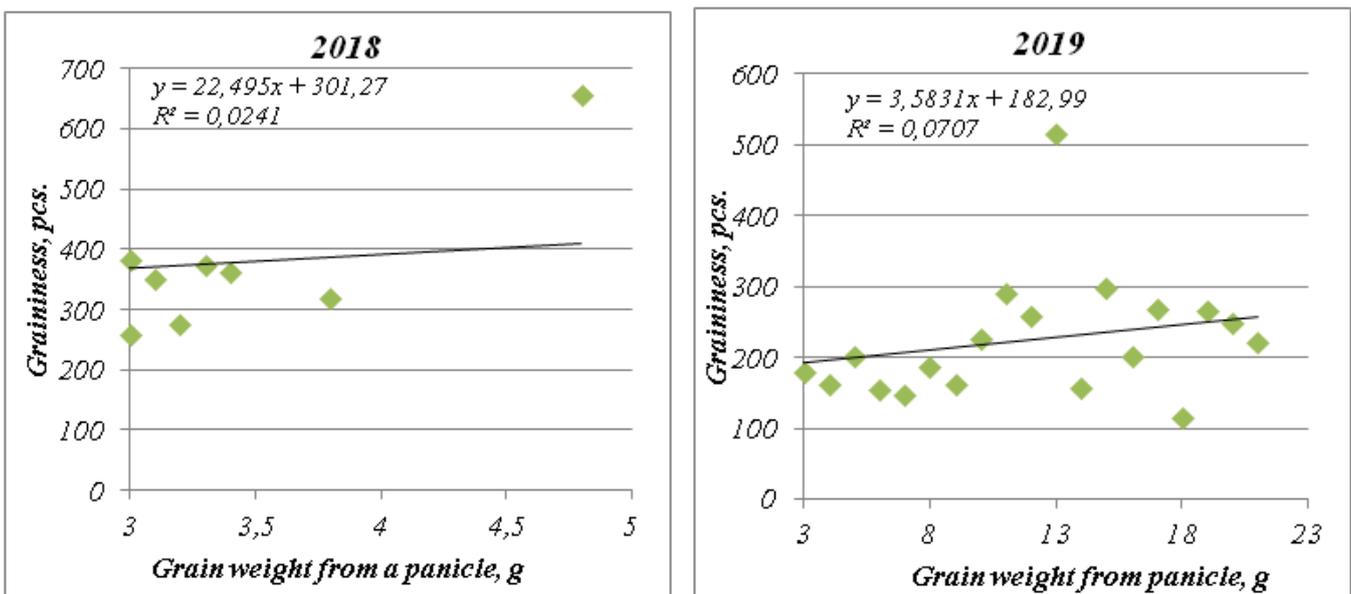


Fig. 1. Correlation between graininess and grain weight from a panicle

Отмечена достоверная положительная слабая корреляционная связь озерненности с массой зерна метелки по годам: $r^2 = 0,024$ и $r^2 = 0,07$ соответственно. Урожайность зерна также слабо коррелировала с массой 1000 семян в метелке, коэффициент корреляции между этими признаками в 2018 г. составил $r^2 = 0,003$, в 2019 г. $r^2 = 0,22$, что указывает на целесообразность отбора на урожайность зерна на основе признака «масса 1000 семян» (рис. 2).

Таким образом, в результате наших исследований установлена слабая отрицательная корреляционная связь озерненности с массой зерна метелки и урожайностью зерна с массой 1000 семян. Полученные данные корреляционного анализа различных хозяйственно-ценных признаков друг на друга, могут быть использованы в дальнейшей селекционной работе по созданию новых сортов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, по итогам двухлетних исследований из 115 образцов и сортов выделены по отдельным ценным хозяйственным признакам: по продуктивной кусти-

стости – сорта Павлодарское, Яркое 6 и образец К-5786; по массе главной метелки – сорта Шортандинское 7, Павлодарское, Яркое 6, Памяти Берсиева, Кормовое 89, Барнаульское кормовое, Кормовое просо, Уральское 109; по озерненности метелки – Актюбинское кормовое, Памяти Берсиева, Павлодарское 4, Яркое 5, Яркое 6, Яркое 7, Омское 11, Кормовое 89, Кокчетавское 66, Павлодарское, Барнаульское кормовое, Кормовое просо, Абаканское кормовое, Уральское 109, Шортандинское 10, Шортандинское 11, К-3742, К-5786, К-3137 Шортандинское 7, Павлодарское; по крупнозерности зерен – Яркое 5, Яркое 6, Яркое 7, Павлодарское, Барнаульское кормовое, Уральское 109. Установлена прямая корреляционная связь между массой 1000 зерен в метелках и средней урожайностью сортов и образцов проса, что указывает на эффективность отбора по числу зерен с метелки. Вовлечение в селекционную работу наиболее ценных генетических источников, с высоким развитием того или иного хозяйственно-ценного признака, дает возможность получения высокопродуктивных и качественных сортов проса.

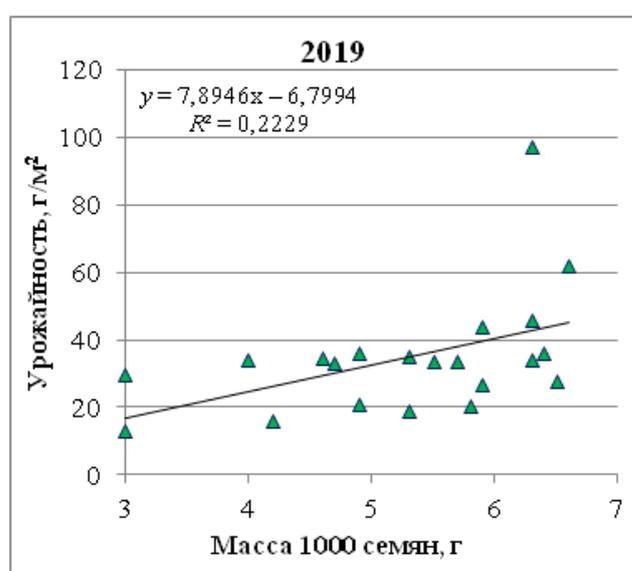
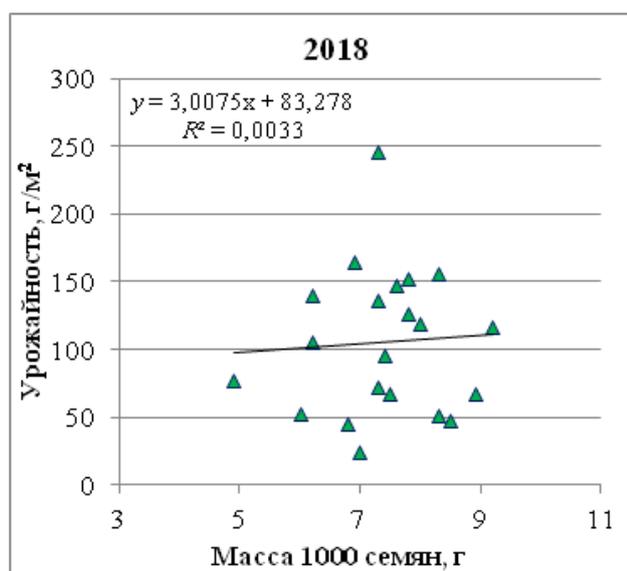


Рис. 2. Корреляционная зависимость между урожайностью и массой 1000 семян

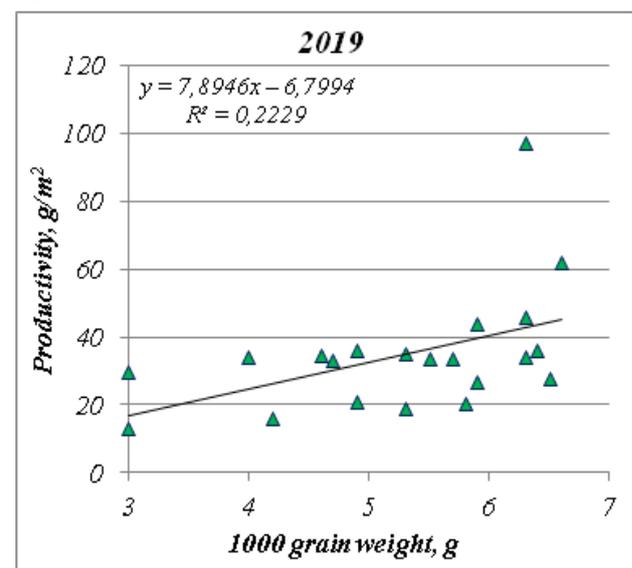
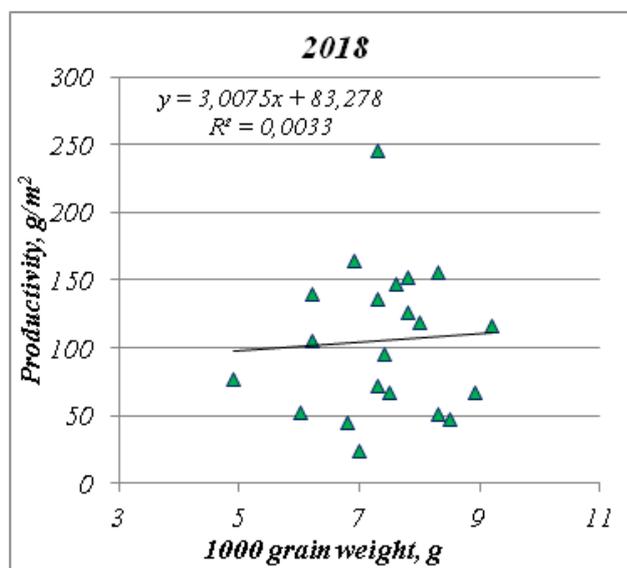


Fig. 2. Correlation between productivity and 1000 grain weight

Библиографический список

1. Habiyaemye C., Matanguihan J. B., Guedes J. D., Ganjyal G. M., Whiteman M. R., Kidwell K. K., Murphy K. M. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific Northwest, US: a review // *Front Plant Sci.* 2017. No. 7. Pp. 1–17.
2. Trivedi A. K., Arya L., Verma M., Verma S. K., Tyagi R. K., Hemantaranjan A. Genetic variability in proso millet [*Panicum miliaceum*] germplasm of Central Himalayan Region based on morpho-physiological traits and molecular markers // *Acta Physiol Plant.* 2015. No. 37. P. 23.
3. Wang R., Hunt H. V., Qiao Z., Wang L., Han Y. Diversity and cultivation of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: a review // *Econ Bot.* 2016. No. 70. Pp. 1–11.
4. Minxuan Liu, Yue Xu, Jihong He, Shuang Zhang, Yinyue Wang, Ping Lu. Genetic Diversity and Population Structure of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) Cultivars and Landraces in China Based on Microsatellite Markers // *International Journal of Molecular Sciences.* 2016. No. 17 (3): 370. Pp. 117–135.
5. Chander S., Bhat K. V., Kumari R., Sen S., Gaikwad A. B., Gowda M. V. C., Dikshit N. Analysis of spatial distribution of genetic diversity and validation of Indian foxtail millet core collection // *Physiol Mol. Biol. Plants.* 2017. No. 23. P. 663.
6. Dyusibaeva E. N., Esenbekova G. T., Zhirnova I. A., Rysbekova A. B., Makhmudova C. K., Seitkhozhaev A. I., Zhakenova A. E. Assessment of millet genetic variability using molecular-genetic approach for increasing the efficiency of breeding // *Eco. Env. & Cons.* 2019. Vol. 25 (1). Pp. 410–415.
7. McSweeney M. B., Seetharaman K., Ramdath D. D., Duizer L. M. Chemical and physical characteristics of proso millet (*Panicum miliaceum*) based products // *Cereal Chem.* 2017. No. 94. Pp. 357–362.
8. Dyusibayeva E., Seitkhozhaev A., Tleppeyeva A., Zhanbyrshina N., Babkenova S., Rysbekova A. Study of the millet varieties and samples with respect to resistance against dusty smut // *Ecology, Environment and Conservation. Eco. Env. & Cons.* 2017. Vol. 23. Pp. 852–858.

9. Santra D. K., Khound R., Das S. Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) Breeding: Progress, Challenges and Opportunities // *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals*. 2019. Pp. 223–257. DOI: 10.1007/978-3-030-23108-8_6.
10. Екатеринбургская Е. М. Агроекология степной зоны. Методические указания. Костанай, 2016. 83 с.
11. Антимонов А. К., Антимонова О. Н., Сыркина Л. Ф., Косых Л. А. Интродуцирование новых генисточников проса посевного для селекции в условиях Среднего Поволжья // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2018. № 11-1. С. 154–157.
12. Тагирова Р. Т., Куркиев К. У., Агабалаев И. А. Оценка хозяйственно-ценных признаков сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Южного Дагестана // *Вестник социально-педагогического института*. 2014. № 4 (12). С. 35–42.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: АГРО Промиздат, 1985. 351 с.
14. Jyothsna S., Patro T. S., Rani Y. S., Neeraja B., Ashok S., Triveni U. Studies on genetic variability and interrelationship between grain yield and its components in foxtail millet (*Setaria italica*) // *Int. J. Agric. Sci.* 2016. No. 8 (5). Pp. 1015–1017.
15. Vetriventhan M., Upadhyaya H. D. Diversity and trait-specific sources for productivity and nutritional traits in the global proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collection // *Crop. J.* 2018. No. 6. Pp. 451–463.
16. Wang R., Hunt H. V., Qiao Z., Wang L., Han Y. Diversity and Cultivation of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: A Review // *Econ. Bot.* 2016. No. 70. Pp. 332–342.

Об авторах:

Эльмира Наврусбековна Дюсибаева¹, доктор философии (PhD) по специальности «Агрономия», ассистент кафедры земледелия и растениеводства, ORCID 0000-0002-5960-6328, AuthorID 57195609258; +7 707 635-82-33, elmira_dyusibaeva@mail.ru

Айман Бокеновна Рысбекова¹, кандидат биологических наук, ассоциированный профессор кафедры земледелия и растениеводства, ORCID 0000-0003-3716-7843, AuthorID 57193387371; +7 701 443-49-58, aiman_rb@mail.ru

Ирина Александровна Жирнова¹, магистр агрономии, PhD докторант кафедры земледелия и растениеводства, ORCID 0000-0003-1716-8793, AuthorID 571203111547; +7 701 360-83-86, ira777.89@mail.ru

Айым Ерболкызы Жакенова¹, магистр сельскохозяйственных наук, ассистент кафедры земледелия и растениеводства, ORCID 0000-0001-6880-0969, Author ID 57208920657; +7 775 131-92-11, aiym_92@mail.ru

Абилябашар Ильясович Сейтхожаев¹, доктор биологических наук, профессор кафедры земледелия и растениеводства, ORCID 0000-0002-1498-8879, AuthorID P-4943-2017; +7 702 526-77-59, abibashar44@mail.ru

Productivity of proso millet (*Panicum miliaceum*) of various ecological and geographical origin in the condition of Akmola region

E. N. Dyusibayeva¹, A. B. Rysbekova¹, I. A. Zhirnova¹, A. E. Zhakenova¹, A. I. Seitkhodzhayev¹

¹ Kazakh Agro-Technical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan

[✉] E-mail: aiman_rb@mail.ru

Abstract. Relevance of research. Creation of high productive and tolerant to adverse environmental factors varieties is one of the most important tasks of plant breeding. The high yield is ensured by the development of the basic elements of the plant's crop structure. To increase the efficiency of breeding work, the study of the initial material is of great importance. **The purpose of the study** is the study of economically valuable traits of proso millet of various ecological and geographical origin in the condition of dry steppe zone of Northern Kazakhstan. **Materials and research methods.** Phenological observations and field assessments were carried out on crops according to the field experiment methodology. The research material was varieties and samples of millet of various origin. **Results.** At the result of the structural analysis for 2018–2019 the number of varieties and samples of proso millet were selected as on separate economically valuable traits: varieties Shortandinskoe 7, Shortandinskoe 10, Shortandinskoe 11, Pavlodarskoe, Pavlodarskoe 4, Yarkoe 5, Yarkoe 6, Yarkoe 7, Pamyati Bersieva, Kormovoe 89, Barnaulskoe Kormovoe, Kormovoe proso, Ural'skoe 109, Aktybinskoe kormovoe, Kokchetavskoe 66, Abakanskoe kormovoe; samples: K-3742, K-5786, K-3137, and their complex traits: Omskoe 11, Pavlodarskoe, Barnaulskoe kormovoe, Ural'skoe 109. Stable yield in contrasting weather conditions by years was observed in varieties Omskoe 11 and Ural'skoe 109. **Scientific novelty.** In the dry-steppe zone of the Akmola region in contrasting weather conditions, the most valuable samples with maximum productivity were identified. Direct relationship has been established between the mass of 1000 seeds in panicles and the average yield of proso millet varieties and samples. Selected genotypes are of the greatest interest for using them in breeding programs for high productivity.

Keywords: proso millet, collection, structural analysis, selection, economically valuable traits, productivity, high yield.

For citation: Dyusibayeva E. N., Rysbekova A. B., Zhirnova I. A., Zhakenova A. E., Seitkhozhayev A. I. Produktivnost' prosa posevnogo (*Panicum miliaceum*) razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyakh Akmolinskoy oblasti [Productivity of proso millet (*Panicum miliaceum*) of various ecological and geographical origin in the condition of Akmola region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 20–28. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-20-28. (In Russian.)

Paper submitted: 26.03.2020.

References

- Habiyaremye C., Matanguihan J. B., Guedes J. D., Ganjyal G. M., Whiteman M. R., Kidwell K. K., Murphy K. M. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific Northwest, US: a review // *Front Plant Sci.* 2017. No. 7. Pp. 1–17.
- Trivedi A. K., Arya L., Verma M., Verma S. K., Tyagi R. K., Hemantaranjan A. Genetic variability in proso millet [*Panicum miliaceum*] germplasm of Central Himalayan Region based on morpho-physiological traits and molecular markers // *Acta Physiol Plant.* 2015. No. 37. P. 23.
- Wang R., Hunt H. V., Qiao Z., Wang L., Han Y. Diversity and cultivation of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: a review // *Econ Bot.* 2016. No. 70. Pp. 1–11.
- Minxuan Liu, Yue Xu, Jihong He, Shuang Zhang, Yinyue Wang, Ping Lu. Genetic Diversity and Population Structure of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) Cultivars and Landraces in China Based on Microsatellite Markers // *International Journal of Molecular Sciences.* 2016. No. 17 (3): 370. Pp. 117–135.
- Chander S., Bhat K. V., Kumari R., Sen S., Gaikwad A. B., Gowda M. V. C., Dikshit N. Analysis of spatial distribution of genetic diversity and validation of Indian foxtail millet core collection // *Physiol Mol. Biol. Plants.* 2017. No. 23. P. 663.
- Dyusibaeva E. N., Esenbekova G. T., Zhirnova I. A., Rysbekova A. B., Makhmudova C. K., Seitkhozhayev A. I., Zhakenova A. E. Assessment of millet genetic variability using molecular-genetic approach for increasing the efficiency of breeding // *Eco. Env. & Cons.* 2019. Vol. 25 (1). Pp. 410–415.
- McSweeney M. B., Seetharaman K., Ramdath D. D., Duizer L. M. Chemical and physical characteristics of proso millet (*Panicum miliaceum*) based products // *Cereal Chem.* 2017. No. 94. Pp. 357–362.
- Dyusibayeva E., Seitkhozhayev A., Tleppayeva A., Zhanbyrshina N., Babkenova S., Rysbekova A. Study of the millet varieties and samples with respect to resistance against dusty smut // *Ecology, Environment and Conservation. Eco. Env. & Cons.* 2017. Vol. 23. Pp. 852–858.
- Santra D. K., Khound R., Das S. Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) Breeding: Progress, Challenges and Opportunities // *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals.* 2019. Pp. 223–257. DOI: 10.1007/978-3-030-23108-8_6
- Ekaterinskaya E. M. Agrotsenozy stepnoy zony. Metodicheskies ukazaniya. [Agrocenoses of the steppe zone. Guidelines]. Kostanay, 2016. 83 p. (In Russian.)
- Antimonov A. K., Antimonova O. N., Syrkin L. F., Kosykh L. A. Introdutsirovanie novykh genistochnikov prosa posevnogo dlya seleksii v usloviyakh Srednego Povolzhya [Introduction the new genetics of seed millet for breeding in the Middle Volga] // *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk.* 2018. No. 11-1. Pp. 154–157. (In Russian.)
- Tagirova R. T., Kurkiev K. U., Agabalaev I. A. Otsenka khozyaystvenno-tsennykh priznakov sortov ozimoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Yuzhnogo Dagestana [Assessment of economically valuable traits of winter soft wheat varieties in the conditions of South Dagestan] // *Vestnik sotsialno-pedagogicheskogo instituta.* 2014. No. 4 (12). Pp. 35–42. (In Russian.)
- Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). [Methodology of field research (with the basics of statistical processing of research results)]. 5th edition, supplemented and revised. Moscow : AGRO Promizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
- Jyothsna S., Patro T. S., Rani Y. S., Neeraja B., Ashok S., Triveni U. Studies on genetic variability and interrelationship between grain yield and its components in foxtail millet (*Setaria italica*) // *Int. J. Agric. Sci.* 2016. No. 8 (5). Pp. 1015–1017.
- Vetriventhan M., Upadhyaya H. D. Diversity and trait-specific sources for productivity and nutritional traits in the global proso millet (*Panicum miliaceum* L.) germplasm collection // *Crop. J.* 2018. No. 6. Pp. 451–463.
- Wang R., Hunt H. V., Qiao Z., Wang L., Han Y. Diversity and Cultivation of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: A Review // *Econ. Bot.* 2016. No. 70. Pp. 332–342.

Authors' information:

Elmira N. Dyusibaeva¹, doctor of philosophy, specialty “Agronomy”, assistant of the department of agriculture and plant growing, ORCID 0000-0002-5960-6328, AuthorID 57195609258; +7 707 635-82-33, elmira_dyusibaeva@mail.ru
 Aiman B. Rysbekova¹, candidate of biological sciences, associate professor of the department of agriculture and plant growing, ORCID 0000-0003-3716-7843, AuthorID 57193387371; +7 701 443-49-58, aiman_rb@mail.ru
 Irina A. Zhirnova¹, master of agronomy, PhD student of the department of agriculture and plant growing, ORCID 0000-0003-1716-8793, AuthorID 571203111547; +7 701 360-83-86, ira777.89@mail.ru
 Aiyem E. Zhakenova¹, master of agronomy, assistant of the department of agriculture and plant growing, ORCID 0000-0001-6880-0969, AuthorID 57208920657; +7 775 131-92-11, aiym_92@mail.ru
 Abilbasha I. Seitkhozhayev¹, doctor of biological sciences, professor, ORCID 0000-0002-1498-8879, AuthorID P-4943-2017; +7 702 526-77-59, abilbasha44@mail.ru

¹ Kazakh Agro-Technical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan

Влияние нового органоминерального комплекса «Гумитон» на продуктивность и качество зерновых культур на различных типах почв

А. Н. Ратников¹, Д. Г. Свириденко¹, С. П. Арышева¹, П. С. Семешкина²✉

¹Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Россия

²Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Калужская область, Россия

✉E-mail: polina.semeshkina@gmail.com

Аннотация. Цель исследования. Оценка действия нового органоминерального комплекса на основе торфа «Гумитон» на урожайность и качество яровых и озимых зерновых культур на различных типах почв Калужской и Ростовской областей РФ. На основе полевых экспериментов в хозяйствах различных форм собственности в различных почвенно-климатических зонах РФ проведена оценка влияния «Гумитона» на продуктивность и качество зерновых культур. **Методы исследования.** Закладку и проведение полевых опытов проводили по Б. А. Доспехову, агрохимические показатели почв определяли по методике МГУ, после уборки урожая определяли показатели качества зерна (содержание сырого протеина, жира, золы, сухого вещества) по ГОСТ Р 50817-95, статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием программы Microsoft Excel 2007 с 95-процентным уровнем значимости результатов. **Результаты.** Было показано, что листовая обработка «Гумитоном» растений ячменя в фазу выхода в трубку на дерново-подзолистых супесчаных почвах в полевом опыте на базе ФГБНУ ВНИИРАЭ Калужской области способствовала повышению урожайности культуры на 21 % и увеличению содержания протеина в зерне на 2 % по сравнению с контролем. Обработка растений ячменя «Гумитоном» в фазы выхода в трубку и колошения в опытах на серой лесной среднесуглинистой почве на базе ФГБНУ «Калужский НИИСХ» повысила урожайность на 11–17 % и содержание протеина в зерне до 2,2 %. В производственных испытаниях «Гумитона» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в КФХ «Братья Фетисовы» Думиничского района Калужской области обработка в фазу кущения посевов овса «Гумитоном» повысила урожай зерна на 18 %. Обработка посевов озимой пшеницы различных сортов препаратом в фазу выхода в трубку в КХ «Агеева А. В.» Бабынинского района и в КФХ «Братья Фетисовы» Думиничского района Калужской области повысила урожайность культуры на 18–21 %. Обработка посевов озимой пшеницы различных сортов «Гумитоном» в фазу колошения на темно-каштановой среднесуглинистой почве в СПСОК «Росток» Орловского района Ростовской области повышала урожайность культуры на 11–15 % в зависимости от предшественника. **Научная новизна.** Впервые на основе анализа данных полевых опытов в различных почвенно-климатических условиях РФ показана высокая эффективность органоминерального комплекса «Гумитон» как по влиянию на продуктивность зерновых культур, так и на повышение качества продукции на сельскохозяйственных угодьях на различных типах почв.

Ключевые слова: зерновые культуры, органоминеральный комплекс «Гумитон», продуктивность, качество.

Для цитирования: Ратников А. Н., Свириденко Д. Г., Арышева С. П., Семешкина П. С. Влияние нового органоминерального комплекса «Гумитон» на продуктивность и качество зерновых культур на различных типах почв // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 29–37. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-29-37.

Дата поступления статьи: 13.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Ключевым фактором роста сельскохозяйственного производства является сохранение и повышение плодородия почв за счет увеличения эффективного использования минеральных и органических удобрений. Ухудшение экологической ситуации и повышение цен на промышленные удобрения предполагают поиск новых, наиболее эффективных, способов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества производимой продукции. Одним из таких способов, как показывают современные исследования, является применение новых биологически активных веществ и органи-

минеральных удобрений при возделывании различных полевых культур [1, с. 29], [2, с. 59], [3, с. 38], [4, с. 34]. Многие исследователи отмечают, что биологически активные вещества относятся к важнейшим факторам, регулирующим процессы роста на всех этапах развития растений, оказывая положительное воздействие на биометрические показатели, энергию прорастания, лабораторную и полевую всхожесть, показатели фотосинтетической деятельности, элементы продуктивности и урожайности полевых культур в разных зонах возделывания [5, с. 33], [6, с. 11], [7, с. 19].

Для сельского хозяйства нашей области и других регионов Российской Федерации в последние годы актуально применение новых недорогих органоминеральных комплексов на основе местного органического сырья (в том числе торфа) в различных почвенно-климатических условиях для получения дополнительной высококачественной экологически безопасной сельскохозяйственной продукции. В связи с этим во Всероссийском научно-исследовательском институте радиологии и агроэкологии (ВНИИРАЭ) начиная с 2006 г. проводится разработка удобрений и усовершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур с применением новых видов удобрений на разных почвах, в том числе в условиях техногенного загрязнения [8, с. 16], [9, с. 29], [10, с. 39]. В 2018–2019 гг. для решения этой задачи при возделывании зерновых культур и овощей был использован новый органоминеральный комплекс «Гумитон», содержащий микроэлементы.

«Гумитон» – высокоэффективный препарат на основе биологически активных компонентов торфа, он представляет собой комплексный универсальный жидкий концентрат со следующим процентным содержанием: N – 10–12; P₂O₅ – 20–24; K₂O – 27–30; Ca – 0,5; Mg – 0,2; B – 0,2; Mo – 0,1; Mn – 0,1. Содержание органического вещества – 20 %, в том числе *водорастворимых гуматов калия* – 11–14 %. Получен патент на изобретение № 2709737 [11]. Механизм действия данного препарата основывается на активировании биохимических процессов в растениях при действии содержащихся в препарате биологически активных веществ – гуматов калия. Применение органоминерального комплекса «Гумитон» повышает иммунитет растений, увеличивает эффективность корневого питания, в результате повышается урожайность, качество производимой сельскохозяйственной продукции.

«Гумитон» используется:

- для некорневой подкормки вегетирующих растений методом опрыскивания;
- обработки посевного и посадочного материала.

Он не имеет запаха, безвреден при использовании, хорошо растворим в воде, совместим с большинством используемых минеральных удобрений и средств защиты растений. По причине четко выраженного антистрессового действия на факторы внешней среды обработку препаратом «Гумитон» не следует совмещать с применением гербицидов. Оптимальный срок обработки посевов «Гумитоном» – 7 суток до или 7 суток после применения гербицидов.

При поверхностной листовой обработке растений препарат вносится в дозе 1 л концентрата на гектар, при разбавлении в 200–300 л воды (на практике возможно уменьшение количества воды). Обработка вегетирующих растений «Гумитоном» проводится 1–2 раза за вегетационный период, в ответственные фазы развития растений.

Для предпосевной подготовки семенного материала концентрат «Гумитона» разбавляется водой в соотношении 1:40. Возможно применение совместно с препаратами для протравливания семян от возбудителей болезней.

Из применяемых в настоящее время в сельском хозяйстве гуминовых удобрений и удобрительных комплексов только «Гумитон» характеризуется более высоким содержанием гуматов и элементов минерального питания растений (N, P₂O₅ и K₂O) (таблица 1).

Таким образом, только «Гумитон» характеризуется содержанием гуминовых веществ в интервале 11–14 %.

Сопоставление препарата «Гумитон» с отечественными и зарубежными аналогами указывают на явное превосходство «Гумитона» по показателям количества гумусовых веществ, N, P₂O₅ и K₂O. Отличительная особенность разработанного нового органоминерального комплекса заключается в его универсальности: применение возможно под все сельскохозяйственные культуры и в хозяйствах различных форм собственности, начиная от личных подсобных и заканчивая крупными агрохолдингами.

Созданный ранее во ВНИИРАЭ и используемый для усовершенствования технологий возделывания различных сельскохозяйственных культур органоминеральный комплекс на основе торфа «Геотон» уступает препарату «Гумитон» по содержанию гуматов калия (в «Геотоне» их всего 9–12 %) и микроэлементов (B, Mo), которые в нем отсутствовали. «Геотон» был запатентован еще в 2013 г. [13]. В 2015–2017 гг. в серии микрополевых опытов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве было показано, что обработка семян ячменя сорта Нур препаратом «Геотон» в разведении с водой 1:80 способствовала ускоренному росту и развитию растений и увеличению урожайности ячменя в среднем на 11 % по отношению к контролю [14, с. 232].

Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследований – изучение и оценка действия нового органоминерального комплекса на основе торфа «Гумитон» на урожайность и качество яровых и озимых зерновых культур на различных типах почв Калужской и Ростовской областей Российской Федерации.

Исследования проведены на дерново-подзолистой супесчаной почве на базе ВНИИРАЭ. Перед закладкой опыта в 20-сантиметровом слое почвы содержалось гумуса 1,22 %, подвижных форм (P₂O₅) – 103, обменного калия (K₂O) – 84 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 4,6, сумма поглощенных оснований (Ca и Mg) – 7,35 и 0,62 ммоль(экв)/100 г. Изучали влияние препарата «Гумитон» при обработке вегетирующих растений на продуктивность и качество зерна ярового ячменя сорта Владимир. Схема опыта: 1) технология хозяйства – N₉₀P₉₀K₉₀; 2) N₉₀P₉₀K₉₀ + «Гумитон». Обработку вегетирующих растений препаратом «Гумитон» проводили в фазу выхода в трубку в концентрации 1,0 л на 300 л воды на 1 га. Площадь 1 делянки – 300 м². Повторность опыта трехкратная.

На базе ФГБНУ «Калужский НИИСХ» на серой лесной среднесуглинистой почве изучали влияние нового органоминерального комплекса «Гумитон» на продуктивность и качество ярового ячменя сорта Владимир. Перед закладкой опыта почва в слое 0–20 см характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,8–2,1 %, общего N – 12,0 %, подвижных форм (P₂O₅) – 135, обменного калия (K₂O) – 160 мг/кг

почвы, $pH_{KCl} - 5,6$. Площадь делянки – 24 м². Повторность в опыте трехкратная. Схема опыта: 1) технология хозяйства – $N_{90}P_{90}K_{90}$; 2) технология хозяйства + «Гумитон» – 1 л/га 1 раз в фазу выхода в трубку; 3) технология хозяйства + «Гумитон» – 1 л/га 1 раз в фазу колошения; 4) технология хозяйства + «Гумитон» – 1 л/га 2 раза в фазу выхода в трубку и в фазу колошения.

Производственные испытания органоминерального комплекса «Гумитон», обогащенного микроэлементами, были проведены на серой лесной среднесуглинистой почве на базе ФГБНУ «Калужский НИИСХ» на ячмене сорта Владимир на площади 3 га с обработкой растений в фазу выхода в трубку, на дерново-подзолистой легко-

Таблица 1
Основные гуминовые препараты, применяемые в сельском хозяйстве РФ [12, с. 13]

Название применяемого препарата	Содержание				
	Гуминовые кислоты	Соли гуминовых кислот (гуматы)	N (общий)	P ₂ O ₅	K ₂ O
Гуминовое удобрение «ЭДАГУМ®» СМ	30–35 г/л (3,0–3,5 %)				
Жидкой препарат «Гумистим», стимулятор роста растений на основе торфа (разработчик – Сибирский НИИ торфа)	4,5–4,8 %				
Комплексное гуминовое удобрение «Теллура-М»	8 г/л (0,8 %)		1,2 г/л (0,12 %)	5 г/л (0,5 %)	3 г/л (0,3 %)
Комплексное гуминовое удобрение «Феникс»	25 г/л (2,5 %)		12 г/л (1,2 %)	5 г/л (0,5 %)	3 г/л (0,3 %)
Жидкое гуминовое органоминеральное удобрение «Гумат калия» торфяной жидкий	80 г/л (8 %)		0,35 мг/л (0,035 %)	1,46 г/л (0,146 %)	–
Жидкое органоминеральное удобрение «Стимулайф»	1,8–2,0 %				
Сухое торфо-гуминовое удобрение «ФЛОРА-С»	12 г/л (1,2 %)				
ООО «Аграрные технологии» выпускает гуматизированные минеральные удобрения: Гуматизированная мочевины		1,8–2 %	46,2 %		
Гуматизированный суперфосфат		2,8 %		20 %	
Азофоска гуматизированная		1,9 %	16 %	16 %	16 %
Нитрофоска гуматизированная		1,8 %	11 %	10 %	11 %
Диаммофоска гуматизированная		1,8 %	12,5 %	20 %	20 %

Table 1
The main humic preparations used in agriculture of the Russian Federation [12, p. 13]

Name of the drug used	Content				
	Humic acids	Salts of humic acids (humates)	N (common)	P ₂ O ₅	K ₂ O
Humic fertilizer "EDAGUM®" SM	30–35 g/l (3.0–3.5 %)				
Liquid preparation of "Gumistim", a plant growth stimulator based on peat (developed by the Siberian research Institute of peat)	4.5–4.8 %				
Complex humic fertilizer "Tellura-M"	8 g/l (0.8 %)		1.2 g/l (0.12 %)	5 g/l (0.5 %)	3 g/l (0.3 %)
Complex humic fertilizer "Fenix"	25 g/l (2.5 %)		12 g/l (1.2 %)	5 g/l (0.5 %)	3 g/l (0.3 %)
Liquid humic organic-mineral fertilizer "Potassium humate" peat liquid	80 g/l (8 %)		0.35 mg/l (0.035 %)	1.46 g/l (0.146 %)	–
liquid organic-mineral fertilizer "Stimulife"	1.8–2.0 %				
Dry peat-humic fertilizer "FLORA-S"	12 g/l (1.2 %)				
Limited liability company "Agrarian technologies" produces humatized mineral fertilizers: Humatized urea		1.8–2 %	46.2 %		
Humatized superphosphate		2.8 %		20 %	
Humatized azophoska		1.9 %	16 %	16 %	16 %
Humatized nitrophoska		1.8 %	11 %	10 %	11 %
Humatized diamphoska		1.8 %	12.5 %	20 %	20 %

суглинистой почве в КФХ «Агеева А. В.» Бабынинского района на посевах озимой пшеницы сорта Московская-40, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в КХ «Братья Фетисовы» Думиничского района Калужской области на посевах озимой пшеницы сорта Сюита и на посевах овса сорта Авеню, а также на темно-каштановой среднесуглинистой почве на базе СПСОК «Росток» Орловского района Ростовской области на посевах озимой пшеницы сортов Виктория и Олимп на площади 191 га. Обработка пшеницы проведена в фазу выхода в трубку, овса – в конце фазы кущения культуры.

Агротехнические показатели темно-каштановой среднесуглинистой почвы: содержание гумуса – 2,5 %; pH_{KCl} – от 5,75 до 7,46; Са – от 19,6 до 23,6; Mg – от 4,7 до 5,6 смоль (экв.)/100 г почвы; содержание подвижного фосфора и обменного калия варьировало от 202 до 359 и от 257 до 473 мг/кг почвы соответственно в зависимости от поля и предшественника.

Агротехнические показатели почв определяли по методике МГУ [15]. После уборки урожая определяли показатели качества зерна (содержание сырого протеина, жира, золы, сухого вещества) (ГОСТ Р 50817-95) [16]. Закладку и проведение полевых опытов проводили в соответствии с рекомендациями по планированию и закладке полевых опытов [17]. Статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием программы Microsoft Excel 2007 с 95-процентным уровнем значимости результатов.

Объекты исследований – сорта ячменя, овса и пшеницы озимой, минеральные удобрения, органоминеральный комплекс «Гумитон».

Технологии возделывания полевых культур общепринятые для регионов. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию, органоминеральный комплекс «Гумитон» – в соответствии со схемами опытов.

Результаты (Results)

Ранее в серии полевых экспериментов в различных почвенно-климатических условиях была изучена эффективность применения органоминерального комплекса «Гумитон» в посевах зерновых, овощных культур и картофеля на серой лесной среднесуглинистой и дерново-подзолистой супесчаной и среднесуглинистой почвах в хозяйствах различных форм собственности Калужской области. Установлено, что обработка посевов зерновых препаратом «Гумитон» в различные фазы развития растений способствовала повышению урожайности изучаемых культур: озимой пшеницы – на 17–40, яровой – на 15–22, ячменя – на 20–23, тритикале – на 13–14, картофеля – на 12–36 % соответственно в зависимости от сорта и агрофона. Содержание протеина в зерне озимой и яровой пшеницы увеличивалось при этом на 2,1 %, тритикале – на 1,3 % соответственно [18, р. 3380]. Обработка препаратом «Гумитон» вегетирующих растений моркови на почвах различного уровня плодородия способствовала повышению урожайности корнеплодов в зависимости от агрофона до 44 % на дерново-подзолистых почвах и до 27 % на серых лесных и снижению содержания нитратов в продукции до 21 %.

Оценка действия листовой обработки органоминеральным комплексом «Гумитон» посевов яровых и озимых зерновых культур (ячмень, овес, озимая пшеница) на урожайность культур и качество зерна проводилась в полевых опытах в хозяйствах различных форм собственности, на различных типах почв Калужской и Ростовской областей (2018–2019 гг.).

В полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве на базе ВНИИРАЭ при обработке растений ячменя органоминеральным комплексом «Гумитон» в фазу выхода в трубку прибавка урожая зерна составила 7,2 ц/га, или 21,4 %, по сравнению с контролем – без применения препарата. Прибавка урожая соломы ячменя была выше на 12,8 ц/га, или 47,8 %, по сравнению с контролем. Масса 1000 зерен ячменя повысилась при этом на 5,9 % (таблица 2).

Таблица 2

Влияние «Гумитона» на продуктивность и качество зерна ячменя на дерново-подзолистой почве. Полевой опыт. ФГБНУ ВНИИРАЭ

Вариант	Урожай зерна, ц/га	Масса соломы, ц/га	Содержание в зерне, %			
			Сухое вещество	Зола	Сырой протеин	Сырой жир
Контроль – $N_{90}P_{90}K_{90}$ (NPK)	33,7	26,8	90,52	2,69	5,98	2,08
NPK + «Гумитон»	40,9	39,6	90,03	2,33	8,94	2,18
$НСР_{05}$	2,5	2,2	0,80	0,30	0,90	0,25

Table 2

Effect of “Gumiton” on the productivity and grain quality of barley on sod-podzolic soil. Field experience. Russian Institute of Radiology and Agroecology

Variant	Grain yield, c/ha	Weight of straw, c/ha	Content in grain, %			
			Dry matter	Ash	Crude protein	Crude fat
Control – $N_{90}P_{90}K_{90}$ (NPK)	33.7	26.8	90.52	2.69	5.98	2.08
NPK + “Gumiton”	40.9	39.6	90.03	2.33	8.94	2.18
LSD_{05}	2.5	2.2	0.80	0.40	0.90	0.25

Влияние «Гумитона» на продуктивность и качество зерна ячменя на серой лесной почве. Полевой опыт. ФГБНУ Калужский НИИСХ

Вариант	Урожай зерна, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание в зерне, %			
			Сухое вещество	Зола	Сырой протеин	Сырой жир
Контроль – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (NPK)	38,5	56	90,04	2,51	8,32	2,40
NPK + 1 обработка «Гумитоном» в фазу выхода в трубку	44,8	57	90,12	2,43	8,64	2,41
NPK + 1 обработка «Гумитоном» в фазу колошения	44,9	58	90,25	2,34	10,56	2,36
NPK + 2 обработки «Гумитоном»	45,5	57	90,40	2,30	10,89	2,23
HCP ₀₅	1,1	–	0,85	0,27	0,90	0,24

Table 3

Effect of "Gumiton" on the productivity and grain quality of barley on grey forest soil. Field experience. Kaluga Research Institute of Agriculture

Variant	Grain yield, c/ha	Weight of 1000 grains, g	Content in grain, %			
			Dry matter	Ash	Crude protein	Crude fat
Control – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ (NPK)	38.5	56	90.04	2.51	8.32	2.40
NPK + 1 treatment with "Gumiton" in the exit phase into the tube	44.8	57	90.12	2.43	8.64	2.41
NPK + 1 treatment with "Gumiton" in the phase of earing	44.9	58	90.25	2.34	10.56	2.36
NPK + 2 treatments with "Gumiton"	45.5	57	90.40	2.30	10.89	2.23
LSD ₀₅	1.1	–	0.85	0.27	0.90	0.24

Обработка ячменя «Гумитоном» положительно влияла на зоотехнические показатели зерна. Произошло увеличение содержания сырого протеина в зерне до 8,94 %, что на 1,96 % в абсолютных цифрах выше, чем на контроле.

Результаты исследований в полевом опыте на серой лесной среднесуглинистой почве на базе ФГБНУ «Калужский НИИСХ» показали, что однократная обработка посевов ячменя «Гумитоном» в фазу выхода в трубку повысила урожай зерна на 16,4 а в фазу колошения – на 16,6 % соответственно по сравнению с контролем. Эффект от двукратной обработки препаратом ячменя (повышение урожайности на 18,2 % по отношению к контролю) оказался сопоставим с эффектом от однократной обработки (таблица 3).

Анализ структуры урожая показал, что на вариантах опыта с использованием органоминерального комплекса «Гумитон» было отмечено увеличение средней высоты растений на 5–10 %, повышение продуктивной кустистости на 0,1–0,2 ед., некоторое увеличение массы 1000 зерен, массы зерна с колоса, числа зерен в колосе, что впоследствии сказалось и на повышении урожайности ячменя.

Положительное влияние от обработки органоминеральным комплексом «Гумитон» отразилось на зоотехнических показателях зерна. При обработке растений комплексом «Гумитон» в фазу выхода в трубку содержание протеина в зерне не изменилось по отношению к контролю. Однако применение органоминерального комплекса в фазу колошения способствовало повыше-

нию содержания протеина в зерне с 8,32 до 10,56 %, что на 2,24 % в абсолютных цифрах выше, чем на контроле. Двукратная обработка посевов ячменя не вызвала дальнейшего увеличения значения этого показателя. Одно- и двукратная обработка посевов препаратом «Гумитон» в разные фазы развития растений ячменя не вызвала достоверного изменения значения других показателей (содержание в зерне сухого вещества, золы, сырого жира) по отношению к контролю.

В производственных испытаниях на той же почве и в том же хозяйстве обработка посевов ячменя сорта Владимир комплексом «Гумитон» в фазу выхода в трубку способствовала увеличению урожая зерна на 2,3 ц/га, или на 10,5 %, по отношению к контролю. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в КФХ «Агеева А. В.» Бабынинского района Калужской области при обработке «Гумитоном» посевов озимой пшеницы сорта Московская-40 в фазу выхода в трубку урожай зерна повысился с 38,5 до 43,5 ц/га, что на 6,8 ц/га, или на 17,7 %, больше по отношению к контролю.

Применение органоминерального комплекса «Гумитон» в посевах озимой пшеницы сорта Сюита в фазу выхода в трубку на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в КХ «Братья Фетисовы» Думиничского района Калужской области стимулировало рост урожайности культуры на 9,0 ц/га, или на 20,9 %. Обработка посевов овса сорта Авеню в фазу окончания кущения культуры препаратом «Гумитон» способствовала повышению урожайности зерна овса на 6,1 ц/га, или на 17,7 %, по отношению к контролю (без применения препарата «Гумитон»).

Обработка посевов озимой пшеницы сорта Виктория комплексом «Гумитон» на темно-каштановой среднесуглинистой почве на базе СПСОК «Росток» Орловского района Ростовской области в фазу колошения увеличила урожайность культуры на 12,0–15,4 %, сорта Олимп – на 11,2–15,2 % соответственно в зависимости от предшественника.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На основании результатов полевых экспериментов отмечено, что применение органоминерального комплекса «Гумитон» в посевах зерновых культур является фактором оптимизации условий в период роста и развития растений, оказывающим росторегулирующее влияние и способствующим улучшению питания растений, обеспечивая наибольший урожай. В результате исследований установлено, что однократная обработка органоминеральным комплексом «Гумитон» посевов ярового ячменя

сорта Владимир в фазу выхода в трубку и колошения на дерново-подзолистой и серой лесной среднесуглинистой почвах представляется наиболее эффективной как в отношении влияния на урожайность культур, так и на показатели качества зерна.

Показана высокая эффективность органоминерального комплекса «Гумитон» как по влиянию на продуктивность зерновых культур (ячмень, овес, озимая пшеница), так и на повышение качества получаемой продукции на сельскохозяйственных угодьях на различных типах почв. Отмечено увеличение урожайности зерна (ячменя – на 11 %, овса – на 18 %, озимой пшеницы – на 11–21 %) и улучшение качества продукции (повышение содержания сырого протеина в зерне ячменя с 8,32 % на контроле до 10,89 % на варианте с двукратным внесением препарата «Гумитон»).

Библиографический список

1. Чекмарев П. А., Обущенко С. В., Троц В. Б., Троц Н. М. Влияние минеральных удобрений и биологически активных веществ на урожайность яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 28–31. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10807.
2. Колесников Л. Е., Белимов А. А., Донес П. М. Биологическая эффективность штаммов ассоциативных ризобактерий в посевах мягкой пшеницы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (54). С. 57–64. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-11057.
3. Конончук В. В., Штырхун В. Д., Благовещенский Г. В., Тимошенко С. М., Назарова Т. О., Соболев С. В. Влияние удобрений и микробного препарата на урожайность современных многолетних мультитравосмесей и их способность к усвоению атмосферного азота в Центральном Нечерноземье // Агрохимия. 2019. № 7. С. 35–44. DOI: 10.1134/S0002188119070068.
4. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Фрейдкин И. А., Соколов И. В. Влияние нового органоминерального удобрения на изменение агрохимических свойств деградированной дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. 2019. № 3. С. 30–36. DOI: 10.1134/S0002188119030074.
5. Кудрявцева Е. Ю., Прияткин Н. С., Мельников С. П., Колесников Л. Е. Влияние органоминеральных удобрений на качество зерна тритикале // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК: сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции молодых учёных. Санкт-Петербург, 2018. С. 31–34.
6. Андриянова Ю. М., Гусакова Н. Н., Мохонько Ю. М. Экологические аспекты влияния азотсодержащих биологически активных веществ на рост и развитие некоторых зерновых культур Поволжья // Аграрный научный журнал. 2016. № 8. С. 3–12.
7. Михайличенко Е. Н., Пимонов К. И., Данилов А. Н., Гусакова Н. Н. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность нута на черноземе южном // Аграрный научный журнал. 2018. № 4. С. 16–21.
8. Ратников А. Н., Свириденко Д. Г., Попова Г. И., Петров К. В., Иванкин Н. Г., Мазуров В. Н., Семешкина П. С., Амелюшкина Т. А. Эффективность применения новых комплексных удобрений при возделывании картофеля // Вестник аграрной науки. № 1 (70). 2018. С. 14–21. DOI: 10.15217/48484.
9. Арышева С. П., Попова Г. И., Баланова О. Ю., Свириденко Д. Г., Ратников А. Н. Влияние новых комплексных органоминеральных удобрений на продуктивность кукурузы и транслокацию ¹³⁷Cs в растения // Агрохимия, 2018. № 3. С. 26–33. DOI: 10.7868/S0002188118030043.
10. Ратников А. Н., Свириденко Д. Г., Попова Г. И., Арышева С. П., Петров К. В., Баланова О. Ю., Ратникова Л. И., Семешкина П. С. Эффективность удобрения пролонгированного действия «Супродит-М» и органоминерального комплекса «Геотон» при возделывании зерновых культур в условиях радиоактивного загрязнения // Вестник аграрной науки. № 4 (73). 2018. С. 36–46. DOI: 10.15217/48484.
11. Пат. 2709737 RU, C1 CO5F 11/02 (2019.08). Биологически активный органо-минеральный комплекс и способ его получения / Н. И. Санжарова, К. В. Петров, А. Н. Ратников, Д. Г. Свириденко Дмитрий Георгиевич, А. А. Суслов, И. А. Иванов, Н. Г. Иванкин. – № 2709737; заявлено 04.02.19; опубл. 19.12.2019. Бюл. № 35. – 6 с.
12. Колесников Л. Е., Мельников С. П., Киселев М. В., Зуев Е. В., Васильева Т. А. Биологическое обоснование применения микроудобрений и органоминеральных препаратов для внекорневой подкормки пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. Раздел «Растениеводство». № 1 (2019). С. 12–15. DOI: 10.31857/S2500-26272019112-15.
13. Пат. 2490241 RU C1 CO5F 11/02 (2006.01). Органо-минеральное комплексное удобрение и способ его получения / А. Н. Ратников, Н. И. Санжарова, К. В. Петров, Т. Л. Жигарева, Д. Г. Свириденко, Г. И. Попова, С. Н. Бочкарев, И. А. Иванов, В. И. Ульрих. – № 2490241; заявлено 23.01.12; опубл. 20.08.2013. Бюл. № 23. – 9 с.

14. Ефимова Е. С., Пименов Е. П., Суслов А.А. Влияние органоминерального комплекса «Геотон» и микробных препаратов на урожайность ярового ячменя и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы Нечерноземья // Современные проблемы радиобиологии, радиэкологии и агроэкологии: сборник докладов международной молодежной конференции. Обнинск, 2019. С. 230–233.

15. Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева. М. : МГУ, 2001. 686 с.

16. ГОСТ Р 50817-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. М. : Госстандарт России, 2002. 10 с.

17. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М. : Колос, 1972. 207 с.

18. Mazurov V. N., Semeshkina P. S., Ratnikov A. N., Arysheva S. P., Sviridenko D. G. “Gumiton” – New Organo-Mineral Complex to Increase the Productivity of Agricultural Cultures // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). 2019. Vol. 8. Iss. 4. Pp. 3374–3381. DOI: 10.35940/ijrte.C6606.118419.

Об авторах:

Александр Николаевич Ратников¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0001-7298-887X, AuthorID 94705; +7 910 540-15-55, ratnikov-51@mail.ru

Дмитрий Георгиевич Свириденко¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-7701-895X, AuthorID 93811

Светлана Петровна Арышева¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-7243-4145, AuthorID 91083

Полина Сергеевна Семешкина², кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора, ORCID 0000-0001-8450-7105, AuthorID 432941; +7 910 869-72-03, polina.semeshkina@gmail.com

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Россия

² Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Калужская область, Россия

Effect of new organic-mineral complex “Gumiton” on the productivity and quality of crops on different soil types

A. N. Ratnikov¹, D. G. Sviridenko¹, S. P. Arysheva¹, P. S. Semeshkina^{2✉}

¹ Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia

² Kaluga Research Institute of Agriculture, Kaluga region, Russia

✉ E-mail: polina.semeshkina@gmail.com

Annotation. Purpose of research. Assessment of the effect of a new organic-mineral complex based on “Gumiton” peat on the yield and quality of spring and winter crops on various types of soil in the Kaluga and Rostov regions of the Russian Federation. On the basis of field experiments in farms of various forms of ownership in different soil and climatic zones of the Russian Federation, the influence of “Gumiton” on the productivity and quality of grain crops was evaluated. **Method of research.** Laying and conducting field experiments were carried out according to Dospikhov B. A., agrochemical indicators of soils were determined by the method of Moscow State University, after harvesting, grain quality indicators were determined (the content of raw protein, fat, ash, dry matter) according to GOST R 50817-95, statistical processing of research results was performed using the Microsoft Excel 2007 program with a 95 % level of significance of the results. **Results.** It was shown that the sheet processing “Gumiton” of barley plants in the phase of stooling on sod-podzolic sandy loam soil in a field experiment on the basis of Kaluga Research Institute of Agriculture has increased the crop yield by 21 % and increased protein content in grain by 2 % compared to the control. Treatment of barley plants with “Gumiton” in the stages of entering the tube and earing in experiments on gray forest medium-loamy soil on the basis of Kaluga research Institute increased the yield by 11–17 % and the protein content in the grain to 2.2 %. In production tests of “Gumiton” on sod-podzolic light-loamy soil in the Fetisov Brothers farm in the Duminichsky district of the Kaluga region, processing of oat crops during the tillering phase with “Gumiton” increased the grain yield by 18%. Processing of winter wheat crops of various varieties with the drug in the phase of release into the tube in the farm “Ageeva A. V.” of Babyninsky district and in the farm “Fetisov Brothers” of Duminichsky district of the Kaluga region increased the crop yield by 18–21 %. The treatment of crops of winter wheat of different varieties with “Gumiton” in the earing phase in dark chestnut medium loam soil in farm “Rostok” of the Oryol district of Rostov region increased crop yield by 11–15 % depending on the predecessor. **Scientific novelty.** For the first time on the basis of analysis of data of field experiments in different soil and climatic conditions of Russia the high efficiency of the organo-mineral complex “Gumiton” as the effect on productivity of crops and enhancing the quality of products in agricultural lands in different soil types.

Keywords: grain crops, organo-mineral complex “Gumiton”, productivity, quality.

For citation: Ratnikov A. N., Sviridenko D. G., Arysheva S. P., Semeshkina P. S. Vliyanie novogo organo-mineral'nogo kompleksa “Gumiton” na produktivnost' i kachestvo zernovykh kul'tur na razlichnykh tipakh pochv [Effect of new organic-mineral

complex “Gumiton” on the productivity and quality of crops on different soil types] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 29–37. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-29-37. (In Russian.)

Paper submitted: 13.02.2020.

References

1. Chekmarev P. A., Obushchenko S. V., Trots V. B., Trots N. M. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy i biologicheskii aktivnykh veshchestv na urozhaynost' yarovoy pshenitsy [Effect of mineral fertilizers and biologically active substances on the yield of spring wheat] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. T. 32. No. 8. Pp. 28–31. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10807.
2. Kolesnikov L. E., Belimov A. A., Dones P. M. Biologicheskaya effektivnost' shtammov assotsiativnykh rizobakteriy v posevakh myagkoy pshenitsy [Biological efficiency of strains of associative rhizobacteria in soft wheat crops] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 1 (54). Pp. 57–64. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-11057.
3. Kononchuk V. V., Shtyrkhunov V. D., Blagoveshchenskiy G. V., Timoshenko S. M., Nazarova T. O., Sobolev S. V. Vliyaniye udobreniy i mikrobnogo preparata na urozhaynost' sovremennykh mnogoletnikh mul'titravosmesey i ikh sposobnost' k usvoyeniyu atmosfernogo azota v Tsentral'nom Nechernozem'ye [Effect of fertilizers and microbial preparation on the yield of modern perennial multi herb mixtures and their ability to assimilate atmospheric nitrogen in the Central Non-Chernozem region] // Agrokhimiya. 2019. No. 7. Pp. 35–44. DOI: 10.1134/S0002188119070068.
4. Ivanov A. I., Ivanova Z. A., Freydkin I. A., Sokolov I. V. Vliyaniye novogo organo-mineral'nogo udobreniya na izmeneniye agrokhimicheskikh svoystv degradirovannoy dervno-podzolistoy pochvy [Effect of new organic-mineral fertilizer on the change of agrochemical properties of degraded sod-podzolic soil] // Agrokhimiya. 2019. No. 3. Pp. 30–36. DOI: 10.1134/S0002188119030074.
5. Kudryavtseva E. Yu., Priyatkin N. S., Mel'nikov S. P., Kolesnikov L. E. Vliyaniye organo-mineral'nykh udobreniy na kachestvo zerna tritikale [Effect of organo-mineral fertilizers on grain quality of triticale] // Rol' molodykh uchenykh v reshenii aktual'nykh zadach APK: sbornik trudov po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh. Saint-Petersburg. 2018. Pp. 31–34.
6. Andriyanova Yu. M., Gusakova N. N., Mokhon'ko Yu. M. Ekologicheskiye aspekty vliyaniya azotsoderzhashchikh biologicheskii aktivnykh veshchestv na rost i razvitiye nekotorykh zernovykh kul'tur Povolzh'ya [Ecological aspects of effect of nitrogen-containing biologically active substances on the growth and development of some crops of Volga region] // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2016. No. 8. Pp. 3–12.
7. Mikhaylichenko E. N., Pimonov K. I., Danilov A. N., Gusakova N. N. Vliyaniye mineral'nykh udobreniy i biopreparatov na urozhaynost' nuta na chernozeme yuzhnom [Effect of mineral fertilizers and biopreparations on productivity of chickpea in southern Chernozem] // Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2018. No. 4. Pp. 16–21.
8. Ratnikov A. N., Sviridenko D. G., Popova G. I., Petrov K. V., Ivankin N. G., Mazurov V. N., Semeshkina P. S., Amelyushkina T. A. Effektivnost' primeneniya novykh kompleksnykh udobreniy pri vozdeleyvanii kartofelya [Efficiency of application of new complex fertilizers in potato cultivation] // Bulletin of agrarian science. 2018. No. 1 (70). Pp. 14–21. DOI: 10.15217/48484.
9. Arysheva S. P., Popova G. I., Balanova O. Yu., Sviridenko D. G., Ratnikov A. N. Vliyaniye novykh kompleksnykh organo-mineral'nykh udobreniy na produktivnost' kukuruzy i translokatsiyu ¹³⁷Cs v rasteniya [Effect of new complex organomineral fertilizers on maize productivity and translocation of ¹³⁷Cs into plants] // Agrokhimiya. 2018. No. 3. Pp. 26–33. DOI: 10.7868/S0002188118030043.
10. Ratnikov A. N., Sviridenko D. G., Popova G. I., Arysheva S. P., Petrov K. V., Balanova O. Yu., Ratnikova L. I., Semeshkina P. S. Effektivnost' udobreniya prolongirovannogo deystviya “Suprodit-M” i organo-mineral'nogo kompleksa “Geoton” pri vozdeleyvanii zernovykh kul'tur v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya [The effectiveness of the long-acting fertilizer “Suprodit-M” and the organo-mineral complex “Geoton” in the cultivation of grain crops under conditions of radioactive contamination] // Bulletin of agricultural science. 2018. No. 4 (73). Pp. 36–46]. DOI: 10.15217/48484.
11. Patent na izobreteniyе C1 CO5F 11/02 (2019.08) № 2709737 “Biologicheskii aktivnyy organo-mineral'nyy kompleks i sposob yego polucheniya (Opisaniye izobreteniya k patentu)” [Patent for invention No. 2709737 “Biologically active organo-mineral complex and method of its preparation (description of the invention to the patent)"] / N. I. Sanzharova, K. V. Petrov, A. N. Ratnikov, D. G. Sviridenko Dmitriy Georgievich, A. A. Suslov, I. A. Ivanov, N. G. Ivankin. Declared 04.02.19; published 19.12.2019. Bull. No. 35. 19.12.2019. 6 p.
12. Kolesnikov L. E., Mel'nikov S. P., Kiselev M. V., Zuyev E. V., Vasil'yeva T. A. Biologicheskoye obosnovaniye primeneniya mikroudobreniy i organo-mineral'nykh preparatov dlya vnekornevoy podkormki pshenitsy. [Biological justification of the use of micronutrients and organo-mineral preparations for foliar feeding of wheat] // Russian agricultural science. Section Crop Production. 2019. No. 1. Pp. 12–15. DOI: 10.31857/S2500-26272019112-15.
13. Patent na izobreteniyе C1 CO5F 11/02 (2006.01) № 2490241 “Organo-mineral'noye kompleksnoye udobreniye i sposob yego polucheniya” [Patent for invention No. 2490241 “Organo-mineral complex fertilizer and method of its production”] / A. N. Ratnikov, N. I. Sanzharova, K. V. Petrov, T. L. Zhigareva, D. G. Sviridenko, G. I. Popova, S. N. Bochkarev, I. A. Ivanov, V. I. Ul'rikh. Declared 23.01.12; published 20.08.13. Bull. No. 23. 20.08.2013.
14. Yefimova E. S., Pimenov E. P., Suslov A. A. Vliyaniye organo-mineral'nogo kompleksa “Geoton” i mikrobnyykh preparatov na urozhaynost' yarovogo yachmenya i fermentativnuyu aktivnost' dervno-podzolistoy pochvy Nechernozem'ya [Influence of

the organo-mineral complex of “Geoton” and microbial preparations on the yield of spring barley and enzymatic activity of the sod-podzolic soil of the non-Chernozem region] // *Sovremennyye problemy radiobiologii, radioekologii i agroekologii: sbornik dokladov mezhdunarodnoy molodezhnoy konferentsii*, Obninsk, 2019. Pp. 230–233.

15. *Praktikum po agrokhimii [Workshop on agricultural chemistry]* / Under the editorship of V. G. Mineyev. Moscow : MGU, 2001. 686 p.

16. GOST R 50817-95. Korma, kombikorma, kombikormovoye syr'ye. Metod opredeleniya sodержaniya syrogo proteina, syroy kletchatki, syrogo zhira i vlagi s primeneniym spektroskopii v blizhney infrakrasnoy oblasti [State standard R 50817-95. Feed, compound feed, feed raw materials. Method for determining the content of raw protein, raw fiber, raw fat and moisture using near-infrared spectroscopy]. Moscow : Gosstandart Rossii, 2002. 10 p.

17. Dospikhov B. A. *Planirovaniye polevogo opyta i statisticheskaya obrabotka yego dannykh [Planning of field experience and statistical processing of its data]*. Moscow : Kolos, 1972. 207 p.

18. Mazurov V. N., Semeshkina P. S., Ratnikov A. N., Arysheva S. P., Sviridenko D. G. “Gumiton” – New Organo-Mineral Complex to Increase the Productivity of Agricultural Cultures // *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2019. Vol. 8. Iss. 4. Pp. 3374–3381. DOI: 10.35940/ijrte.C6606.118419.

Authors' information:

Aleksandr N. Ratnikov¹, doctor of agricultural sciences, leading researcher, professor, ORCID 0000-0001-7298-887X, AuthorID 94705

Dmitriy G. Sviridenko¹, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-7701-895X, AuthorID 93811

Svetlana P. Arysheva¹, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-7243-4145, AuthorID 91083

Polina S. Semeshkina², candidate of agricultural sciences, deputy director, ORCID 0000-0001-8450-7105, AuthorID 432941

¹ Russian Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia

² Kaluga Research Institute of Agriculture, Kaluga region, Russia

Влияние обработок препаратом на основе полисульфида кальция на всхожесть семян и урожайность растений пшеницы

Р. Г. Фархутдинов¹, В. В. Федяев¹, Б. С. Ахметшин¹, М. И. Гарипова¹, М. Г. Уфимцева²

¹ Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

² Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

✉ E-mail: frg2@mail.ru

Аннотация. Для дальнейшей интенсификации процессов аграрного растениеводства необходима постоянная разработка новых препаратов, обладающих эффективной рострегулирующей активностью по отношению к сельскохозяйственным культурам и проявляющих способность к подавлению фитопатогенов, повышению качества хозяйственно-ценной продукции. **Цель исследования** состояла в изучении влияния полисульфида кальция (CaS_4) на всхожесть, параметры продуктивности растений и качество зерна мягкой яровой пшеницы при предпосевной обработке и внесении во время вегетации. **Методы.** В лабораторных условиях было исследовано влияние полисульфида кальция на всхожесть растений пшеницы. Использовали 0,1-; 0,5- и 1-процентные растворы CaS_4 , инкубируя семена в течение 1, 2 и 3 часов. Проводили определение сырой и сухой массы, длины побегов и корней, а также скорость образования супероксид-аниона, содержание пероксида водорода, определяли пероксидазную и каталазную активности, концентрацию малонового диальдегида (МДА). В полевых исследованиях семена обрабатывали раствором CaS_4 из расчета 0,6 л/г с последующим определением количества проростков, пораженных корневой гнилью. **Научная новизна.** Установлено, что препарат полисульфида кальция (CaS_4) положительно влияет на всхожесть, продуктивность и качество зерна растений мягкой яровой пшеницы. Под действием препарата изменялась активность окислительно-восстановительных процессов в растениях, что свидетельствует о роли про- и антиоксидантной системы в процессах адаптации растения к действию полисульфида кальция. **Результаты.** В результате предпосевной обработки в течение 60 мин. семян пшеницы 0,1-процентным раствором у шестисуточных проростков наблюдали увеличение длины листьев, а также благоприятное воздействие препарата на редокс-систему тканей корня. Применение раствора CaS_4 для предпосевной обработки и в период кущения в полевых условиях увеличивало урожайность на 3 ц/га и повышало содержание белка в семенах пшеницы на 8–9 %. Сделано заключение о влиянии полисульфида кальция на прорастание семян пшеницы в зависимости от концентрации и времени предпосевной обработки.

Ключевые слова: пшеница; предпосевная обработка; полисульфид кальция; редокс-система; урожайность

Для цитирования: Фархутдинов Р. Г., Федяев В. В., Ахметшин Б. С., Гарипова М. И., Уфимцева М. Г. Влияние обработок препаратом на основе полисульфида кальция на всхожесть семян и урожайность растений пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 38–46. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-38-46.

Дата поступления статьи: 15.11.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Интенсификация процессов аграрного растениеводства делает актуальными исследования по разработке, испытанию и внедрению новых препаратов, обладающих не только более эффективной рострегулирующей активностью по отношению к сельскохозяйственным культурам, но и проявляющих способность к подавлению фитопатогенов, повышению качества хозяйственно-ценной продукции и т. д., при этом более безопасных с точки зрения экологии. В числе важных задач повышения качества производимой продукции – проблема повышения содержания белка в зерне пшеницы, так как именно количество белка в зерне пшеницы напрямую определяет его пищевую ценность и стоимость [1, с. 20], [2, с. 550]. Хотя содержание белка в пшенице является генетически закрепленным

признаком, но во многом оно зависит от условий выращивания зерновых культур. Основным агротехническим способом увеличения содержания клейковины и повышения урожая являются корневые и некорневые подкормки различными химическими препаратами (удобрения и регуляторы роста) [3, с. 150], [4, с. 216]. Особенности физиологии питания сельскохозяйственных растений (особенно при интенсивных технологиях возделывания) подразумевают многократное внесение необходимых им питательных веществ в соотношениях, нужных ему в различные периоды вегетации. Подкормка в сочетании с основным удобрением дает возможность добиться такого урожая, какой нельзя получить при одновременном внесении в почву всех удобрений, даже в большой дозе, т. к. она основана на способности растений усваивать питательные вещества

поверхностью зеленых листьев и стеблей [5, с. 248]. Многолетними исследованиями показано, что содержание белка зависит как дозы основного азотного удобрения, так и от времени некорневых подкормок [6, с. 42], [7, с. 72]. Роль других элементов питания в повышении качества зерна, в частности серы, активно обсуждается в последнее время [8, с. 16], [9, с. 55].

Ранее была установлена значительная биологическая активность высокодисперсных соединений серы в наноразмерном диапазоне [10, с. 63], [11, с. 143]. Было показано, что под влиянием серосодержащих соединений увеличивается образование активных форм кислорода (АФК) в различных компартментах клетки [9, с. 60], что способствует формированию устойчивости растений к фитопатогенным грибам [12, с. 112].

В связи с этим представляется важным изучение процессов, происходящих в про- или антиоксидантной системе растений, связанных с предпосевной обработкой препаратом наноразмерной серы, а также их влияние на параметры роста и продуктивности растений пшеницы.

Методология и методы исследования (Methods)

Цель данного исследования состояла в изучении влияния предпосевной обработки семян мягкой яровой пшеницы препаратами полисульфида кальция (CaS_4) на всхожесть, параметры продуктивности растений и качество зерна.

В задачи исследования входило изучение влияния препарата на основе полисульфида кальция (CaS_4):

- на прорастание семян, накопление сырой и сухой массы, рост побегов и корней проростков;
- активность физиолого-биохимических процессов (скорость образования супероксид-аниона, активность ферментов пероксидазы и каталазы, содержание малонового диальдегида, пероксида водорода);
- урожайность, прибавку урожая, вес 1000 зерен, содержание белка в зерне;
- подавление возбудителей корневых гнилей растений пшеницы.

В условиях лаборатории объектом исследований были семена и проростки мягкой яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта Казахстанская 10. В полевых условиях эксперименты по изучению урожайности и устойчивости растений к фитопатогенам проводили с использованием растений мягкой яровой пшеницы сорта Башкирская 26.

Влияние препарата на основе полисульфида кальция (CaS_4) на прорастание семян изучали с использованием 0,1-, 0,5-, и 1-процентных растворов (исходный коммерческий препарат учитывался как 100-процентный). В контрольном варианте семена замачивали в дистиллированной воде. В процессе предпосевной обработки 50 сухих близких по размеру зерновок помещали в 15 мл раствора и выдерживали в герметично закрытых стеклянных флаконах в течение 1, 2 или 3 часов. Затем семена промывали водопроводной водой для удаления остатков препарата, помещали в поддоны на фильтровальную бумагу и проращивали в течение суток в темном термостате при температуре 26 °С. Процент проросших семян рассчитывали с использованием суточных проростков.

Для дальнейшего выращивания одинаково проросшие семена размещали на стеклянных плотиках и культивировали методом гидропоники с использованием модифицированной питательной смеси Хогланда – Арнона (освещение 120 Вт/м², светопериод – 16 часов, средняя дневная температура 26 ± 2 °С).

Далее проводили определение сырой и сухой массы, а также длины побегов и корней проростков. Определение скорости образования супероксид-аниона производили по его реакции с адреналином путем спектрофотометрического измерения количества адrenoхрома [13, с. 770]. Измерение содержания перекиси водорода проводили методом с использованием ксиленолового оранжевого [14, с. 178]. Пероксидазную активность определяли по активности гваяколпероксидазы [15, с. 430]. Активность каталазы определяли путем спектрофотометрического измерения количества окрашенного продукта реакции пероксида водорода

Таблица 1
Зависимость всхожести семян пшеницы от времени предпосевной обработки и концентрации раствора полисульфида кальция (CaS_4)

Концентрация CaS_4 , %	Время обработки семян, ч		
	Всхожесть, %		
0 (контроль)	88	96	96
0,1	92	88	84
0,5	88	86	80
1,0	82	76	70

Table 1
The dependence of the germination of wheat seeds on the time of pre-sowing treatment and the concentration of a solution of calcium polysulfide (CaS_4)

The concentration of CaS_4 , %	Time of treatment, h		
	Germination, %		
0 (control)	88	96	96
0.1	92	88	84
0.5	88	86	80
1.0	82	76	70

и солей аммония [16, с. 6]. Содержание малонового диальдегида (МДА) определяли путем измерения образования окрашенного соединения с тиобарбитуровой кислотой [17, с. 394]. Измерение общего содержания белка проводили методом с использованием амидо черного [18, с. 354].

При проведении исследований в полевых условиях осуществляли предпосевную обработку семян 1-процентным раствором полисульфида кальция из расчета 0,6 л/т, обработку в фазе кушения проводили 2-процентным раствором из расчета 100 л/га.

Культивирование растений проводили на дерново-подзолистой, среднесуглинистой, среднекультуренной почве с 2-процентным содержанием гумуса. $pH_{\text{вод}}$ – 5,8; ЕКО – 11 мг-экв. / 100 г почвы. Предшественником в севообороте являлся чистый пар. Обработку почвы проводили путем вспашки (август 2018 года) на глубину 15–18 см отвальным плугом ПН-4-35 с предпосевной культивацией с использованием культиватора КПП-4 на глубину 5–8 см. Минеральные удобрения в предпосевной период вносили из расчета N60P60K60, после появления всходов вносили 30 кг аммиачной селитры.

Внесение раствора фунгицида ТМТД проводили согласно инструкции производителя в соотношении 3 л на 1 т семян. Подсчет количества проростков, пораженных корневой гнилью, проводили через 7 суток после посева семян. Степень биологической эффективности использованных в исследовании препаратов проводили по формуле Аббота [19, с. 177].

Планирование полевого исследования и учет результатов экспериментов выполняли в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [20, с. 44].

Оценку урожайности проводили комбайновым методом: учетная площадь каждого экспериментального участка составлял не менее 20 м². Технологическая оценка качества зерна пшеницы была проведена согласно ГОСТ Р 54478–2011 [21]. Все измерения проводили в 4-кратной биологической и 3–6-кратной аналитической повторности. Результаты представлены как средние арифметические значения и ошибки средней.

Результаты (Results)

Применение для предпосевной обработки в течение 1 часа раствора с содержанием CaS_4 0,1 % приводило к повышению доли проросших семян на 4,5 % относительно контрольного варианта (таблица 1). Выдерживание семян в течение этого времени в растворах с концентрацией пре-

парата 0,5 и 1 % соответственно не оказывало заметного влияния или снижало всхожесть на 7 % (таблица)

Увеличение времени обработки семян до 2 и 3 часов в растворах с содержанием CaS_4 в концентрациях 0,1, 0,5 и 1 % снижало всхожесть на 8, 10,5, 21 и 12,5, 17, 27 % относительно соответствующего контроля (таблица 1).

Таким образом, согласно результатам лабораторного этапа исследования по подбору концентрации полисульфида кальция, положительно влиявшего на всхожесть семян пшеницы, в дальнейших исследованиях применялись растворы CaS_4 в концентрациях 0,1 % и 1 % (время предпосевной обработки семян – 1 час).

Определение морфометрических параметров (длина листа и корней) проростков пшеницы обнаружило возрастание величины длины первого листа на 6-е сутки выращивания после обработки семян растворами CaS_4 в концентрации 0,1 и 1 % на 14 и 21 % относительно контроля соответственно. Длина корней под влиянием препарата серы снижалась в среднем на 7 и 20 % при использовании растворов с концентрацией 0,1 и 1 % соответственно (таблица 2). Одновременно с длиной корней под влиянием препарата серы снижалась сухая масса корней в среднем на 7 и 20 % при использовании растворов с концентрацией 0,1 и 1%, соответственно (таблица 2).

Таким образом, основываясь на определении ростовых параметров проростков пшеницы, было показано стимулирующее влияние растворов CaS_4 на увеличение длины листьев при одновременном снижении длины и массы корней. Это свидетельствует о перераспределении поступления питательных веществ в пользу надземной части и том, что корневая система обеспечивает ее рост и развитие при относительно низких собственных ростовых процессах [22, с. 48], [23, с. 122].

Определение скорости образования супероксид-аниона (СОА) корнями проростков пшеницы продемонстрировало снижение данного параметра на 32,5 % у растений при использовании 0,1-процентного раствора и возрастание на 10 % в случае применения 1-процентного раствора (таблица 3). Ранее нами при применении предпосевных обработок семян пшеницы другими формами серосодержащих соединений также было установлено увеличение содержания СОА, что связывают с рострегуляторной ролью супероксид-аниона, в частности с участием в растяжении листовых пластинок растений [24, с. 50].

Таблица 2

Влияние предобработки семян растворами CaS_4 на морфометрические параметры проростков пшеницы

Концентрация CaS_4 , %	Длина, мм		Масса сухая, мг	
	Первый лист	Корень	Побег	Корень
0 (контроль)	14,1 ± 2,7	7,2 ± 2,2	11,6 ± 1,3	4,2 ± 0,7
0,1	16,3 ± 1,4	6,7 ± 1,9	12,2 ± 1,4	4,0 ± 0,5
1,0	17,1 ± 1,2	5,8 ± 1,8	11,5 ± 1,2	3,9 ± 0,6

Table 2

The effect of seed pretreatment with CaS_4 solutions on the morphometric parameters of wheat seedlings

The concentration of CaS_4 , %	Length, mm		Dry weight, mg	
	First leaf	Root	Shoot	Root
0 (control)	14.1 ± 2.7	7.2 ± 2.2	11.6 ± 1.3	4.2 ± 0.7
0.1	16.3 ± 1.4	6.7 ± 1.9	12.2 ± 1.4	4.0 ± 0.5
1.0	17.1 ± 1.2	5.8 ± 1.8	11.5 ± 1.2	3.9 ± 0.6

Таблица 3

Влияние предобработки семян растворами CaS_4 на параметры про- или антиокислительной системы проростков пшеницы

Концентрация CaS_4 , %	СОА, $\mu\text{M}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{ч}^{-1}$	H_2O_2 , $\mu\text{M}\cdot\text{г}^{-1}$	Пероксидаза, $\text{OE}\cdot 10^5\cdot\text{г}^{-1}$ белка	Каталаза, $\text{OE}\cdot 10^6\cdot\text{г}^{-1}$ белка	МДА, $\text{нM}\cdot\text{г}^{-1}$
0 (контроль)	$2,0 \pm 0,21$	$0,61 \pm 0,08$	$1,7 \pm 0,09$	$0,4 \pm 0,05$	$0,36 \pm 0,02$
0,1	$1,35 \pm 0,18$	$0,37 \pm 0,05$	$2,5 \pm 0,06$	$0,65 \pm 0,08$	$0,85 \pm 0,08$
1,0	$2,2 \pm 0,32$	$0,36 \pm 0,03$	$1,5 \pm 0,05$	$0,38 \pm 0,02$	$0,38 \pm 0,03$

Table 3

The effect of seed pretreatment with CaS_4 solutions on the parameters of the pro- or antioxidant system of wheat seedlings

The concentration of CaS_4 , %	SOA, $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$	H_2O_2 , $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$	Peroxidase, $\text{U}\cdot 10^5\cdot\text{g}^{-1}$ of protein	Catalase, $\text{AU}\cdot 10^6\cdot\text{g}^{-1}$ of protein	MDA, $\text{nmol}\cdot\text{g}^{-1}$
0 (control)	2.0 ± 0.21	0.61 ± 0.08	1.7 ± 0.09	0.4 ± 0.05	0.36 ± 0.02
0.1	1.35 ± 0.18	0.37 ± 0.05	2.5 ± 0.06	0.65 ± 0.08	0.85 ± 0.08
1.0	2.2 ± 0.32	0.36 ± 0.03	1.5 ± 0.05	0.38 ± 0.02	0.38 ± 0.03

Таблица 4

Результаты полевых испытаний яровой пшеницы сорта Башкирская 26 после обработок препаратом на основе полисульфида кальция

Вариант опыта	Норма расхода,	Урожайность, ц/га		Вес 1000 зерен (г)	Содержание белка в зерне, %
		Среднее	Прибавка урожая, ц/га к контролю		
Контроль (без обработки)	–	$18,7 \pm 0,9$	–	$34,6 \pm 0,3$	$14 \pm 0,3$
Полисульфид кальция (предпосевная обработка семян)	1 % раствор 0,6 л/т	$21,8 \pm 0,7$	3,1	$36,3 \pm 0,5$	$22 \pm 0,7$
Полисульфид кальция (обработка в фазе кущения)	2 % раствор 100 л/га	$23,6 \pm 0,8$	4,9	$38,57 \pm 0,4$	$23 \pm 0,5$

Table 4

Field test results of spring wheat of Bashkirskaya 26 cultivar after treatments with a preparation based on calcium polysulfide

Variant of experiment	Consumption rate	Productivity, ton/ha		Weight of 1000 grains, g	Content of protein in grain, %
		Average	Yield increase, c/ha to control		
Control (without treatment)	–	18.7 ± 0.9	–	34.6 ± 0.3	14 ± 0.3
Calcium polysulfide (pre-sowing seed treatment)	1 % solution 0.6 l/ton	21.8 ± 0.7	3.1	36.3 ± 0.5	22 ± 0.7
Calcium polysulfide (tillering treatment)	2 % solution 100 l/ha	23.6 ± 0.8	4.9	38.57 ± 0.4	23 ± 0.5

Измерение уровня содержания пероксида водорода (H_2O_2) в корнях проростков пшеницы обнаружило снижение его концентрации при использовании 0,1- и 1-процентных растворов в среднем на 40 % (таблица 3). В литературе имеются данные о стимулирующем влиянии перекиси водорода на рост растений [25]. В данном случае обработка препаратом снижала содержание перекиси водорода в корнях, что могло сказаться на снижении ростовых процессов.

Таким образом, можно предположить, что повышение скорости генерации супероксид-аниона в ответ на применение 1-процентного раствора CaS_4 по сравнению с остальными вариантами эксперимента, могла быть обусловлена активностью ростовых процессов побега. Подтверждением правильности наблюдения о положительном влиянии 1-процентного раствора CaS_4 может также служить значительное снижение содержания перекиси водорода в корнях растений.

Определение пероксидазной и каталазной активности растений пшеницы под влиянием препарата серы показало, что она изменялась сходным образом. Так, применение 0,1-процентного раствора CaS_4 приводило к увеличению активности обеих групп ферментов относительно контроля на 47 и 62,5 % соответственно. Предпосевная обработка семян 1-процентным раствором обуславливала незначительное снижение активности данных ферментов (на 4 % в случае гваяколпероксидазы и 5 % – каталазы) (таблица 3). Предпосевное воздействие растворов CaS_4 вызвало в растительной клетке образование активных форм кислорода (состояние окислительного стресса) и интенсификацию процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) [26, с. 34]. Как видно из таблицы 3, активность антиоксидантных ферментов была выше при применении 0,1-процентного раствора CaS_4 , что позволяет нам судить о большей физиологической активности данной концентрации по сравнению с более высокой. Механизмы, защи-

щающие растительную клетку от активных форм кислорода, достаточно универсальны для всех типов стресса и включают в себя такие ферменты, как пероксидаза, каталаза, супероксиддисмутаза, и др. [27, с. 222].

Таким образом, нами было показано, что пероксидазная и каталазная активность 6-суточных проростков пшеницы зависела от концентрации растворов препарата серы при предпосевной обработке семян. Использование 0,1-процентного раствора полисульфида серы приводило к стимуляции данных ферментов, что, вероятно, способствовало снижению содержания пероксида водорода в тканях корней проростков пшеницы. В данном случае пониженный уровень содержания пероксида водорода в корнях растений, предобработанных 1-процентным раствором CaS_4 , не сопровождался повышением активности указанных ферментов, что могло быть обусловлено участием других компонентов антиокислительной системы растений.

Определение содержания малонового диальдегида (МДА) – продукта перекисного окисления липидов – показало его высокую концентрацию у растений после предобработки семян 0,1-процентным раствором препарата серы (на 136 % выше относительно контроля). При использовании 1-процентного раствора уровень содержания МДА повышался только на 5,5 %, относительно контроля (таблица 3). МДА может быть использован как биологический индикатор развития окислительного стресса растений [28, с. 407]. Данные результаты могут быть объяснены более высокой скоростью роста в побегах растений предобработанных 0,1-процентным раствором, что также приводит к повышению уровня содержания МДА.

Эксперименты по полевым испытаниям препарата полисульфида серы проводили в 2019 году.

Как видно из таблицы 4, как предпосевная (1-процентным раствором), так и обработка в фазе кущения (2-процентным раствором) приводили к увеличению массы 1000 зерен на 2–4 г. Выбор более высокой концентрации полисульфида кальция для обработки растений пшеницы в фазе кущения связан с более высокой фунгицидной эффективностью данной концентрации по сравнению с 1-процентным раствором [10, с. 62]. Урожайность также возросла под действием обработок препарата полисульфида серы. При предпосевной обработке итоговая урожайность возросла по сравнению с контролем на 3,1 ц/га, при дополнительной обработке растений в фазе кущения – на 4,8 ц/га. Содержание белка в зерне также было выше на 8–9 % у растений пшеницы, обработанных препаратом полисульфида серы (таблица 4). Сера входит в состав основных структурных элементов белков, и от доступности этого элемента во многом зависит уровень содержания и качество белков зерна [29, с. 29]. Сера также входит в состав нескольких основных аминокислот (цистеин, метионин, треонин и лизин), которые обеспечивают ценность пшеничной муки. Сера играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах, в активировании фермен-

тов, синтезе белков, участвует в синтезе хлорофилла. В молодых органах растений, где преобладают синтетические процессы, сера находится в основном в восстановленной форме [30, с. 436]. По мере старения в растениях процессы гидролиза превалируют над синтезом, возрастает количество окисленных форм соединений серы. Работы последних лет подтвердили участие серы в ассимиляции нитратов растениями. Установлено, что серосодержащие удобрения способствуют сдерживанию накопления нитратов в сельскохозяйственных культурах [31, с. 58].

В полевых условиях было проведено изучение влияния препарата CaS_4 на подавление возбудителей корневых гнилей растений пшеницы. У необработанных контрольных семян пораженность фитопатогенами составляла 65 %. В литературе обсуждаются фунгицидные свойства полисульфида серы по отношению к томатам и винограду [32, с. 28], поэтому представляла интерес оценка фунгицидных свойств полисульфида серы при применении препарата на сельскохозяйственных злаковых.

В качестве стандартного препарата сравнения был использован ТМТД (бис-(диметилтиокарбомил)-дисульфид) – препарат контактного действия, применяемый для протравливания семян и подавления роста корневых гнилей [33, с. 72].

Эффективность фунгицидной активности препаратов оценивали по степени подавления развития возбудителей корневых гнилей (*Helminthosporium sp.*, *Fusarium sp.* и др.). Влияние препаратов на фитопатогены определяли путем вычисления процентного содержания незараженных семян. Определение показателей всхожести семян и пораженности проростков фитопатогенами проводили на 7-е сутки после посева. В результате предпосевной обработки семян было показано, что препарат ТМТД был наиболее эффективен и уничтожал 100 % фитопатогенов. В случае полисульфида кальция наблюдали фунгицидную активность в 70 % случаев. Таким образом, по фунгицидной эффективности полисульфид кальция уступал более токсичному препарату ТМТД.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По результатам исследований, проведенных в лабораторных и полевых условиях, установлено положительное влияние полисульфида серы (CaS_4) на ростовые показатели, активность физиолого-биохимических процессов и урожайность растений мягкой яровой пшеницы. Действие препарата на активность окислительно-восстановительных процессов зависело от его концентрации. Препарат полисульфида кальция повышал показатели урожайности и качества зерна пшеницы, оказывал заметное фунгицидное действие в отношении возбудителей корневых гнилей у пшеницы.

Рекомендуется использование препарата полисульфида кальция для предпосевной обработки семян мягкой пшеницы 1-процентным раствором (0,6 л/т) с последующей обработкой растений в фазе кущения 2-процентным раствором (100 л/га).

Библиографический список

1. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапова А. А., Сергеева И. А. Накопление белка и клейковины в зерне раннеспелых и среднеранних сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (137). С. 17–22.

2. Tan D., Fan Y., Liu J., Zhao J., Ma Y., Li Q. Winter wheat grain yield and quality response to straw mulching and planting pattern // *Agricultural research*. 2019. Vol. 8. Iss. 4. Pp. 548–552. DOI: 10.1007/s40003-019-00401-1.
3. Sood G., Kaushal R., Panwar G., Dhiman M. Effect of indigenous plant growth-promoting rhizobacteria on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity and soil nutrients // *Communications in soil science and plant analysis*. 2019. Vol. 50. Iss. 2. Pp. 141–152. DOI: 10.1080/00103624.2018.1556282.
4. Sadak M. S., Bakry A. B., Taha M. H. Physiological role of trehalose on growth, some biochemical aspects and yield of two flax varieties grown under drought stress // *Plant Archives*. 2019. Vol. 19. Pp. 215–225.
5. Якушкина Н. И., Бахтенко Е. Ю. Физиология растений: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология». М. : ВЛАДОС, 2005. 463 с.
6. Иванов И. И., Трапезников В. К., Веселов С. Ю., Фархутдинов Р. Г., Кудоярова Г. Р. Системная реакция растений на локальное воздействие минерального питания. Уфа : РИЦ БашГУ, 2015. 236 с.
7. Завалин А. А., Соколов О. А. Коэффициент использования растениями азота удобрений и его регулирование // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 4. С. 71–75. DOI: 10.24411/2587-6740-2019-14070.
8. Маслова И. Я. Оптимизация питания яровой пшеницы серой // *Земледелие*. 2010. № 1. С. 16–17.
9. Федяев В. В., Фархутдинов Р. Г., Массалимов И. А., Цветков В. О., Ишмухаметов А. А., Ярмухаметова И. А., Латыпов Р. Н., Ямалеева А. А. Влияние полисульфида кальция на морфометрические и физиолого-биохимические процессы растений пшеницы. // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2018. № 2. С. 55–62. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-2-55-62.
10. Массалимов И. А., Давлетов Р. Д., Гайфуллин Р. Р., Зайнитдинова Р. М., Шайнурова А. Р., Мустафин А. Г. Наноразмерная сера – эффективный фунгицид и стимулятор роста пшеницы // *Вестник защиты растений*. 2013. № 4. С. 61–63.
11. Массалимов И. А., Давлетшин Р. Р., Гайфуллин Р. М., Зайнитдинова Л. Р., Мусавирова Р. Д. Сравнение биологических свойств наночастиц серы и известных пестицидов // *Башкирский химический журнал*. 2013. Т. 20. № 3. С. 142–144.
12. Набеева Р. А., Фархутдинов Р. Г. Влияние предпосевной обработки серосодержащими соединениями на рост, развитие, устойчивость к фитопатогенам и продуктивность растений пшеницы. Уфа : РИЦ БашГУ, 2016. 136 с.
13. Часов А. В., Минибаева Ф. В. Действие экзогенных фенолов на супероксидобразующую способность экстраклеточной пероксидазы корней проростков пшеницы // *Биохимия*. 2009. Т. 74. № 7. С. 766–774.
14. Suárez L., Savatin D. V., Salvi G., De Lorenzo G., Cervone F., Ferrari S. The non-traditional growth regulator pectimorf is an elicitor of defense responses and protects arabidopsis against *Botrytis cinerea* // *Journal of plant pathology*. 2013. Vol. 95. No. 1. Pp. 177–180.
15. Розина С. А., Макурина О. Н., Гончарук А. С. Влияние ксенобиотиков на полифенолоксидазную и аскорбинатоксидазную активность в тканях водного погружённого растения *Ceratophyllum demersum* // *Поволжский экологический журнал*. 2013. № 4. С. 427–432.
16. Дмитриюкова М. Ю., Баймиев А. Х., Рахманкулова З. Ф. Влияние экспрессии гена леггемоглобина сои на антиоксидантную систему трансгенных растений табака // *Вестник ОГУ*. 2010. № 12 (118). С. 4–8.
17. Taylor N. L., Millar A. H. Oxidative stress and plant mitochondria // *Methods in Molecular Biology*. 2007. Vol. 372. Pp. 389–403. DOI: 10.1007/978-1-59745-365-3_28.
18. Бузун Г. А., Джемухадзе К. М., Милешко Л. Ф. Определение белка в растениях с помощью амидо черного // *Физиология растений*. 1982. № 29. С. 350–358.
19. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений. Под ред. профессора С. Я. Попова. М. : Арт-Лион, 2003. 208 с.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. М. : Альянс, 2014. 351 с.
21. ГОСТ Р 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [Электронный ресурс]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/51588> (дата обращения: 22.04.2019).
22. Высоцкая Л. Б., Веселов Д. С., Фархутдинов Р. Г., Веселов С. Ю. Гормональная регуляция водного обмена и роста растений на разных фонах минерального питания и при дефиците воды. Уфа : РИЦ БашГУ, 2014. 244 с.
23. Кулуев Б. Р., Бережнева З. А., Михайлова Е. В., Чемерис А. В. Рост трансгенных растений табака с измененной экспрессией генов экспансинов при действии стрессовых факторов // *Физиология растений*. 2018. Т. 65. № 2. С. 121–132.
24. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Окислительный стресс и состояние антиоксидантной системы в колеоптилях пшеницы при действии пероксида водорода и нагрева // *Вестник Харьковского национального аграрного университета. Сер. Биология*. 2008. Вып. 2 (14). С. 42–52.
25. Набеева Р. А., Федяев В. В., Фархутдинов Р. Г., Ярмухаметова И. А., Хайруллина Р. Р., Ямалеева А. А., Ибрагимов А. Г. Влияние некоторых фунгицидных препаратов на окислительно-восстановительный обмен растений пшеницы [Электронный ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22332> (дата обращения: 07.01.2020).
26. Прудников П. С., Кривушина Д. А., Гуляева А. А. Реакция антиоксидантной системы и интенсивность перекисного окисления липидов *Prúnus cerásus* L. в ответ на действие гипертермии // *Вестник аграрной науки*, 2018. №. 1 (70). С. 30–35.

27. Колесниченко В. В., Колесниченко А. В. Изучение влияния высокой концентрации кадмия на функционирование антиоксидантных систем этиолированных проростков пшеницы разной длины // Журнал стресс-физиологии и биохимии. 2011. Т. 7. № 3. С. 212–221.
28. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // Trends in plant science. 2002. Vol. 7. Pp. 405–410. DOI: 10.1016/s1360-1385(02)02312-9.
29. Костин В. И., Мударисов Ф. А., Семашкина А. И. Влияние серосодержащих удобрений при ранневесенней подкормке на урожайность и качество озимой пшеницы // Нива Поволжья. 2018. № 1 (46). С. 29–35.
30. Минеев В. Г. Агротехнология: учебник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство МГУ, Издательство «КолосС», 2004. 720 с.
31. Захарова Д. А., Куликова А. Х., Карпов А. В. Влияние обработки семян серосодержащими удобрениями на продуктивность и качественные показатели зерна яровой пшеницы // Вестник Ульяновской ГСХА. 2018. № 2 (42). С. 54–59.
32. Массалимов И. А., Ярмухаметова И. А., Ахметшин Б. С., Самсонов М. Р. Фунгицидные свойства полисульфида кальция // Защита и карантин растений. 2018 № 10. С. 27–28.
33. Курамшина З. М., Хайруллин Р. М., Андреева И. Г. Влияние протравителей семян на микоризацию корней культурных растений // Агротехнология. 2014. № 1. С. 71–74.

Об авторах:

Рашит Габдулхаевич Фархутдинов¹, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии, ORCID 0000-0002-2541-8994, AuthorID 89556; frg2@mail.ru

Вадим Валентинович Федяев¹, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биохимии и биотехнологии, ORCID 0000-0003-3373-9445, AuthorID 95398; vadim.fedyayev@gmail.com

Булат Салаватович Ахметшин¹, аспирант кафедры физической химии и химической экологии, ORCID 0000-0002-8849-402X, AuthorID 158649

Маргарита Ивановна Гарипова¹, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биохимии и биотехнологии, ORCID 0000-0001-7157-6806, AuthorID 97364; margaritag@list.ru

Марина Геннадьевна Уфимцева², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID 0000-0001-9830-7139, AuthorID 458816; yfim@mail.ru

¹ Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

² Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

The effect of treatments with a preparation based on calcium polysulfide on seed germination and yield of wheat plants

R. G. Farkhutdinov[✉], V. V. Fedyayev¹, B. S. Akhmetshin¹, M. I. Garipova¹, M. G. Ufimtseva²

¹ Bashkir State University, Ufa, Russia

² State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

[✉]E-mail: frg2@mail.ru

Abstract. For the further intensification of the processes of agricultural crop production, the permanent development of new preparations with effective growth-regulating activity in relation to crops and exhibit the ability to suppress phytopathogens and improve the quality of economically valuable products is required. The **purpose** of the investigation was to study the effect of pre-sowing treatment of wheat seeds with calcium polysulfide (CaS₄) preparations on germination, plant productivity parameters, and grain quality. **Methods.** In laboratory conditions, the effect of calcium polysulfide on the germination of wheat plants was investigated. 0.1; 0.5 and 1 % of CaS₄ solutions for incubating the seeds during 1, 2 and 3 hours were used. Fresh and dry mass, shoot and root lengths, as well as the rate of formation of superoxide anion and hydrogen peroxide content, were determined, peroxidase and catalase activity and malondialdehyde (MDA) concentration were detected. Infield studies seeds were treated with CaS₄ solution at a rate of 0.6 l/t, followed by determination of the number of seedlings affected by root rot. **Results.** As a result of one-hour presowing treatment of seeds with a 0.1% solution in six-day-old seedlings, an increase in leaf length was observed, as well as a beneficial effect of the drug on the redox system of root tissues. The use of CaS₄ solution for pre-sowing treatment and during heading in the field increased the yield by 3 quintals/ha and increased the protein content in wheat seeds by 8–9 %. A conclusion is drawn on the effect of calcium polysulfide on the germination of wheat seeds depending on the concentration and time of pre-sowing treatment.

Keywords: wheat; pre-sowing treatment; calcium polysulfide; redox system; productivity.

For citation: Farkhutdinov R. G., Fedyayev V. V., Akhmetshin B. S., Garipova M. I., Ufimtseva M. G. Vliyanie obrabotok preparatom na osnove polisul'fida kal'tsiya na vskhozhest' semyan i urozhaynost' rasteniy pshenitsy [The effect of treatments with a preparation based on calcium polysulfide on seed germination and yield of wheat plants] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 38–46. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-38-46. (In Russian.)

Paper submitted: 15.11.2019.

References

1. Kondratenko E. P., Egushova E. A., Kosolapova A. A., Sergeeva I. A. Nakoplenie belka i kleykoviny v zerne rannespelykh i srednerannikh sortov yarovoy pshenitsy na serykh lesnykh pochvakh. [Protein and gluten accumulation in the grain of early-ripening and middle-early varieties of spring wheat on gray forest soils] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 3 (137). Pp. 17–22. (In Russian.)
2. Tan D., Fan Y., Liu J., Zhao J., Ma Y., Li Q. Winter wheat grain yield and quality response to straw mulching and planting pattern // Agricultural research. 2019. Vol. 8. Iss. 4. Pp. 548–552. DOI: 10.1007/s40003-019-00401-1.
3. Sood G., Kaushal R., Panwar G., Dhiman M. Effect of indigenous plant growth-promoting rhizobacteria on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity and soil nutrients // Communications in soil science and plant analysis. 2019. Vol. 50. Iss. 2. Pp. 141–152. DOI: 10.1080/00103624.2018.1556282.
4. Sadak M. S., Bakry A. B., Taha M. H. Physiological role of trehalose on growth, some biochemical aspects and yield of two flax varieties grown under drought stress // Plant Archives. 2019. Vol. 19. Pp. 215–225.
5. Yakushkina N. I., Bakhtenko E. Yu. Fiziologiya rasteniy: uchebnik dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti 032400 "Biologiya" [Plant physiology: textbook for university students enrolled in the specialty 032400 "Biology"]. Moscow : VLADOS, 2005. 463 p. (In Russian.)
6. Ivanov I. I., Trapeznikov V. K., Veselov S. Yu., Farkhutdinov R. G., Kudoyarova G. R. Sistemnaya reaktsiya rasteniy na lokal'noe vozdeystvie mineral'nogo pitaniya [The systemic reaction of plants to the local effects of mineral nutrition]. Ufa : RITs BashGU, 2015. 236 p. (In Russian.)
7. Zavalin A. A., Sokolov O. A. Koeffitsient ispol'zovaniya rasteniyami azota udobreniy i ego regulirovanie [Utilization by plants of nitrogen fertilizer and its regulation] // International Agricultural Journal. 2019. No. 4. Pp. 71–75. DOI: 10.24411/2587-6740-2019-14070. (In Russian.)
8. Maslova I. Ya. Optimizatsiya pitaniya yarovoy pshenitsy seroy. [Optimization of nutrition of spring wheat by sulfur] // Zemledelie. 2010. No. 1. Pp. 16–17. (In Russian.)
9. Fedyaev V. V., Farkhutdinov R. G., Massalimov I. A., Tsvetkov V. O., Ishmukhametov A. A., Yarmukhametova I. A., Latypov R. N., Yamaleeva A. A. Vliyanie polisul'fida kal'tsiya na morfometricheskie i fiziologo-biokhimicheskie protsessy rasteniy pshenitsy. [Effects of calcium polysulphide on morphometric, physiological and biochemical processes in wheat.] // Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya. 2018. No. 2. Pp. 55–62. DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-2-55-62. (In Russian.)
10. Massalimov I. A., Davletov R. D., Gayfullin R. R., Zaynitdinova R. M., Shaynurova A. R., Mustafin A. G. Nanorazmernaya sera – effektivnyy fungitsid i stimulyator rosta pshenitsy [Nanosize sulfur is effective fungicide and growth regulator for wheat.] // Plant Protection News. 2013. No. 4. Pp. 61–63. (In Russian.)
11. Massalimov I. A., Davletshin R. R., Gayfullin R. M., Zaynitdinova L. R., Musavirova R. D. Sravnenie biologicheskikh svoystv nanochastits sery i izvestnykh pestitsidov [Comparison of the biological properties of sulfur nanoparticles with known pesticides.] // Bashkir Chemical Journal. 2013. T. 20. No. 3. Pp. 142–144. (In Russian.)
12. Nabeeva R. A., Farkhutdinov R. G. Vliyanie predposevnoy obrabotki serosoderzhashchimi soedineniyami na rost, razvitie, ustoychivost' k fitopatogenam i produktivnost' rasteniy pshenitsy [Influence of presowing treatment with sulfur-containing compounds on the growth, development, resistance to phytopathogens and productivity of wheat plants.]. Ufa : RITs BashGU, 2016. 136 p. (In Russian.)
13. Chasov A. V., Minibayeva F. V. Effect of exogenous phenols on superoxide production by extracellular peroxidase from wheat seedling roots. Biochemistry (Moscow). 2009. Vol. 74. No. 7. Pp. 766–774. DOI: 10.1134/S0006297909070098.
14. Suárez L., Savatin D. V., Salvi G., De Lorenzo G., Cervone F., Ferrari S. The non-traditional growth regulator pectimorf is an elicitor of defense responses and protects arabidopsis against *Botrytis cinerea* // Journal of plant pathology. 2013. Vol. 95. No. 1. Pp. 177–180.
15. Rozina S. A., Makurina O. N., Goncharuk A. S. Vliyanie ksenobiotikov na polifenoloksidaznyuyu i askorbinatoksidaznyuyu aktivnost' v tkanyakh vodnogo pogruzhennogo rasteniya *Ceratophyllum demersum* [Xenobiotic effects on polyphenoloxidase and ascorbate oxidase activities in the water-submerged plant *Ceratophyllum demersum*] // Povolzhskiy Journal of Ecology. 2013. No. 4. Pp. 427–432. (In Russian.)
16. Dmitryukova M. Yu., Baymiev A. Kh., Rakhmankulova Z. F. Vliyanie ekspressii gena leggemoglobina soi na antioksidantnyuyu sistemu transgennykh rasteniy tabaka [Influence of expression of the gene of soy leghemoglobin on antioxidant system of transgenesis tobacco plant] // Vestnik of the Orenburg State University. 2010. No. 12 (118). Pp. 4–8. (In Russian.)
17. Taylor N. L., Millar A. H. Oxidative stress and plant mitochondria // Methods in Molecular Biology. 2007. Vol. 372. Pp. 389–403. DOI: 10.1007/978-1-59745-365-3_28.
18. Buzun G. A., Dzhemukhadze K. M., Milesenko L. F. Opredelenie belka v rasteniyakh s pomoshch'yu amido chernogo [Determination of protein in plants using amid black] // Russian Journal of Plant Physiology. 1982. No. 29. Pp. 350–358. (In Russian.)
19. Popov S. Ya., Dorozhkina L. A., Kalinin V. A. Osnovy khimicheskoy zashchity rasteniy [Fundamentals of chemical plant protection] / Under the editorship of professor S. Ya. Popov. Moscow : Art-Lion, 2003. 208 p. (In Russian.)
20. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy [Methods of field experiment (with the basics of statistical process-

ing of research results): a textbook for higher agricultural educational institutions]. Stereotype edition, reprinted from the 5th edition, supplemented and revised 1985 g. Moscow : Al'yans, 2014. 351 p. (In Russian.)

21. GOST R 54478-2011 Zerno. Metody opredeleniya kolichestva i kachestva kleykoviny v pshenitse [Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat] [e-resource]. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/51588> (appeal date: 22.04.2019). (In Russian.)

22. Vysotskaya L. B., Veselov D. S., Farkhutdinov R. G., Veselov S. Yu. Gormonal'naya regulyatsiya vodnogo obmena i rosta rasteniy na raznykh fonakh mineral'nogo pitaniya i pri defitsite vody [Hormonal regulation of water metabolism and plant growth against different backgrounds of mineral nutrition and water deficiency]. Ufa : RITs BashGU, 2014. 244 p. (In Russian.)

23. Kuluev B. R., Berezheva Z. A., Mikhaylova E. V., Chemeris A. V. Growth of transgenic tobacco plants with changed expression of genes encoding expansins under the action of stress factors // Russian Journal of Plant Physiology. 2018. T. 65. No. 2. Pp. 211–221. DOI: 10.7868/S0015330318020045

24. Kolupaev Yu. E., Karpets Yu. V. Okislitel'nyy stress i sostoyanie antioksidantnoy sistemy v koleoptilyakh pshenitsy pri deystvii peroksida vodoroda i nagreva [Oxidative stress and the state of antioxidative system in wheat coleoptiles at the action of hydrogen peroxide and heating] // The bulletin of the Kharkiv national agricultural university of v. V. Dokuchaeva. Series Biology. 2008. Iss. 2 (14). Pp. 42–52. (In Russian.)

25. Nabeeva R. A., Fedyayev V. V., Farkhutdinov R. G., Yarmukhametova I. A., Khayrullina R. R., Yamaleeva A. A., Ibragimov A. G. Vliyanie nekotorykh fungitsidnykh preparatov na okislitel'no-vosstanovitel'nyy obmen rasteniy pshenitsy [Influence of some fungicide on the redox exchange wheat germ] // Modern problems of science and education. 2015. No. 5. (In Russian.)

26. Prudnikov P. S., Krivushina D. A., Gulyaeva A. A. Reaktsiya antioksidantnoy sistemy i intensivnost' perekisnogo okisleniya lipidov *Prunus cerásus* L. v otvet na deystvie gipertermii [Reaction of antioxidant system and intensity of oversour lipids oxidation of *Prunus cerásus* L. in response to the hyperthermia effect] // Bulletin of agrarian science. 2018. No. 1 (70). Pp. 30–35. (In Russian.)

27. Kolesnichenko V. V., Kolesnichenko A. V. Izuchenie vliyaniya vysokoy kontsentratsii kadmiya na funktsionirovanie antioksidantnykh sistem etiolirovannykh prorstkov pshenitsy raznoy dliny [The influence of high Cd²⁺ concentration on antioxidant system of wheat etiolated shoots with different length] // Journal of stress-physiology and biochemistry. 2011. T. 7. No. 3. Pp. 212–221. (In Russian.)

28. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // Trends in plant science. 2002. Vol. 7. Pp. 405–410. DOI: 10.1016/s1360-1385(02)02312-9.

29. Kostin V. I., Mudarisov F. A., Semashkina A. I. Vliyanie serosoderzhashchikh udobreniy pri rannevesenney podkormke na urozhaynost' i kachestvo ozimoy pshenitsy [Influence of sulfur-containing fertilizers during early-spring top dressing on productivity and quality of the winter wheat] // Niva Povolzhya. 2018. No. 1 (46). Pp. 29–35. (In Russian.)

30. Mineev V. G. Agrokhimiya: uchebnik [Agrochemistry: schoolbook]. 2nd edition, revised and supplemented. Moscow : Izdatel'stvo MGU, Izdatel'stvo "KolosS", 2004. 720 p. (In Russian.)

31. Zakharova D. A., Kulikova A. Kh., Karpov A. V. Vliyanie obrabotki semyan serosoderzhashchimi udobreniyami na produktivnost' i kachestvennye pokazateli zerna yarovoy pshenitsy [Influence of seed treatment with sulfur-containing fertilizers on productivity and quality parameters of spring wheat grain] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2018. No. 2 (42). Pp. 54–59. (In Russian.)

32. Massalimov I. A., Yarmukhametova I. A., Akhmeshin B. S., Samsonov M. R. Fungitsidnye svoystva polisul'fida kal'tsiya [Fungicidal properties of calcium polysulfide] // Zashchita i karantin rasteniy. 2018. No. 10. Pp. 27–28 (In Russian.)

33. Kuramshina Z. M., Khayrullin R. M., Andreeva I. G. Vliyanie protraviteley semyan na mikorizatsiyu korney kul'turnykh rasteniy [Effect of seed disinfectants on the mycorrhization of crop roots] // Agrokhimiya. 2014. No. 1. Pp. 71–74. (In Russian.)

Authors' information:

Rashit G. Farkhutdinov¹, doctor of biological sciences, professor, head of the chair of biochemistry and biotechnology, ORCID 0000-0002-2541-8994, AuthorID 89556; frg2@mail.ru

Vadim V. Fedyayev¹, candidate of biological sciences, assistant professor, chair of biochemistry and biotechnology, ORCID 0000-0003-3373-9445, AuthorID 95398; vadim.fedyayev@gmail.com

Bulat S. Akhmetshin¹, postgraduate of department of physical chemistry and chemical ecology, ORCID 0000-0002-8849-402X, AuthorID 158649

Margarita I. Garipova¹, doctor of biological sciences, associate professor, professor of department of biochemistry and biotechnology, ORCID 0000-0001-7157-6806, AuthorID 97364; margaritag@list.ru

Marina G. Ufimtseva¹, candidate of agricultural sciences, assistant professor of the department of ecology and environmental management, ORCID 0000-0001-9830-7139, AuthorID 458816; yfim@mail.ru

¹ Bashkir State University, Ufa, Russia

² State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

Сохранение и изучение генетических ресурсов винограда на ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия

И. В. Горбунов^{1✉}, А. А. Лукьянова¹

¹ Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Северо-Кавказского Федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия, Анапа, Россия

✉E-mail: wunsch27@mail.ru

Аннотация. Целью исследований, результаты которых отражены в данной статье, является сохранение, пополнение и изучение генетических ресурсов винограда на Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия (АЗОСВиВ). **Новизна.** Анапская ампелографическая коллекция, состоящая из 4941 генотипа, в 2019 году пополнилась десятью сортами винограда в привитой культуре: Виктор 2 (Симпатия), Вионье, Заря Несвятая, Карменер, Марсело, Ромео, Русбол мускатный, Сириус Азос, Фуршетный, Юбилей Херсонского дачника. Впервые выделено 5 источников селекционно ценных признаков: 2 источника крупноплодности – столовые сорта винограда Рухо (Рюхо) и Страшенский, 1 источник филлоксероустойчивости – универсальный сорт Анапасный, 1 – высокого сахаронакопления – технический сорт Бастардо, 1 – ультрараннего срока созревания – столовый сорт винограда Олимпиада. **Методы.** Данные сорта, как и все, произрастающие на коллекции, ежегодно подвергаются комплексному исследованию с использованием традиционных и современных методов изучения, включая агроботанические учеты, апробацию, идентификацию, фенологию, учет урожая, прирост и прочее. **Результаты.** По результатам научных исследований прошлого года выявлен ряд особенностей реакции исследуемых сортов винограда различных эколого-географических групп и сроков созревания на нетипичные условия вегетационного периода 2019 года. Кроме того, среди изучаемых сортов выделен один источник на филлоксероустойчивость – сорт винограда Анапасный; два источника выделено на крупноплодность – это столовые сорта винограда Рухо (Рюхо) и Страшенский; 1 источник на высокое сахаронакопление – технический сорт Бастардо, 1 источник на ранний срок созревания – столовый сорт Олимпиада. **Практическая значимость.** Данные источники хозяйственно ценных селекционных признаков необходимы для создания новых сортов, клонов и гибридов винограда, обеспечивающих повышение устойчивости агроценоза и стабильность плодоношения, внедрение которых в производство может повысить рентабельность выращивания винограда за счет увеличения количественных и качественных показателей урожая.

Ключевые слова: виноград, коллекция, генофонд, сорт, фенология, агроботанические учеты, источники селекционно ценных признаков.

Для цитирования: Горбунов И. В., Лукьянова А. А. Сохранение и изучение генетических ресурсов винограда на ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 47–55. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-47-55.

Дата поступления статьи: 29.01.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Изучение и сохранение генетического разнообразия являются одними из важных фундаментальных научных задач в генетике и селекции культурных растений [1, с. 140], [2, с. 24], [3, с. 96], [4, с. 80], [5, с. 177], [6, с. 59]. Во многих странах мира разрабатываются и реализуются национальные программы по сохранению и использованию генетических ресурсов растений [7, с. 12], [8, с. 20], [9, с. 18]. На портале Genesys (<https://www.genesys-pgr.org>) представлена информация о генетических ресурсах 252 стран, 435 научных организаций – всего описано около 3 617 263 растений, в том числе 38 140 образцов рода *Vitis*.

Россия в проекте Genesys представлена ВИР им. Н. И. Вавилова (200 157 образцов, входит в сеть EURISCO). Все данные проекта Genesys включают в себя портал Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<https://www.gbif.org>), работающий по принципу открытого участия. Он собрал в себе 965 729 825 записей о различных образцах в генетических коллекциях по всему миру, в том числе 127 763 записи об образцах из 287 разновидностей (включая подвиды, межвидовые гибриды) рода *Vitis*, из них *Vitis vinifera* – 71 246 записей, а к 5418 записям прилагаются фотографии.

В 2018 году в нашей стране с целью развития научной инфраструктуры Федеральное агентство научных организаций провело работу по формированию единых подходов к использованию существующих биоресурсных коллекций России и созданию единой информационной системы [10, с. 112]. Так была создана информационная система «Биоресурсные коллекции научных организаций» в виде интернет-портала (www.biores.cytogen.ru). На данном портале зарегистрированы 4 ампелографические коллекции (Ампелографическая коллекция «Магарач», Анапская ампелографическая коллекция, Донская ампелографическая коллекция имени Я. И. Потапенко, Ампелографическая коллекция ДСОСВиО), в которых ведутся работы по изучению, сохранению генетического разнообразия и формированию баз данных сортов винограда [11, с. 44], [12, с. 63], [13, с. 40], [14, с. 56], [15, с. 171], [16, с. 30], [17, с. 88].

Большое количество аборигенных и мало распространенных сортов винограда существует до сих пор только благодаря этим коллекциям. Поэтому сохранение генетических ресурсов винограда имеет большое значение и для современной науки, и для будущего поколения.

Пополнение и сохранение генофонда винограда – это основа совершенствования сортимента данной культуры. Ампелографическая коллекция является «живой» базой для широкомасштабных ампелографических, ампелологических и генетико-селекционных работ. Последние в свою очередь имеют высокие результаты и весьма эффективные как в науке, так и в производстве, и в конечном итоге являются практически значимыми для виноградно-винодельческой отрасли РФ. Ампелоколлекция – это то место, где собирается, сохраняется, пополняется, сравнивается и комплексно исследуется сортовой генофонд винограда. Кроме того, ампелографическую коллекцию можно назвать стартовой площадкой, откуда уходят в промышленные виноградники сорта, показавшие свои ценнейшие сортовые свойства и хозяйственные качества того или иного назначения.

Всероссийская Анапская ампелографическая коллекция – это самая крупная коллекция винограда в нашей стране по числу образцов. Она содержит сортообразцы из 32 коллекций 18 стран мира. Каждый год коллекция пополняется на 10 сортов. Ампелоколлекция выполняет важнейшие фундаментальные и приоритетно-прикладные функции по накоплению и сохранению генофонда культуры винограда, селекции новых сортов, пополнению сортимента классическими интродуцентами и аборигенами, которые адаптированы к природным (почвенно-климатическим) условиям местам выращивания.

Методология и методы исследования (Methods)

Научно-исследовательская работа проводилась в агроэкологических условиях Черноморской зоны Юга России на привитой части ампелоколлекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия (АЗОС-ВиВ) – филиала Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия (ФГБНУ СКФНЦСВВ). Объекты исследований – сорта и гибриды винограда разного эколого-географического происхождения, различного срока созревания и направления использования.

Анапская ампелографическая коллекция состоит из двух частей. Первая – основная, вторая – накопительная. В основной части виноградные кусты представлены привитыми саженцами, имеющими схему посадки $3,5 \times 2,0$ м и размещенными в рядах по 10 растений каждого сорта в каждом. В основной части коллекционного участка растения винограда выращиваются на штамбе высотой 1,4 м на одной проволоке и формируются по типу «Спиральный кордон АЗОС». В основе схемы размещения сортов лежит принцип сроков созревания винограда, а внутри куртин (рядов с несколькими десятками кустов) – эколого-географический. Основная часть ампелографической коллекции разделена на два участка, где размещены отдельно столовые и технические сорта.

В так называемом «накопителе» (накопительной части ампелоколлекции) растут корнесобственные саженцы по 2–3 куста каждого сорта со схемой размещения $3,5 \times 1,0$ м. В данной части ампелоколлекции растения винограда формируются по типу «висячего кордона» на двухпроволочной шпалере. При этом первый ярус имеет высоту проволоки 1,0 м, а второй – 1,4 м. Шпалерные столбы расположены на расстоянии 2 м друг от друга. В результате лоза одного растения, которое без опоры, распределяется по первой проволоке, а второе – по второй проволоке (рядом со столбом шпалеры). Функция накопительной части ампелоколлекции – пополнять и сохранять генофонд виноградной культуры для дальнейшего размножения и высадки в привитую часть коллекции. Черенки для выращивания корнесобственных саженцев привезены из Института виноградарства и виноделия «Магарач» (Республика Крым), Туркменской опытной станции, Узбекистана, Молдовы, Греции и др.

Исследования проводятся с применением общепринятых и разработанных с участием ответственных исполнителей программ и методик исследования [18, с. 1–64], [19, с. 1–98], [20, с. 141], [21, с. 34–37].

Результаты (Results)

В настоящее время в коллекции сконцентрировано 4941 сорт винограда, в том числе 1728 технических, 3160 столовых и 53 подвойных сорта.

В 2019 году коллекция пополнилась 10 сортами винограда в привитой культуре: 3 техническими сортами – Сириус АЗОС, Каберне Карменер, Вионье, 7 столовыми – Виктор 2 (Симпатия), Заря Несвятая, Марсело, Ромео, Русбол мускатный, Фуршетный, Юбилей Херсонского дачника.

Сириус АЗОС (филлоксероустойчивый «Джемете» и Ркацители) – Технический сорт винограда. Гроздь среднего размера, средней плотности, цилиндрической формы. Ягода округлая, темно-синяя, кожица средней толщины, мякоть сочная. Вкус простой. Семян в ягоде 2–4 шт. Сила роста куста средняя. К моменту листопада побеги вызревают на 85 %. Урожайность 120–140 ц/га, 6–8 кг с куста. Средняя масса грозди – 280 г. Коэффициент плодоношения 1,0, коэффициент плодоносности 1,0. Морозоустойчивость средняя. Степень поражения болезнями и вредителями повышенная. Сахаристость сока ягод 19,0–20,0 г / 100 см³, при кислотности 6,0 г/дм³. Используется для производства высококачественных сухих вин.

Каберне Карменер – старинный французский винный сорт винограда. Среднего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди мелкие или средние, цилиндрико-конические, крылатые. Ягоды средние, округлые, сине-черные, мякоть сочно-мясистая, с травянистым привкусом. Плодоносность глазков (особенно у основания побега) не очень высока, поэтому рекомендуется длинная обрезка плодовых побегов. Карменер несколько подвержен осыпанию завязи, не следует сажать этот сорт на слишком мощных почвах или в прохладных местоположениях. Карменер по сравнению с другими сортами рода *Vitis vinifera* относительно устойчив к грибным заболеваниям. Из этого сорта винограда делают довольно богатые, очень окрашенные танинные вина с ароматом черной смородины.

Вионье (Франция). Сорт созревает в третьей декаде сентября. Сила роста кустов средняя. Гроздь мелкая или средняя, цилиндрическая или усеченно-коническая, крылатая, довольно плотная. Ягода мелкая или средняя, округлая или слегка яйцевидная, янтарно-белая, с легким мускатным ароматом. Кислотность при полном созревании

невысокая. Проходит испытания на пригодность к выращиванию в прохладных регионах северо-востока США. Вина из винограда Вионье изменяются в зависимости от региона возделывания от похожих на Рислинг до близких к Шардоне.

Виктор 2 (Симпатия) – гибридная форма винограда селекции В. Н. Крайнова (Талисман × Кишмиш лучистый). Срок созревания раннесредний, в условиях г. Новочеркасска – конец августа. Цветок обоеполюй. Процент плодоносных побегов 75–85 %, коэффициент плодоношения 1,2–1,4. Сахаристость 16,8–18,5 г / 100 см³, кислотность 5–7 г/дм³. Кусты большой силы роста. Грозди цилиндрикоконические, крупные, средней плотности, средняя масса грозди – 672 г. Ягода удлиненная, крупная, темно-розовая, средняя масса ягоды – 10,9 г. Мякоть мясистая, кожица практически не ощущается. Вкус гармоничный, с легким мускатом. Транспортабельность высокая. Устойчивость к грибным заболеваниям средняя, к морозу – до минус 22 °С.

Таблица 1

Видовой состав сортов винограда Анапской ампелографической коллекции

Виды, генетические группы	Количество образцов	%
1. Сорта <i>Vitis vinifera</i> L., в т. ч.:	2980	60,4
1.1. Местные	2120	43,0
1.2. Гибридизированные	859	17,4
2. Сорта других видов <i>Vitis</i> L., в т. ч.:	90	1,8
2.1. <i>V. amurensis</i> Rupr.	40	0,8
2.2. <i>V. labrusca</i> L.	50	1,0
3. Межвидовые сорта, в т. ч.:	950	19,2
3.1. <i>V. vinifera</i> × <i>V. amurensis</i> Rupr.	210	4,3
3.2. <i>V. vinifera</i> L. × <i>V. labrusca</i> L.	172	3,5
3.3. <i>V. vinifera</i> L. × гибриды SV	220	4,5
3.4. <i>V. vinifera</i> × <i>V. amurensis</i> × гибриды SV	72	1,5
3.5. Комбинации скрещиваний неизвестных сортов и гибридных форм	275	5,6
4. Неизвестного происхождения	400	8,1
5. Другие образцы (клоновая селекция, гибридные формы, дикорастущие формы и пр.)	521	10,5
Всего	4941	100

Table 1

Species composition of grape varieties of the Anapa ampelographic collection

Species, genetic groups	Number of samples	%
1. Varieties of <i>Vitis vinifera</i> L., including:	2980	60.4
1.1. Local	2120	43.0
1.2. Hybridized	859	17.4
2. Varieties of other <i>Vitis</i> L. species, including:	90	1.8
2.1. <i>V. amurensis</i> Rupr.	40	0.8
2.2. <i>V. labrusca</i> L.	50	1.0
3. Interspecific varieties, including:	950	19.2
3.1. <i>V. vinifera</i> × <i>V. amurensis</i> Rupr.	210	4.3
3.2. <i>V. vinifera</i> L. × <i>V. labrusca</i> L.	172	3.5
3.3. <i>V. vinifera</i> L. × hybrids SV	220	4.5
3.4. <i>V. vinifera</i> × <i>V. amurensis</i> × hybrids SV	72	1.5
3.5. Combinations of crosses of unknown varieties and hybrid forms	275	5.6
4. Unknown origin	400	8.1
5. Other samples (clone selection, hybrid forms, wild forms, etc.)	521	10.5
Total	4941	100

Заря Несвятая – гибридная форма винограда селекции Е. Г. Павловского (Талисман × Кардинал). Срок созревания очень ранний, начало августа. Кусты большой силы роста. Цветок обоеполюй. Грозди крупные, средней массой 670 г, конические и цилиндро-конические, средней плотности и рыхлые. Ягоды крупные, слабо овальные и овальные, средней массой 9,1 г, темно-красные. Мякоть хрустящая, кожица плотная. Вкус с мускатным ароматом.

Марсело (Кеша-1 × Гибрид-72). Высокоурожайный столовый сорт ранне-среднего срока созревания со стабильной высокой урожайностью. Грозди по плотности средние, ветвистые, очень крупные, нарядные. В массе достигают от 0,8 до 1,5 кг. Ягоды сосковидные, крупных размеров 41×27 мм. В весе достигают от 17 до 20 г. При окончательном созревании плоды по цвету розовато-фиолетовые. Обладают густым пруином. Мякоть с характерным хрустом, плотной консистенции, с большим содержанием сока. Кожица ягод тонкая. От грозди виноград отрывается с трудом. Аромат простой виноградный.

Ромео (Деметра × Нистру) – автор Е. Г. Павловский, любительская селекция, Россия. Это гибридная форма винограда столового направления, среднего срока созревания. Цветок обоеполюй. Побеги вызревают хорошо. Сила роста кустов большая. Грозди конические, средней плотности, крупные, массой до 500–800 г. Ягоды сосковидные, сиреневого цвета, очень крупные, средней массой 9,9 г. Урожайность высокая.

Русбол мускатный (Болгария устойчивая × Русбол), ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко, Россия. Столовый мягкосемянный сорт винограда, раннего срока созревания. Грозди крупные, массой 400–500 г, цилиндро-конические или ветвистые, умеренно рыхлые или средней плотности. Ягоды мелкие, средней массой 2–2,5 г, овальные, белые, на солнце золотистые, с очень приятным мускатным ароматом. Категория бессемянности IV (в ягодах есть рудименты семян). Сахаристость 18–20 %, кислотность 5–7 г/л. Побеги вызревают хорошо. Плодоносных побегов 75–85 %, число гроздей на плодоносный побег 1,5–1,8. Предпочтительно возделывание этой формы винограда в привитой культуре на сильнорослых подвоях с умеренной нагрузкой кустов побегами и удалением слаборазвитых побегов. Морозостойкость до –24 °С, устойчив к милдью.

Фуриетный (Подарок Запорожью × Кубань) – гибридная форма селекции В. В. Загоруйко (Украина). Сорт раннего срока созревания (вторая декада августа). Кусты большой силы роста. Цветок обоеполюй. Гроздь крупная, цилиндроконическая, средней плотности, массой 600–800 г. Ягода овальная, крупная, массой 8–12 г, темно-синяя. Вкус гармоничный, мякоть мясисто-сочная. Кожица съедаямая.

Юбилей Херсонского дачника – гибридная форма, полученная скрещиванием *Восторга красного* (ЗОСя) с *Тимуром* (Запорожский НИИВ, Украина) – столовый сорт раннего срока созревания. Грозди крупные, весом до 600 г, слабо-рыхлые, удлиненные, конической формы, на короткой гребненожке. Ягоды овальные, при вызревании – темно-розовые, в условиях северных регионов – с розовым оттенком; вкус сбалансированный – сладкий с кислинкой; кожица съедаямая, с легким пруиновым налетом. Устой-

чивость к низким температурам высокая (до –26 °С). Продуктивность и урожайность высокие. Транспортабельность средняя. Устойчивость к грибным заболеваниям повышенная.

В настоящий момент Анапская ампелографическая коллекция имеет следующую структуру (таблица 1).

За 20 с лишним лет существования коллекции все чаще стали проявляться процессы выпадения кустов под влиянием природных биотических и абиотических факторов. Накопительная часть корнесобственных насаждений подвержена угнетению филлоксерой. Сорта и формы винограда с низкой устойчивостью к морозам и засухе пострадали от аномальных погодных условий во время зимовки и вегетации. Многие сорта в привитой посадке сильно изрежены. Произошло накопление инфекционного фона.

Ввиду значительного возраста ампелографической коллекции ремонт насаждений методом подсадки или прививки в полевых условиях является нецелесообразным. Учитывая то, что истек нормативный срок эксплуатации виноградников (20 лет), а также увеличился выпад ослабленных растений, в этом году начата реконструкция (перезакладка) ампелоколлекции.

Для успешного сохранения генофонда винограда сначала была разработана концепция проведения реконструкции ампелографической коллекции (2017–2018 гг.). А в 2019 году начата закладка новой ампелографической коллекции на новом, свободном от специфических патогенов, участке, пригодном для выращивания винограда. Сотрудниками станции предварительно был составлен план, проведены работы по производству посадочного материала, подготовлен участок для закладки коллекционных насаждений и в зимне-весенний период проведена посадка саженцев винограда, относящихся к 219 сортам (127 – столовых сортов, 78 – технических и 14 – универсальных).

В зимний период 2018–2019 года проведена заготовка привойного материала, а в марте – апреле 2019 года осуществлены настольные прививки 257 сортов винограда для сохранения генофонда винограда в рамках реконструкции ампелографической коллекции.

Посадочный материал винограда, выращенный в 2018 году, высажен весной 2019 года на новый участок реконструируемой коллекции в количестве 219 сортов винограда по 10 штук каждого.

В Анапской ампелографической коллекции содержатся и используются в селекционных программах источники селекционно ценных признаков винограда – 17 сортов.

В процессе исследований в 2019 году выделено 5 источников селекционно ценных признаков для создания новых сортов, клонов и гибридов винограда, обеспечивающих повышение устойчивости агроценоза и стабильность плодоношения, внедрение которых в производство может повысить рентабельность выращивания винограда за счет увеличения количественных и качественных показателей урожая (рис. 1).

Выделено 2 источника крупноягодности – столовые сорта винограда *Ryuhō* (Рюхо) и *Страшенский* (таблица 2).

Ryuhō (Рюхо) получен в результате скрещивания сортов винограда *Голден Мускат* (4n) и *Курсио* (Япония). Столовый сорт раннего срока созревания. Ягоды очень

крупные (16 г), округлые, розовые, при полной зрелости темно-красные. Грозди крупные и средней величины, конические и широко-конические, рыхлые. Урожайность высокая. Отличается повышенной устойчивостью против филлоксеры. Транспортабельность и товарность ягод очень высокие.

Страшенский (Дружба × Катга-Курган × Додреляби) × Мускат де Сен-Валье («Виерул», Молдова). Столовый сорт средне-позднего срока созревания, грозди очень крупные – до 720 г, цилиндро-конической или конической формы, средней плотности. Ягоды округлые, очень крупные темно-красно-фиолетовой окраски с мясисто-сочной

мякотью и гармоничным вкусом. Средняя урожайность 19,4 кг с куста. Сахаристость сока ягод 18,0 г / 100 см³ при кислотности 8,2 г/дм³. Характеризуется повышенной устойчивостью к милдью и белой гнили. Отличается повышенной морозоустойчивостью (–22 °С), крупногроздностью, высокой урожайностью и плодоносностью побегов. Сорт используется в основном для потребления в свежем виде и приготовления напитков.

На данных столовых сортах винограда ежегодно проводятся агробиологические исследования, результаты которых позволили выделить их как источники крупноягодности.



Рюхо

Ананасный

Страшенский

Бастардо

Олимпиада

Рис. 1. Источники селекционно ценных признаков винограда



Ryuho

Ananasnyy

Strashenskiy

Bastardo

Olympiada

Fig. 1. Sources of selection valuable characteristics of grapes

Динамика массы ягоды у столовых сортов винограда на ампелографической коллекции АЗОСВиВ

Таблица 2

Сорт	Масса ягоды, г					M ± m, г
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Рюхо	16,8	18,2	17,4	16,5	18,0	17,4 ± 0,3
Страшенский	10,6	11,5	11,5	12,3	13,0	11,8 ± 0,2
Дружба (контроль)	8,8	8,5	8,5	7,5	9,0	8,5 ± 0,15
НСР ₀₅	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1

Table 2
Dynamics of mass berries table grape varieties in the ampelographic collection of Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking

Variety	Berry weight, g					M ± m, g
	2015	2016	2017	2018	2019	
Ryuho	16.8	18.2	17.4	16.5	18.0	17.4 ± 0.3
Strashenskiy	10.6	11.5	11.5	12.3	13.0	11.8 ± 0.2
Druzhba (control)	8.8	8.5	8.5	7.5	9.0	8.5 ± 0.15
NDS ₀₅	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1

Таблица 3
Динамика сахаронакопления у технического сорта винограда Бастардо на ампелографической коллекции АЗОСВиВ

Сорт	Масса ягоды, г					M ± m, г
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	
Бастардо	21,7	21,6	20,8	21,7	21,8	21,5 ± 0,2
Каберне (контроль)	19,0	19,5	19,6	19,7	19,7	19,5 ± 0,1
НСР ₀₅	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05

Table 3

Dynamics of sugar accumulation in the technical grape variety Bastardo on the ampelographic collection Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking

Variety	Berry weight, g					M ± m, g
	2015	2016	2017	2018	2019	
Bastardo	21.7	21.6	20.8	21.7	21.8	21.5 ± 0.2
Cabernet (control)	19.0	19.5	19.6	19.7	19.7	19.5 ± 0.1
NDS ₀₅	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05

Выделен один источник высокого уровня сахаронакопления – технический сорт Бастардо (таблица 3).

Bastardo – сорт винограда европейского происхождения (Португалия). Это технический сорт среднего срока созревания. Грозди цилиндрические или цилиндро-конические, мелкие, плотные. Ягоды средние или мелкие, синие-черные или черные, округлые, с обильным восковым налетом. Мякоть сочная с приятным гармоничным вкусом. Сорт обладает высокой урожайностью и плодородностью побегов, имеет высокую сахаристость сока ягод (25–28 г / 100 см³ при титруемой кислотности 5–6 г/дм³), что позволяет использовать его для приготовления высококачественных десертных вин типа портвейна.

Данный сорт ежегодно имеет высокие показатели по содержанию сахаров в ягодах, что подтверждается фактическими данными ежегодных многолетних исследований. Это позволило выделить сорт Бастардо источником высокого сахаронакопления.

Также выделены один источник филлоксероустойчивости – универсальный сорт Ананасный – и один источник ультрараннего срока созревания – столовый сорт винограда Олимпиада.

Олимпиада (Якдона × Жемчуг Саба (ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко, Россия). Ультраранний столовый сорт винограда. Грозди средней величины, цилиндроконические, средней плотности. Ягоды средние, округлые, желто-зеленые с гармоничным, мускатным вкусом и ароматом. Средняя урожайность – 9,5 кг с куста при сахаристости ягод 17,5 г / 100 см³ и кислотности 7 г/дм³. Коэффициент плодоношения – 1,52, коэффициент плодородности – 2,06. Устойчивость к болезням, вредителям и болезням средняя.

Ананасный – межвидовой гибрид (*Vitis vinifera* L. × *Vitis labrusca* L. (сеянец сорта Изабелла, США)). Универсальный сорт винограда раннего срока созревания.

Гроздь средней величины (до 300 г), цилиндрическая и цилиндроконическая, средней плотности. Ягода средней величины (3,8–4,6), овальная, желто-зеленая, с приятным ананасным ароматом. Кожица прочная, мякоть слизистая. Сахаристость сока ягод (15,6 г / 100 см³ при титруемой кислотности 9,3 г/дм³). Имеет высокую устойчивость к филлоксеру и паутинному клещу. А также обладает высокой морозоустойчивостью (до –27 °С), приятным ананасным ароматом и вкусом ягод, хорошей транспортабельностью. Сорт универсален, поэтому употребляется в свежем виде и используется для приготовления вин.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. В настоящее время в коллекции сохраняется 4941 генотип винограда, в том числе 1731 сорт – технического направления, 3157 – столового и 53 – подвойных сортов.

2. В 2019 году коллекция пополнилась 10 сортами винограда в привитой культуре: техническими сортами – Сириус АЗОС, Каберне Карменер, Вионье и столовыми – Виктор 2 (Симпатия), Заря Несвятая, Марсело, Ромео, Русбол мускатный, Фуршетный, Юбилей Херсонского дачника.

3. На основе многолетних наблюдений выделено 5 источников селекционно-ценных признаков: 2 источника крупноягодности – столовые сорта винограда Рухо (Рюхо) и Страшенский, которые ежегодно имеют высокие показатели массы ягоды (в среднем 17,4 г и 11,8 г соответственно); 1 источник высокого сахаронакопления – технический сорт Бастардо, который имеет высокие показатели по содержанию сахаров в ягодах, что подтверждается фактическими данными ежегодных многолетних исследований (21,5 ± 0,2 г / 100 см³); 1 источник филлоксероустойчивости – универсальный сорт Ананасный и 1 – ультрараннего срока созревания – столовый сорт винограда Олимпиада.

Библиографический список

1. Saniya Kanwar J., Naruka I. S., Singh P. P. Genetic variability and association among colour and white seedless genotypes of grape (*Vitis vinifera*) // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2018. No. 88 (5). Pp. 737–745.
2. Alba V., Bergamini C., Genghi R. [et al.] Ampelometric Leaf Trait and SSR Loci Selection for a Multivariate Statistical Approach in *Vitis vinifera* L. Biodiversity Management // Mol Biotechnol. 2015. No. 57. P. 709.
3. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: A four years story *Vitis* // Journal of Grapevine Research. 2015. No. 54. Pp. 1–4.

4. Maletić E., Pejić I., Karoglan Kontić J. [et al.] Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties // *Vitis – Journal of Grapevine Research*. 2015. No. 54 (Special Issue). Pp. 93–98.
5. Petrov V. S., Aleinikova G. Yu., Naumova L. G., Lukyanova A. A. Adaptive reaction of grape varieties in conditions of climate change // *Viticulture and winemaking*. 2018. No. 6. Pp. 18–31.
6. Zoghalmi N., Riahi L., Laucou V. [et al.] Genetic structure of endangered wild grapevine *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* populations from Tunisia: Implications for conservation and management // *Forest Ecology and Management*. 2013. No. 310. Pp. 896–902.
7. Eibach R., Töpfer R. Traditional grapevine breeding techniques (Book Chapter) // *Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry*. 2015. No. 3. Pp. 1–22.
8. Marrano A., Grzeskowiak L., Moreno Sanz P., Maghradze D., Grando M.S. Genetic diversity and relationships in the grapevine germplasm collection from Central Asia *Vitis* // *Journal of Grapevine Research*. 2015. No. 54 (Special Issue). Pp. 233–237.
9. Aradhya M. K., Preece J., Kluepfel D. A. Genetic conservation, characterization and utilization of wild relatives of fruit and nut crops at the USDA germplasm repository in Davis, California // *Special Paper of the Geological Society of America*. 2015. No. 1074. Pp. 95–104.
10. Лашин С. А., Афонников Д. А., Генаев М. А., Казанцев Ф. В., Комышев Е. Г., Ощепкова Е. А., Петров А. В., Рассказов Д. А., Смирнова А. А., Колчанов Н. А. Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. № 22(3). С. 386–393. DOI: 10.18699/VJ18.360.
11. Наумова Л. Г., Ганич В. А. Мобилизация и сохранение генетического разнообразия сортов винограда на коллекции ВНИИВИВ им. Я. И. Потапенко // *Русский виноград*. 2017. Т. 5. С. 40–46.
12. Полулях А. А., Волынкин В. А., Лиховской В. В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017. № 21 (6). С. 608–616. DOI: 10.18699/VJ17.276.
13. Панкин М. И., Петров В. С., Лукьянова А. А., Ильницкая Е. Т., Никулушкина Г. Е., Коваленко А. Г., Большаков В. А. Анапская ампелографическая коллекция – крупнейший центр аккумуляции и изучения генофонда винограда в России // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. № 22 (1). С. 54–59. DOI: 10.18699/VJ18.331.
14. Лукьянов А. А., Большаков В. А., Ильницкая Е. Т. Создание базы данных и ДНК-паспортизация сортов Анапской ампелографической коллекции // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2018. № 51 (3). С. 49–58. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-3-51-49-58.
15. Лукьянова А. А., Большаков В. А. Цифровые инструменты для сбора, обобщения и анализа первичной информации Анапской ампелографической коллекции // *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2019. Т. 24. С. 38–40. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-24-38-40.
16. Новикова Л. Ю., Наумова Л. Г. Структурирование ампелографической коллекции по фенотипическим характеристикам и сравнение реакции сортов винограда на изменение климата // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. № 22 (6). С. 142–149. DOI: 10.18699/VJ19.551.
17. Горбунов И. В., Коваленко А. Г., Разживина Ю. А. Анализ сортового состава винограда по срокам созревания в ампелографической коллекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 57 (3). С. 51–59. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-3-57-51-59.
18. Программа Северокавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / Под общей ред. член.-корр. РАН Е. А. Егорова. Краснодар : ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.
19. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарства. Краснодар : ГНУ СКЗНИИСиВ, 2012. – 569 с.
20. СОП 1 – Фенотипическая оценка образцов винограда в Анапской ампелографической коллекции (СТО 00668034-091-2017). Краснодар : ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. – 13 с.
21. СОП 2 – Ампелографическое описание сортов винограда (СТО 00668034-092-2017). Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. – 8 с.

Об авторах:

Иван Викторович Горбунов¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник, заведующий лабораторией виноградарства и виноделия, ORCID 0000-0002-4702-9148, AuthorID 506159; +7 938 506-42-97, wunsch27@mail.ru

Анна Александровна Лукьянова¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-3497-8264, AuthorID 770993; +7 918 414-00-61, lykanna@list.ru

¹ Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Северо-Кавказского Федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия, Анапа, Россия

Preservation and study of genetic resources of grapes on the ampelographic collection of the Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking

I. V. Gorbunov¹, A. A. Lukyanova¹

¹ Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking – the branch of the North Caucasus Federal scientific center of horticulture, viticulture, winemaking, Anapa, Russia

[✉]E-mail: wunsch27@mail.ru

Abstract. The purpose of the research, the results of which are reflected in this article, is to preserve, replenish and study the genetic resources of grapes at the Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking (AZESViW). **Novelty.** Anapa ampelographic collection, consisting of 4941 genotypes, in 2019 was supplemented with ten varieties (grafted culture): Viktor 2 (Simpatiya), Vion'e, Zarya Nesvyataya, Karmener, Marselo, Romeo, Rusbol muskatnyy, Sirius AZOS, Furshetnyy, Yubiley Khersonskogo dachnika. First identified 5 sources of breeding valuable traits: 2 source of large berries – table grapes Ryukho i Strashenskiy, 1 source of phylloxera resistance – universal grade Ananasnyy, 1 – high sugar content – a technical grade of Bastardo and 1 – ultra-early ripening – table grape Olimpiada. **Methods.** These varieties, as well as all those growing in the collection, are subject to comprehensive research every year using traditional and modern methods of study, including agrobiological accounting, testing, identification, phenology, crop accounting, growth, and so on. **Results.** According to the results of scientific research last year, a number of features of the reaction of the studied grape varieties of different ecological and geographical groups and maturation periods to atypical conditions of the growing season in 2019 were revealed. In addition, among the studied varieties, one source was allocated for phylloxerostability: Pineapple grape variety; two sources were allocated for large-yield-table varieties Ryuho (Ryuho) and Strashenskiy; one source for high sugar accumulation – technical variety Bastardo and one source for early maturation-table variety Olimpiada. **Practical significance.** These sources of economically valuable breeding characteristics are necessary for the creation of new varieties, clones and hybrids of grapes that increase the stability of agroecosystem and stability of fruiting, the introduction of which in production can increase the profitability of growing grapes by increasing the quantitative and qualitative indicators of the crop.

Keywords: grape, collection, genetic resources, cultivar, phenology, agric and biological surveys, sources of breeding valuable traits.

For citation: Sokhranenie i izuchenie geneticheskikh resursov vinograda na ampelograficheskoy kollektzii Anapskoy zonal'noy opytnoy stantsii vinogradarstva i vinodeliya [Preservation and study of genetic resources of grapes on the ampelographic collection of the Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 47–55. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-47-55. (In Russian.)

Paper submitted: 29.01.2020.

References

1. Saniya Kanwar J., Naruka I. S., Singh P. P. Genetic variability and association among colour and white seedless genotypes of grape (*Vitis vinifera*) // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2018. No. 88 (5). Pp. 737–745.
2. Alba V., Bergamini C., Genghi R. [et al.] Ampelometric Leaf Trait and SSR Loci Selection for a Multivariate Statistical Approach in *Vitis vinifera* L. Biodiversity Management // Mol Biotechnol. 2015. No. 57. P. 709.
3. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: A four years story *Vitis* // Journal of Grapevine Research. 2015. No. 54. Pp. 1–4.
4. Maletić E., Pejić I., Karoglan Kontić J. [et al.] Ampelographic and genetic characterization of Croatian grapevine varieties // *Vitis – Journal of Grapevine Research*. 2015. No. 54 (Special Issue). Pp. 93–98.
5. Petrov V. S., Aleinikova G. Yu., Naumova L. G., Lukyanova A. A. Adaptive reaction of grape varieties in conditions of climate change // *Viticulture and winemaking*. 2018. No. 6. Pp. 18–31.
6. Zoghalmi N., Riahi L., Laucou V. [et al.] Genetic structure of endangered wild grapevine *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* populations from Tunisia: Implications for conservation and management // *Forest Ecology and Management*. 2013. No. 310. Pp. 896–902.
7. Eibach R., Töpfer R. Traditional grapevine breeding techniques (Book Chapter) // *Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry*. 2015. No. 3. Pp. 1–22.
8. Marrano A., Grzeskowiak L., Moreno Sanz P., Maghradze D., Grando M.S. Genetic diversity and relationships in the grapevine germplasm collection from Central Asia *Vitis* // *Journal of Grapevine Research*. 2015. No. 54 (Special Issue). Pp. 233–237.
9. Aradhya M. K., Preece J., Kluepfel D. A. Genetic conservation, characterization and utilization of wild relatives of fruit and nut crops at the USDA germplasm repository in Davis, California // *Special Paper of the Geological Society of America*. 2015. No. 1074. Pp. 95–104.

10. Lashin S. A., Afonnikov D. A., Genaev M. A., Kazantsev F. V., Komyshev E. G., Oshchepkova E. A., Petrov A. V., Rasskazov D. A., Smirnova A. A., Kolchanov N. A. Informatsionnaya sistema po bioresursnym kollekttsiyam institutov FANO Rossii [Information system for bioresource collections of FANO institutes in Russia] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No. 22(3). S. 386 – 393. (In Russian).

11. Naumova L. G., Ganich V. A. Mobilizatsiya i sokhranenie geneticheskogo raznoobraziya sortov vinograda na kollekttsii VNIIVIV im. Ya. I. Potapenko [Mobilization and conservation of genetic diversity of grape varieties in the collection VNIIVE named after Ya. I. Potapenko] // Russkiy vinograd. 2017. T. 5. Pp. 40–46. (In Russian.)

12. Polulyakh A. A., Volynkin V. A., Likhovskoy V. V. Geneticheskie resursy vinograda instituta “Magarach”. Problemy i perspektivy sokhraneniya [Genetic resources of grapes of the “Magarach” Institute. Problems and prospects of conservation] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. No. 21 (6). Pp. 608–616. (In Russian.)

13. Pankin M. I., Petrov V. S., Luk'yanova A. A., Il'nitskaya E. T., Nikulushkina G. E., Kovalenko A. G., Bol'shakov V. A. Anapskaya ampelograficheskaya kollekttsiya – krupneyshiy tsentr akkumulyatsii i izucheniya genofonda vinograda v Rossii [Anapa ampelographic collection is the largest center for accumulating and studying the gene pool of grapes in Russia] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No. 22 (1). Pp. 54–59. (In Russian.)

14. Luk'yanov A. A., Bol'shakov V. A., Il'nitskaya E. T. Sozdanie bazy dannykh i DNK-pasportizatsiya sortov Anapskoy ampelograficheskoy kollekttsii [Creation of a database and DNA certification of varieties of the Anapa ampelographic collection] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2018. No. 51 (3). Pp. 49–58. (In Russian.)

15. Luk'yanova A. A., Bol'shakov V. A. Tsifrovye instrumenty dlya sbora, obobshcheniya i analiza pervichnoy informatsii Anapskoy ampelograficheskoy kollekttsii // Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya. 2019. T. 24. Pp. 38–40. (In Russian.)

16. Novikova L. Yu., Naumova L.G. Strukturirovanie ampelograficheskoy kollekttsii po fenotipicheskim kharakteristikam i sravnenie reakttsii sortov vinograda na izmenenie klimata [Structuring an ampelographic collection by phenotypic characteristics and comparing the response of grape varieties to climate change] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. No. 22 (6). Pp. 142–149. (In Russian.)

17. Gorbunov I. V., Kovalenko A. G., Razzhivina Yu. A. Analiz sortovogo sostava vinograda po srokam sozrevaniya v ampelograficheskoy kollekttsii Anapskoy zonal'noy opyt'noy stantsii vinogradarstva i vinodeliya // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2019. No. 57 (3). Pp. 51–59. (In Russian.)

18. Programma Severokavkazskogo tsentra po selektsii plodovykh, yagodnykh, tsvetochno-dekorativnykh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda [Program of the North Caucasus center for selection of fruit, berry, flower and ornamental crops and grapes for the period up to 2030] / Under the editorship of corresponding member of RAS E. A. Egorov. Krasnodar : GNU SKZNIISiV, 2013. 202 p. (In Russian.)

19. Sovremennyye metodologicheskie aspekty organizatsii selektsionnogo protsessa v sadovodstve i vinogradarstve [Modern methodological aspects of the organization of the selection process in horticulture and viticulture]. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2012. 569 p. (In Russian.)

20. SOP 1 – Fenotipicheskaya otsenka obraztsov vinograda v Anapskoy ampelograficheskoy kollekttsii (STO 00668034-091-2017) [SOP 1– Phenotypic assessment of grape samples in the Anapa ampelographic collection (STO 00668034-091-2017)]. Krasnodar : FGBNU SKFNTSSVV, 2017. – 13 p. (In Russian.)

21. SOP 2 – Ampelograficheskoe opisanie sortov vinograda (STO 00668034-092-2017) [SOP 2 – Ampelographic description of grape varieties (STO 00668034-092-2017)]. Krasnodar : FGBNU SKFNTSSVV. – 2017. (In Russian.)

Authors' information:

Ivan V. Gorbunov¹, candidate of biological sciences, researcher, head of the laboratory of viticulture and winemaking, ORCID 0000-0002-4702-9148, AuthorID 506159; +7 938 506-42-97, wunsch27@mail.ru

Anna A. Lukyanova¹, candidate of biological sciences, researcher, ORCID 0000-0002-3497-8264, AuthorID 770993; +7 918 414-00-61, lykanna@list.ru

¹Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking – the branch of the North Caucasus Federal scientific center of horticulture, viticulture, winemaking, Anapa, Russia

Биохимический профиль крови в послелактационный период у коров-первотелок в связи с полиморфными вариантами гена *SCD1* и репродуктивной способностью

В. Б. Лейбова¹, М. В. Позовникова¹✉

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Тярлево, Россия

✉ E-mail: pozovnikova@gmail.com

Аннотация. Целью данного исследования было сравнение биохимического профиля крови в первые два месяца лактации у коров-первотелок с полиморфными вариантами гена стеароил-КоА-десатуразы (*SCD1*) и его связь с репродуктивными показателями. **Методы.** Работу проводили в одном из племенных заводов Ленинградской области на коровах-первотелках голштинской породы со средним удоем 9073 ± 263 кг за 305 дней лактации. Генотипы животных определяли методом ПЦР-ПДРФ. В образцах сыворотки крови определяли содержание общего белка, альбумина, мочевины, глюкозы, триглицеридов, холестерина, активность ферментов АСТ (аспартатаминотрансфераза), АЛТ (аланинаминотрансфераза), ЩФ (щелочная фосфатаза), ГГТ (γ -глутамилтрансфераза). Лабораторные исследования сыворотки крови проводили на биохимическом анализаторе RX Daytona (Randox Laboratories, Великобритания) с использованием реагентов фирмы Corma (Польша). **Результаты исследования.** Из 20 особей 12 животных являлись носителями генотипа СТ, остальные коровы-первотелки имели генотип СС ($n = 6$) и ТТ ($n = 2$). Биохимические показатели крови определяли у животных с генотипами СТ и СС. На 44–50-е сутки лактации у животных с генотипом СТ концентрация мочевины и активность АСТ снизилась в 1,2–1,3 раза ($p \leq 0,001$). У особей с генотипом СС не обнаружено изменения этих показателей. Как следствие, в конце второго месяца лактации у коров с генотипом СС содержание мочевины в крови и активность АСТ были в 1,2 раза выше, чем у животных, имеющих генотип СТ. Содержание общего холестерина выросло в 1,3–1,4 раза ($p < 0,01$) к 6–7 неделе лактации у коров обоих генотипов (СС и СТ). Остальные биохимические показатели не имели различий как между временными интервалами внутри одного генотипа, так и между группами животных, имеющими разный генотип. При распределении обследованных коров по группам в зависимости от генотипа и сервис-периода выявлено, что продолжительность сервис-периода более 150 дней в два раза чаще встречается у особей с генотипом СС. У коров с гетерозиготным генотипом СТ гена *SCD1* показатели биохимического профиля являются более оптимальными что может быть связано с повышенной частотой встречаемости особей с более коротким сервис-периодом.

Ключевые слова: голштинская порода, ген стеароил-КоА-десатураза (*SCD1*), биохимический профиль крови, репродуктивная способность.

Для цитирования: Лейбова В. Б., Позовникова М. В. Биохимический профиль крови в послелактационный период у коров-первотелок в связи с полиморфными вариантами гена *SCD1* и репродуктивной способностью // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 56–63. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-57-63.

Дата поступления статьи: 13.01.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время благодаря биотехнологическим достижениям и более полному знанию генома крупного рогатого скота появляются новые возможности в направлении совершенствования признаков молочной продуктивности [1, с. 3735]. Многие исследования посвящены изучению связи между полиморфизмом генов, участвующих в метаболизме липидов, и продуктивными качествами молочных коров [2, с. 45], [3, с. 66]. В их числе ген стеароил-КоА-десатураза (*SCD1*), который лимитирует синтез мононенасыщенных жирных кислот. Фермент *SCD1*, ограничивая скорость образования Δ^9 ненасыщенных жирных кислот, играет решающую роль в контроле ли-

пидного обмена в печени [4, с. 2506]. Обнаружено, что полиморфизм A293V в гене *SCD1* у крупного рогатого скота влияет на состав жирных кислот в молоке [5, с. 4558]. На популяции китайского молочного скота были определены значимые ассоциации пяти SNP гена *SCD1* с молочной продуктивностью за 305 дней лактации [6, с. 8733]. H. Kullig с соавторами (2016) предполагают, включение данных о полиморфизме g.10153G > A гена *SCD1* в программы разведения, разработанные для польского голштино-фризского скота, может способствовать улучшению содержания жира и белка в молоке [7, с. 133]. Однако при выборе гена-кандидата, связанного с продуктивными качествами животных, необходимо учитывать его влияние на другие

экономически важные признаки и в первую очередь на воспроизводительную способность. Известно, что липидный обмен на разных физиологических этапах имеет свои особенности [8, с. 1], [9, с. 263], а его динамика в пред- и послелетельный периоды влияет на различные аспекты репродуктивной функции молочных коров [10, с. 87], [11, с. 1180]. Из-за установленных связей между метаболизмом и фертильностью предполагалось, что гены липидного обмена также будут влиять на признаки фертильности. Тем не менее связь с воспроизводительными качествами коров не столь значительна, как с производством молока [12, с. 54]. Исследования, проводимые на немецкой популяции голштинского скота, а также на коровах айширской породы, не установили значимых ассоциаций гена *SCD1* с репродуктивными качествами животных [13, с. 5727], [14, с. 1144]. Напротив, работа, выполненная на иранских голштинских коровах, показала, что SNP T878C гена *SCD1* может быть полезен в качестве маркера ДНК для снижения репродуктивных проблем и улучшения производственных характеристик [15, с. 769]. Так как исследования в этом направлении не позволяют сделать однозначных выводов, особый интерес представляют изменения показателей обмена веществ в динамике первых месяцев лактации у коров с полиморфными вариантами гена *SCD1*. В медицине анализ взаимосвязи между генетической изменчивостью генов и рутинными биохимическими показателями используют при поиске молекулярно-генетических маркеров предрасположенности к различным заболеваниям [16, с. 531], [17, с. 184]. На молочном скоте подобную работу также проводят: например, устанавливали возможное влияние полиморфизма гена *DGAT1* на некоторые метаболические показатели сыворотки крови у коров при оценке их энергетического баланса [18, с. 264]. Но в основном исследования сосредоточены на сравнении отдельных биохимических маркеров обмена веществ [19, с. 2], [20, с. 5240].

Цель представленной работы – выявление связи полиморфизма гена *SCD1* по SNP rs41255693C > T с биохимическим профилем крови у коров-первотелок голштинской породы в послелетельный период и их воспроизводительной способностью.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2018 году на базе одного из племенных заводов по разведению крупного рогатого скота голштинской породы (Ленинградская область). Объек-

том исследования служили коровы-первотелки 1–2 месяца лактации ($n = 20$). Животные находились в условиях беспривязного содержания. Рацион соответствовал зоотехническим нормам. Все опыты проводили в соответствии с принципами, изложенными в Хельсинкской декларации (World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects, 1964–2013).

Отбор проб крови был проведен двукратно: на 20–26-е и 44–50-е сутки после отела (спустя 2–3 часа после утреннего кормления). Одновременно оценивали кондиции тела (BCS – Body Condition Scoring). Взятие крови осуществляли из хвостовой вены с помощью вакуумной системы Vacuette. Сыворотку получали непосредственно в хозяйстве после центрифугирования при 3000 g в течение 15 минут, хранили в жидком азоте (сосуд Дьюара).

В образцах сыворотки крови определяли содержание общего белка, альбумина, мочевины, глюкозы, триглицеридов, холестерина, активность ферментов АСТ (аспартатаминотрансфераза), АЛТ (аланинаминотрансфераза), ЩФ (щелочная фосфатаза), ГГТ (γ -глутамилтрансфераза). Лабораторные исследования проводили на биохимическом анализаторе RX Daytona (Randox Laboratories, Великобритания) с использованием реагентов фирмы Cormay (Польша).

Образцы ДНК выделяли из крови животных методом фенол-хлороформ с использованием протеиназы К. Методом ПЦР-ПДРФ определяли генотипы животных [14]. ПЦР осуществляли на амплификаторе Thermal Cycler T 1000 (Bio-Rad Laboratories, Inc.) с использованием праймеров (ООО «ЕвроГен», Россия): F: 5'-CCT-AAG-CAG-CAG-ACC-ACT-AG-3', R: 5'-TGG-GCT-CAA-CGT-CAC-CTG-3'. Для определения аллельного полиморфизма гена *SCD1* 10 мкл амплификата обрабатывали эндонуклеазой рестрикции *Fau I* (ООО «Сибэнзим», Россия). Инкубирование смеси проводили при 55 °C в течение 2 часов. Электрофорез продуктов рестрикции проводили в 2-процентном агарозном геле. Результаты рестрикции визуализировали с помощью трансиллюминатора в УФ-свете и фотографировали с помощью видеосистемы гель-документирования Gel Imager-2 (ООО Компания «Хеликон», Россия). Размер длины фрагментов проводили относительно ДНК-маркера (Fermentas, Литва) от 50 до 300 п. н.

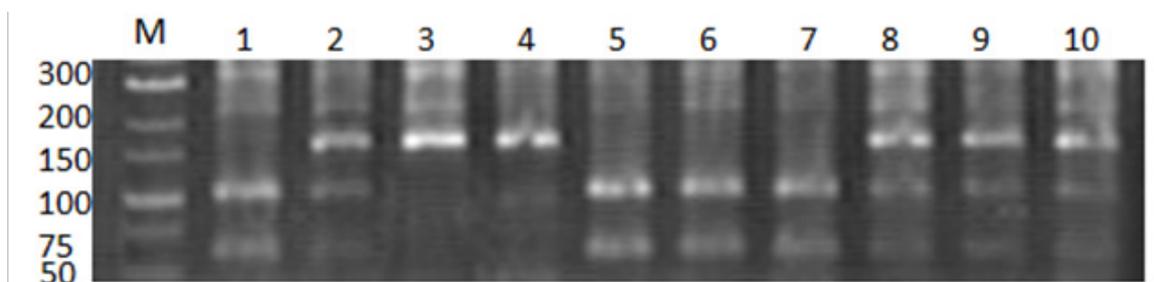


Рис. Электрофореграмма фрагментов рестрикции гена *SCD1* (rs41255693) у коров голштинизированной черно-пестрой породы: М – маркер молекулярных масс; дорожки 1, 5, 6, 7 – генотип СС (соответствуют фрагменты 108 и 58 п. н.); дорожки 2, 8, 9, 10 – генотип СТ (соответствуют фрагменты 163, 105 и 58 п. н.); дорожки 3, 4 – генотип ТТ (соответствует фрагмент 163 п. н.)

Fig. Electrophoregram of fragments of the restriction gene *SCD1* (rs41255693) in cows of Holstein black and white breed: М – molecular weight marker; lanes 1, 5, 6, 7 – SS genotype (fragments 108 and 58 bp); lanes 2, 8, 9, 10 – CT genotype (fragments 163, 105 and 58 bp correspond); lanes 3, 4 – TT genotype (corresponds to a fragment of 163 bp)

Результаты (Results)

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Sigma Plot 12,5 (SystatSoftware, Inc., США). Применяли методы однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA) и однофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями (One-Way Repeated-Measures ANOVA). Достоверность различия сравниваемых показателей оценивали с использованием критерия Холма – Сидака (Holm – Sidak test) в случае их нормального распределения или критерия Данна (Dunn’s test) при его отсутствии. Соответственно, корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента Пирсона (Pearson correlation coefficient) и коэффициента ранговой корреляции Спирмена (Spearman’s rank correlation coefficient). Для оценки частоты встречаемости короткого и длинного сервис-периодов в группах с разным генотипом по гену *SCD1* применяли критерий Пирсона χ^2 .

На основании данных электрофореграмм (см. рис.) были рассчитаны частоты генотипов и аллелей гена *SCD1* (rs41255693C > T) в анализируемой выборке коров. Определено, что из 20 коров 12 особей являлись носителями генотипа СТ, остальные животные имели генотип СС ($n = 6$) и ТТ ($n = 2$). Частота генотипов была следующей: СС – 0,30, ТТ – 0,10, СТ – 0,60. Частота встречаемости аллеля С составила 0,60, а аллеля Т – 0,40. Согласно закону распределения Харди – Вайнберга, в анализируемой выборке животных не наблюдается сдвига генетического равновесия ($\chi^2 = 1,25$; $H_e = 0,48$).

Ввиду малого количества особей, являющихся носителями генотипа ТТ, биохимический профиль крови, репродуктивная способность и молочная продуктивность были оценены у коров с генотипом СС и СТ.

Таблица 1
Биохимический профиль крови в конце 1–2 месяца лактации у коров-первотелок с различными генотипами по гену *SCD1* (rs41255693)

Показатель	Генотип			
	СС ($n = 6$)		СТ ($n = 12$)	
	20–26-е сутки после отела	44–50-е сутки после отела	20–26-е сутки после отела	44–50-е сутки после отела
Общий белок, г/л	70,7 ± 1,4	72,7 ± 1,6	71,8 ± 1,4	72,7 ± 1,7
Альбумин, г/л	33,7 ± 1,2	33,9 ± 0,8	34,1 ± 0,8	34,3 ± 0,6
Глюкоза, ммоль/л	3,44 ± 0,23	3,61 ± 0,16	3,58 ± 0,14	3,75 ± 0,11
Триглицериды, ммоль/л	0,137 ± 0,007	0,126 ± 0,009	0,143 ± 0,008	0,132 ± 0,006
Общий холестерин, ммоль/л	4,03 ± 0,36	5,62 ± 0,29**	3,93 ± 0,18	5,21 ± 0,28***
Мочевина, ммоль/л	5,71 ± 0,67	5,93 ± 0,13 ^a	6,06 ± 0,41	4,98 ± 0,27*** ^b
АЛТ, МЕ/л	17,7 ± 1,5	17,0 ± 3,1	18,4 ± 1,3	21,5 ± 1,7
АСТ, МЕ/л	97,9 ± 9,6	81,1 ± 1,8 ^a	86,5 ± 3,0	69,7 ± 2,4*** ^b
ЩФ, МЕ/л	50,5 ± 3,7	64,5 ± 9,1	55,6 ± 3,1	65,3 ± 3,9*
ГГТ, МЕ/л	24,5 ± 2,4	26,3 ± 2,4	26,4 ± 3,4	25,9 ± 2,4
КДР (АСТ/АЛТ)	5,55 ± 0,34	5,92 ± 1,3	5,48 ± 1,1	3,72 ± 0,50

Примечание: ^{a, b} различия между группами статистически значимы при $p < 0,01$ (однофакторный дисперсионный анализ).

^{*}, ^{***} различия между временными интервалами для одной группы статистически значимы при $p < 0,05$ и $p \leq 0,001$ (однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями).

Table 1
Blood biochemical profile at the end of 1–2 months of lactation in first-calf cows with different genotypes for the *SCD1* gene (rs41255693)

Parameter	Genotype			
	СС ($n = 6$)		СТ ($n = 12$)	
	1 month of lactation (20–26 days)	2 month of lactation (44–50 days)	1 month of lactation (20–26 days)	2 month of lactation (44–50 days)
Total protein, g/l	70.7 ± 1.4	72.7 ± 1.6	71.8 ± 1.4	72.7 ± 1.7
Albumin, g/l	33.7 ± 1.2	33.9 ± 0.8	34.1 ± 0.8	34.3 ± 0.6
Glucose, mmol/l	3.44 ± 0.23	3.61 ± 0.16	3.58 ± 0.14	3.75 ± 0.11
Triglycerides, mmol/l	0.137 ± 0.007	0.126 ± 0.009	0.143 ± 0.008	0.132 ± 0.006
Total cholesterol, mmol/l	4.03 ± 0.36	5.62 ± 0.29**	3.93 ± 0.18	5.21 ± 0.28***
Urea, mmol/l	5.71 ± 0.67	5.93 ± 0.13 ^a	6.06 ± 0.41	4.98 ± 0.27*** ^b
ALT, U/l	17.7 ± 1.5	17.0 ± 3.1	18.4 ± 1.3	21.5 ± 1.7
AST, U/l	97.9 ± 9.6	81.1 ± 1.8 ^a	86.5 ± 3.0	69.7 ± 2.4*** ^b
ALP, U/l	50.5 ± 3.7	64.5 ± 9.1	55.6 ± 3.1	65.3 ± 3.9*
GGT, U/l	24.5 ± 2.4	26.3 ± 2.4	26.4 ± 3.4	25.9 ± 2.4
AST/ALT	5.55 ± 0.34	5.92 ± 1.3	5.48 ± 1.1	3.72 ± 0.50

Note: ^{a, b} differences between groups are statistically significant at $p < 0.01$ (one-way ANOVA).

^{*}, ^{***} differences between time intervals for one group are statistically significant at $p < 0.05$ and $p \leq 0.001$ (one-way repeated-measures ANOVA).

Таблица 2
Относительная частота встречаемости коров с коротким и длинным сервис-периодом в группах с различными генотипами гена SCD1 (rs41255693)

Коровы	Генотип	Сервис-период, сутки	
		< 150	> 150
n = 14	СТ (n = 12)	66,7 %	33,3 %
	СС (n = 6)	33,3 %	66,7 %

Table 2
Relative frequency of occurrence of cows with short and long open days in groups with different genotypes for the SCD1 gene (rs41255693)

Cows	Genotype	Opendays, day	
		< 150	> 150
n = 14	CT (n = 12)	66.7 %	33.3 %
	CC (n = 6)	33.3 %	66.7 %

Таблица 3
Коэффициенты корреляции (r) между BCS, биохимическими показателями крови в конце 1-го и 2-го месяцев лактации и сервис-периодом у коров-первотелок с различными генотипами по гену SCD1 (rs41255693)

Дни лактации	Сравниваемые показатели		Генотип	
			СС (n = 6)	СТ (n = 12)
20–26	BCS	Альбумин	0,600	0,627*
	BCS	Триглицериды	0,898*	0,645*
44–56	BCS	ЩФ	0,185	0,622*
	BCS	Сервис-период	–0,926*	–0,180

Примечание: статистическая значимость коэффициента корреляции r: * $p < 0,05$.

Table 3
Correlation coefficients (r) between BCS, biochemical parameters at the end of the 1st and 2nd months of lactation and the service period in first-calf cows with different SCD1 genotypes

Lactation days	Compared indicators		Genotype	
			CC (n = 6)	CT (n = 12)
20–26	BCS	Albumin	0.600	0.627*
	BCS	Triglycerides	0.898*	0.645*
44–56	BCS	ALP	0.185	0.622*
	BCS	Service period	–0.996*	–0.180

Note: the statistical significance of the correlation coefficient r: * $p < 0,05$.

Сравнительный анализ биохимических показателей крови выявил особенности обмена веществ у коров-первотелок с генотипами СС и СТ (таблица 1). У животных с гетерозиготным генотипом к 44–50-м суткам лактации концентрация мочевины и активность АСТ снижались в 1,2–1,3 раза ($p \leq 0,001$), тогда как у особей, гомозиготных по аллелю С, не обнаружены изменения этих показателей. Как следствие, в конце второго месяца лактации у коров с генотипом СС содержание мочевины в крови и активность АСТ были в 1,2 раза выше, чем у животных, имеющих генотип СТ. Это могло быть обусловлено повышением активности орнитинового цикла у коров, гомозиготных по аллелю С, т. к. известно, что аспарат участвует в образовании мочевины. С другой стороны, АСТ катализирует обратимую реакцию перехода аспартата в оксалоацетат, а это указывает на повышение интенсивности цикла трикарбоновых кислот. Ранее V. Zuluc с соавторами наблюдали более высокую активность АСТ крови в течение первых девяти недель лактации у коров голштино-фризской породы с гипофункцией яичников [21, с. 883]. Как известно, существует связь между биохимическим составом крови и фолликулярной жидкости [22, с. 20]. Показано, что повышение активности АСТ в фолликулярной жидкости мо-

жет быть сопряжено со снижением качества ооцитов [23, с. 156], а рост содержания мочевины, помимо негативного влияния на компетентность ооцитов, препятствует нормальной экспрессии маркерных генов, участвующих в раннем эмбриональном развитии [24, с. 207].

Активность ЩФ, не имея различий между группами животных с полиморфными вариантами гена SCD1 в первый и второй месяцы лактации, тем не менее показала рост к 44–50-м суткам в 1,2 раза ($p < 0,05$) у особей с гетерозиготным генотипом. ЩФ принимает участие в неспецифическом дефосфорилировании и транспорте фосфора через мембрану клеток, что может быть обусловлено ее компенсаторной ролью в общем энергетическом обмене при уменьшении интенсивности цикла Кребса. Содержание общего холестерина выросло в 1,3–1,4 раза (по крайней мере $p < 0,01$) к 6–7 неделе лактации у коров обоих генотипов (СС и СТ). Остальные биохимические показатели не имели достоверных различий как между временными интервалами внутри одного генотипа, так и между группами животных, имеющими разный генотип, при этом все они находились в границах референсных значений [25, с. 324], [26, с. 404]. Сходными оставались кондиции тела (BCS): $2,86 \pm 0,13$ и $2,96 \pm 0,09$ балла (генотип СС) и $3,03 \pm 0,09$ и

2,98 ± 0,05 балла (генотип СТ). Молочная продуктивность за 305 дней лактации также не различалась у коров-первотелок с анализируемыми генотипами (9010 ± 446 кг и 9101 ± 339 кг). Интервал от отела до первого осеменения и продолжительность сервис-периода были выше в 1,1 раза у коров, гомозиготных по аллелю С, по сравнению с животными, имеющими гетерозиготный генотип (84,7 ± 19 суток и 76,5 ± 8,8 суток, а также 135 ± 24 суток и 125 ± 19 суток соответственно), однако эти различия не являлись достоверными. Распределение обследованных коров по группам в зависимости от генотипа и сервис-периода показало, что продолжительность сервис-периода более 150 дней в два раза чаще встречается в группе с генотипом СС (таблица 2).

При проведении корреляционного анализа у особей с различными генотипами гена *SCD1* выявили схожую направленность взаимосвязей между кондициями тела и некоторыми биохимическими показателями крови (таблица 3). Однако сила корреляционных связей была различна. Так, у коров с генотипом СТ выявлена достоверная однонаправленная зависимость между BCS и активностью ЩФ ($p < 0,05$), тогда как у животных, гомозиготных по аллелю С, она была слабо положительная. Кроме того, у животных с генотипом СС обнаружена отрицательная связь между продолжительностью сервис-периода и BCS ($p < 0,01$), при ее отсутствии – у особей с гетерозиготным генотипом.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Результаты представленного исследования показали, что коровы-первотелки, гомозиготные по аллелю С, в конце второго месяца лактации имели более высокую концентрацию мочевины в крови и активность АСТ (в 1,2–1,3 раза, $p \leq 0,001$) по сравнению с животными, обладающими гетерозиготным генотипом, а между кондициями тела во втором месяце лактации и продолжительностью сервис-периода присутствовала негативная связь ($r = -0,996$ при $p < 0,05$). Таким образом, у коров, гетерозиготных по мутации в гене стearoil-КоА-десатуразы (*SCD1*), показатели биохимического профиля предпочтительнее, чем у животных с генотипом СС, что может быть связано с повышенной частотой встречаемости особей с более коротким сервис-периодом.

Воспроизводительную способность животных прогнозировать сложнее, чем их молочную продуктивность, так как репродуктивный цикл представляет собой многоступенчатый процесс, сбой которого на любом из его этапов негативно отражается на фертильности. Тем не менее особенности биохимического профиля крови могут помочь в выявлении генотипов, сопряженных с более высоким репродуктивным потенциалом.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в соответствии с темой Министерства образования Российской Федерации, номер государственной регистрации – АААА-А18-118021590132-9.

Библиографический список

1. Ma L., Cole J. B., Da Y., VanRaden P. M. Symposium review: Genetics, genome wide association study, and genetic improvement of dairy fertility traits // Journal Dairy Science. 2019. Vol. 102. No. 4. Pp. 3735–3743. DOI: 10.3168/jds.2018-15269.
2. Глазко В. И., Андрейченко И. Н., Ковальчук С. Н., Глазко Т. Т., Косовский Г. Ю. Гены-кандидаты контроля характеристик молочной продуктивности крупного рогатого скота // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 5. С. 45–50.
3. Rincon, G., Islas-Trejo, A., Castillo, A. R., Bauman, D. E., German, B. J., & Medrano, J. F. Polymorphisms in genes in the SREBP1 signalling pathway and SCD are associated with milk fatty acid composition in Holstein cattle // Journal of Dairy Research. 2012. Vol. 79. No. 1. Pp. 66–75. DOI: 10.1017/S002202991100080X.
4. Xu T. L., Seyfert H. M., Shen X. Z. Epigenetic mechanisms contribute to decrease stearoyl-CoA desaturase 1 expression in the liver of dairy cows after prolonged feeding of high-concentrate diet // Journal of dairy science. 2018. Vol. 101. No. 3. Pp. 2506–2518. DOI: 10.3168/jds.2017-12878.
5. Pegolo S., Cecchinato A., Mele M., Conte G., Schiavon S., Bittante G. Effects of candidate gene polymorphisms on the detailed fatty acids profile determined by gas chromatography in bovine milk // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99. No. 6. Pp. 4558–4573. DOI: 10.3168/jds.2015-10420.
6. Alim M. A., Fan Y. P., Wu X. P., Xie Y., Zhang Y., Zhang S. L., Sun D. X., Zhang Y., Zhang Q., Liu L., Guo G. Genetic effects of stearoyl-coenzyme A desaturase (SCD) polymorphism on milk production traits in the Chinese dairy population // Molecular biology reports. 2012. Vol. 39. No. 9. Pp. 8733–8740. DOI: 10.1007/s11033-012-1733-6.
7. Kulig H., Zukowski K., Kowalewska-Luczak I., Łakomy P. SCD1 polymorphism and breeding value for milk production traits in cows // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016. Vol. 22. No. 1. Pp. 131–134.
8. Baimishev M., Yeregin S., Plemyshev K., Baimishev H., Konopeltsev I. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state // In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 403, No. 1 P. 012013. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012013.
9. Van der Kolk J. H., Gross J. J., Gerber V., Bruckmaier R. M. Disturbed bovine mitochondrial lipid metabolism: A review // Veterinary quarterly. 2017. Vol. 37. No. 1. Pp. 262–273. DOI: 10.1080/01652176.2017.1354561.
10. Лейбова В. Б., Ширьев Г. В. Биохимический профиль коров в ранний период лактации, его особенности у коров с разной степенью сократимости матки // Генетика и разведение животных. 2018. № 2. С. 87–93.
11. Лебедева И. Ю., Лейбова В. Б., Соломахи А. А., Митяшова О. С., Рыков Р. А. Репродуктивный статус коров с разной молочной продуктивностью в связи с динамикой липидного обмена в послелетельный период // Сельскохозяйственная биология. 2018. № 6. С. 1180–1189. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.6.1180rus.
12. Wathes D. C., Clempson A. M., Pollott G. E. Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow. Reproduction // Fertility and Development. 2013. No. 25. Pp. 48–61. DOI: 10.1071/RD12272.

13. Demeter R. M., Schopen G. C. B., Lansink A. O., Meuwissen M. P. M., Van Arendonk J. A. M. Effects of milk fat composition, DGAT1 and SCD1 on fertility traits in Dutch Holstein cattle // *Journal of dairy science*. 2009. Vol. 92. No. 11. Pp. 5720–5729. DOI: 10.3168/jds.2009-2069.
14. Позовникова М. В., Сердюк Г. Н., Тулинова О. В., Терлецкий В. П., Дементьева Н. В., Митрофанова О. В. Связь полиморфных вариантов гена стearoил-КоА-десатураза (SCD1) с хозяйственно-ценными признаками в российской популяции коров айрширской породы // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52. № 6. С. 1139–1147. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1139rus.
15. Asadollahpour Nanaei H., Ansari Mahyari S., Edriss M. A. Effect of LEPR, ABCG2 and SCD1 gene polymorphisms on reproductive traits in the Iranian Holstein cattle // *Reproduction in Domestic Animals*. 2014. Vol. 49. No. 5. Pp. 769–774. DOI: 10.1111/rda.12365.
16. Belopolskaya O. B., Smelaya T. V., Moroz V. V., Golubev A. M., Salnikova L. E. Clinical associations of host genetic variations in the genes of cytokines in critically ill patients // *Clinical & Experimental Immunology*. 2015. Vol. 180. No. 3. Pp. 531–541. DOI: 10.1111/cei.12592.
17. Jeenduang N., Porntadavity S., Nuinoon M., Horpet D., Thepkwan N., Thaworn P., Theanmontri S. Studies of the CETP TaqIB and ApoE Polymorphisms in Southern Thai Subjects with the Metabolic Syndrome // *Biochemical Genetics*. 2015. Vol. 53. No. 7–8. 184–199. DOI:10.1007/s10528-015-9680-2.
18. Lešková L., Bauer M., Chrenek P., Lacková Z., Soročinová J., Petrovič V., Kováč G. Detection of DGAT1 gene polymorphism and its effect on selected biochemical indicators in dairy cows after calving // *Acta Veterinaria Brno*. 2013. No. 82. Pp. 265–269. DOI: 10.2754/avb201382030269.
19. Nayeri S., Schenkel F., Fleming A., Kroezen V., Sargolzaei M., Baes C., Miglior F. Genome-wide association analysis for β -hydroxybutyrate concentration in Milk in Holstein dairy cattle // *BMC Genetics*. 2019. Vol. 20. No. 1. P. 58. DOI: 10.1186/s12863-019-0761-9.
20. Kroezen V., Schenkel F. S., Miglior F., Baes C. F., Squires E. J. Candidate gene association analyses for ketosis resistance in Holsteins // *Journal of dairy science*. 2018. Vol. 101. No. 6. Pp. 5240–5249. DOI: 10.3168/jds.2017-13374.
21. Zulu V. C., Sawamukai Y., Nakada K., Kida K., Moriyoshi M. Relationship among insulin-like growth factor-1, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows // *Journal of veterinary medical science*. 2002. Vol. 64. No. 10. Pp. 879–885. DOI: 10.1292/jvms.64.879.
22. Satué K., Fazio E., Ferlazzo A., Medica P. Hematochemical Patterns in Follicular Fluid and Blood Stream in Cycling Mares: A Comparative Note // *Journal of equine veterinary science*. 2019. No. 80. Pp. 20–26. DOI: 10.1016/j.jevs.
23. Рогарь Л. Н., Шапиев И. Ш. АСТ, триглицериды и холестерин в жидкости овариальных фолликулов, и их связь с морфологией ооцит-кумулясных комплексов коров // *Международный вестник ветеринарии*. 2019. № 2. С. 156–161.
24. Kowsar R., Izadi F., Sadeghi N., Riasi A., Zadegan F. G., Hajian M., Nasr-Esfahani M. H., Farrokhpour H., Miyamoto A. Urea changes oocyte competence and gene expression in resultant bovine embryo in vitro // *Zygote*. 2018. Vol. 26. No. 3. Pp. 207–219. DOI: 10.1017/S0967199418000102.
25. Moretti P., Paltrinieri S., Trevisi E., Probo M., Ferrari A., Minuti A., Giordano A. Reference intervals for hematological and biochemical parameters, acute phase proteins and markers of oxidation in Holstein dairy cows around 3 and 30 days after calving // *Research in Veterinary Science*. 2017. Vol. 114. Pp. 322–331. DOI: 10.1016/j.rvsc.2017.06.012.
26. Мейер Д., Харви Дж. Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика. М. : Софион, 2007. 458 с.

Об авторах:

Виктория Борисовна Лейбова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела воспроизводства сельскохозяйственных животных, ORCID 0000-0002-7017-9988, AuthorID 609793; +7 952 356-79-76, leib1406@yandex.ru
 Марина Владимировна Позовникова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, ORCID 0000-0002-8658-2026, AuthorID 783984; +7 960 231-03-21, pozovnikova@gmail.com

¹Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Тярлево, Россия

Postpartum blood biochemical profile in heifers in connection with polymorphic variants of the *SCD1* gene and reproductive ability

V. B. Leibova¹, M. V. Pozovnikova¹✉

¹Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding –

Branch of Federal Science Center for Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst, Tyarlevo, Russia

✉E-mail: pozovnikova@gmail.com

Abstract. The purpose of this study was to compare the biochemical profile of blood in the first two months of lactation in first-calf cows with polymorphic variants of the stearoyl-CoA-desaturase gene (*SCD1*) and its relationship with reproductive

parameters. **Methods.** The work was carried out in one of the breeding factories of the Leningrad Region on first-calf cows of the Holstein breed with an average milk yield of 9073 ± 263 kg for 305 days of lactation. Animal genotypes were determined by PCR-RFLP. Serum samples were used to determine the content of total protein, albumin, urea, glucose, triglycerides, cholesterol, the activity of the enzymes AST (aspartate aminotransferase), ALT (alanine aminotransferase), alkaline phosphatase (alkaline phosphatase), GGT (γ -glutamyl transferase). Laboratory studies of blood serum were performed on a RX Daytona biochemical analyzer (Randox Laboratories, UK) using reagents from Cormay, Poland. **The results of the study.** Of the 20 individuals, 12 animals were carriers of the CT genotype, the remaining first-calf cows had the CC ($n = 6$) and TT ($n = 2$) genotypes. Blood biochemical parameters were determined in animals with CT and SS genotypes. On the 44–50th day of lactation in animals with CT genotype, the urea concentration and AST activity decreased by 1.2–1.3 times ($p \leq 0.001$). In individuals with the SS genotype, no change in these indicators was found. As a result, at the end of the second month of lactation in cows with the SS genotype, blood urea and AST activity were 1.2 times higher than in animals with the CT genotype. The content of total cholesterol increased 1.3–1.4 times ($p < 0.01$) by the 6–7th week of lactation in cows of both genotypes (SS and CT). The remaining biochemical parameters did not differ between time intervals within the same genotype, and between groups of animals with different genotypes. When distributing the examined cows into groups depending on the genotype and service period, it was found that the duration of the service period of more than 150 days is twice as common in individuals with the CC genotype. In cows with the heterozygous ST genotype of the *SCD1* gene, biochemical profile indicators are more optimal, which may be associated with an increased frequency of occurrence of individuals with a shorter service period.

Keywords: Holstein breed, stearoyl-CoA desaturase (*SCD1*) gene, blood biochemical profile, reproductive ability.

For citation: Leibova V. B., Pozovnikova M. V. Biokhimicheskiy profil' krovi v posleotel'nyy period u korov-pervotelok v svyazi s polimorfnyimi variantami gena *SCD1* i reproduktivnoy sposobnost'yu [Postpartum blood biochemical profile in heifers in connection with polymorphic variants of the *SCD1* gene and reproductive ability] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 56–63. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-57-63. (In Russian.)

Paper submitted: 13.01.2020.

References

1. Ma L., Cole J. B., Da Y., VanRaden P. M. Symposium review: Genetics, genome wide association study, and genetic improvement of dairy fertility traits // Journal Dairy Science. 2019. Vol. 102. No. 4. Pp. 3735–3743. DOI: 10.3168/jds.2018-15269.
2. Glazko V. I., Andreychenko I. N., Koval'chuk S. N., Glazko T. T., Kosovskiy G. Yu. Geny-kandidaty kontrolya kharakteristik molochnoy produktivnosti krupnogo rogatogo skota [Candidate genes for controlling the characteristics of the milk productivity of cattle] // Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka. 2016. No. 5. Pp. 45–50. (In Russian.)
3. Rincon, G., Islas-Trejo, A., Castillo, A. R., Bauman, D. E., German, B. J., & Medrano, J. F. Polymorphisms in genes in the SREBP1 signalling pathway and SCD are associated with milk fatty acid composition in Holstein cattle // Journal of Dairy Research. 2012. Vol. 79. No. 1. Pp. 66–75. DOI: 10.1017/S002202991100080X.
4. Xu T. L., Seyfert H. M., Shen X. Z. Epigenetic mechanisms contribute to decrease stearoyl-CoA desaturase 1 expression in the liver of dairy cows after prolonged feeding of high-concentrate diet // Journal of dairy science. 2018. Vol. 101. No. 3. Pp. 2506–2518. DOI: 10.3168/jds.2017-12878.
5. Pegolo S., Cecchinato A., Mele M., Conte G., Schiavon S., Bittante G. Effects of candidate gene polymorphisms on the detailed fatty acids profile determined by gas chromatography in bovine milk // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99. No. 6. Pp. 4558–4573. DOI: 10.3168/jds.2015-10420.
6. Alim M. A., Fan Y. P., Wu X. P., Xie Y., Zhang Y., Zhang S. L., Sun D. X., Zhang Y., Zhang Q., Liu L., Guo G. Genetic effects of stearoyl-coenzyme A desaturase (SCD) polymorphism on milk production traits in the Chinese dairy population // Molecular biology reports. 2012. Vol. 39. No. 9. Pp. 8733–8740. DOI: 10.1007/s11033-012-1733-6.
7. Kulig H., Zukowski K., Kowalewska-Łuczak I., Łakomy P. *SCD1* polymorphism and breeding value for milk production traits in cows // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016. Vol. 22. No. 1. Pp. 131–134.
8. Baimishev M., Yeregin S., Plemyashov K., Baimishev H., Konopeltsev I. Markers of lipid metabolism and antioxidant system of organisms of cows depending on their physiological state // In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 403, No. 1. P. 012013. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012013.
9. Van der Kolk J. H., Gross J. J., Gerber V., Bruckmaier R. M. Disturbed bovine mitochondrial lipid metabolism: A review // Veterinary quarterly. 2017. Vol. 37. No. 1. Pp. 262–273. DOI: 10.1080/01652176.2017.1354561.
10. Leybova V. B., Shiryayev G. V. Biokhimicheskiy profil' korov v ranniy period laktatsii, ego osobennosti u korov s raznoy stepen'yu sokratimosti matki [Biochemical profile of cows in the early period of lactation, its features in cows with varying degrees of uterine contractility] // Genetika i razvedenie zhivotnykh. 2018. No. 2. Pp. 87–93. (In Russian.)
11. Lebedeva I. Yu., Leybova V. B., Solomakhin A. A., Mityashova O. S., Rykov R. A. Reproductivnyy status korov s raznoy molochnoy produktivnost'yu v svyazi s dinamikoy lipidnogo obmena v posleotel'nyy period [Reproductive status of cows with different milk productivity in connection with the dynamics of lipid metabolism in the post-hotel period] // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2018. T. 53. No. 6. Pp. 1180–1189. DOI: 10.15389/agrobology.2018.6.1180rus. (In Russian.)

12. Wathes D. C., Clempson A. M., Pollott G. E. Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow. *Reproduction // Fertility and Development*. 2013. No. 25. Pp. 48–61. DOI: 10.1071/RD12272.
13. Demeter R. M., Schopen G. C. B., Lansink A. O., Meuwissen M. P. M., Van Arendonk J. A. M. Effects of milk fat composition, DGAT1 and SCD1 on fertility traits in Dutch Holstein cattle // *Journal of dairy science*. 2009. Vol. 92. No. 11. Pp. 5720–5729. DOI: 10.3168/jds.2009-2069.
14. Pozovnikova M. V., Serdyuk G. N., Tulinova O. V., Terletskiy V. P., Dement'eva N. V., Mitrofanova O. V. Svyaz' polimorfnykh variantov gena stearoil-KoA-desaturaza (SCD1) s khozyaystvenno-tsennymi priznakami v rossiyskoy populyatsii korov ayrshirskoy porody [Connection of polymorphic variants of the stearyl-CoA-desaturase gene (SCD1) with economically valuable traits in the Russian population of Ayrshire cows] // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52. № 6. С. 1139–1147. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1139rus.
15. Asadollahpour Nanaei H., Ansari Mahyari S., Edriss M. A. Effect of LEPR, ABCG2 and SCD1 gene polymorphisms on reproductive traits in the Iranian Holstein cattle // *Reproduction in Domestic Animals*. 2014. Vol. 49. No. 5. Pp. 769–774. DOI: 10.1111/rda.12365.
16. Belopolskaya O. B., Smelaya T. V., Moroz V. V., Golubev A. M., Salnikova L. E. Clinical associations of host genetic variations in the genes of cytokines in critically ill patients // *Clinical & Experimental Immunology*. 2015. Vol. 180. No. 3. Pp. 531–541. DOI: 10.1111/cei.12592.
17. Jeenduang N., Porntadavity S., Nuinoon M., Horpet D., Thepkwan N., Thaworn P., Theanmontri S. Studies of the CETP TaqIB and ApoE Polymorphisms in Southern Thai Subjects with the Metabolic Syndrome // *Biochemical Genetics*. 2015. Vol. 53. No. 7–8. 184–199. DOI:10.1007/s10528-015-9680-2.
18. Lešková L., Bauer M., Chrenek P., Lacková Z., Soročinová J., Petrovič V., Kováč G. Detection of DGAT1 gene polymorphism and its effect on selected biochemical indicators in dairy cows after calving // *Acta Veterinaria Brno*. 2013. No. 82. Pp. 265–269. DOI: 10.2754/avb201382030269.
19. Nayeri S., Schenkel F., Fleming A., Kroezen V., Sargolzaei M., Baes C., Miglior F. Genome-wide association analysis for β -hydroxybutyrate concentration in Milk in Holstein dairy cattle // *BMC Genetics*. 2019. Vol. 20. No. 1. P. 58. DOI: 10.1186/s12863-019-0761-9.
20. Kroezen V., Schenkel F. S., Miglior F., Baes C. F., Squires E. J. Candidate gene association analyses for ketosis resistance in Holsteins // *Journal of dairy science*. 2018. Vol. 101. No. 6. Pp. 5240–5249. DOI: 10.3168/jds.2017-13374.
21. Zulu V. C., Sawamukai Y., Nakada K., Kida K., Moriyoshi M. Relationship among insulin-like growth factor-1, blood metabolites and postpartum ovarian function in dairy cows // *Journal of veterinary medical science*. 2002. Vol. 64. No. 10. Pp. 879–885. DOI: 10.1292/jvms.64.879.
22. Satué K., Fazio E., Ferlazzo A., Medica P. Hematochemical Patterns in Follicular Fluid and Blood Stream in Cycling Mares: A Comparative Note // *Journal of equine veterinary science*. 2019. No. 80. Pp. 20–26. DOI: 10.1016/j.jevs.
23. Rotar' L. N., Shapiey I. Sh. AST, triglitseridy i kholesterin v zhidkosti ovarial'nykh follikulov, i ikh svyaz' s morfologiyey ootsit-kumulyusnykh kompleksov korov [AST, triglycerides and cholesterol in the fluid of ovarian follicles, and their relationship with the morphology of oocyte-cumulus complexes of cows] // *International bulletin of Veterinary Medicine*. 2019. No. 2. Pp. 156–161. (In Russian.)
24. Kowsar R., Izadi F., Sadeghi N., Riasi A., Zadegan F. G., Hajian M., Nasr-Esfahani M. H., Farrokhpour H., Miyamoto A. Urea changes oocyte competence and gene expression in resultant bovine embryo in vitro // *Zygote*. 2018. Vol. 26. No. 3. Pp. 207–219. DOI: 10.1017/S0967199418000102.
25. Moretti P., Paltrinieri S., Trevisi E., Probo M., Ferrari A., Minuti A., Giordano A. Reference intervals for hematological and biochemical parameters, acute phase proteins and markers of oxidation in Holstein dairy cows around 3 and 30 days after calving // *Research in Veterinary Science*. 2017. Vol. 114. Pp. 322–331. DOI: 10.1016/j.rvsc.2017.06.012.
26. Meyer D., Kharvi Dzh. Veterinarnaya laboratornaya meditsina. Interpretatsiya i diagnostika [Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and diagnosis]. Moscow : Sofion, 2007. 458 p. (In Russian.)

Authors' information:

Viktoriya B. Leibova¹, candidate of biological sciences, senior researcher of the department of reproduction, ORCID 0000-0002-7017-9988, AuthorID 609793; +7 952 356-79-76, leib1406@yandex.ru

Marina V. Pozovnikova¹, candidate of biological sciences, senior researcher of department of molecular genetics, ORCID 0000-0002-8658-2026, AuthorID 783984; +7 960 231-03-21, pozovnikova@gmail.com

¹ Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of Federal Science Center for Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst, Tyarlevo, Russia

Активность ферментов в тканях скелетных мышц у морских свинок под функциональной нагрузкой

Н. В. Мардарьева¹✉, М. Г. Терентьева¹, Г. А. Ларионов¹

¹ Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары, Россия

✉ E-mail: volga480@yandex.ru

Аннотация. Исследование направлено на выявление характера и интенсивности возрастных изменений активности ферментов АсАТ и АлАТ в условиях прозериновой нагрузки в тканях трехглавой мышцы плеча, большой грудной мышцы, прямой мышцы живота, ягодичной и икроножной мышц у морских свинок, выращенных в условиях УНПЦ «Студенческий» ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия». **Методология и методы.** Активность ферментов АсАТ и АлАТ определяли универсальным методом С. Рейтмана и С. Френкеля (1957) в модификации В. В. Меншикова (1977) спектрофотометрическим методом в научной лаборатории Чувашской ГСХА. Статистическую достоверность определяли критерием Стьюдента по Р. Х. Тукшаитову (2001). **Результаты и область применения:** анализ изменений активности ферментов аспартат- и аланинаминотрансфераз свидетельствует о том, что при нагрузке путем введения прозерина в тканях скелетных мышц обнаруживаются закономерные изменения всех изучаемых показателей с определенными особенностями в зависимости от возраста животного и вида скелетной мышцы. Согласованность изменений изучаемых показателей у разновозрастных морских свинок проявляется в том, что в экспериментальных условиях выявляются увеличение в тканях скелетных мышц активности ферментов аланин- и аспартаминотрансфераз. **Научная новизна исследования** заключается в том, что в условиях функциональной нагрузки выявлено, что изменения активности данных ферментов связаны с ростом и развитием мышц в постнатальный период, в том числе и различными сменяющимися фазами совершенствования структурно-функциональной организации органов и организма в целом.

Ключевые слова: морские свинки, трехглавая мышца плеча, большая грудная мышца, прямая мышца живота, ягодичная и икроножная мышцы, «Прозерин», аспартаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза.

Для цитирования: Мардарьева Н. В., Терентьева М. Г., Ларионов Г. А. Активность ферментов в тканях скелетных мышц у морских свинок под функциональной нагрузкой // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 64–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-64-70.

Дата поступления статьи: 05.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Глубокие сдвиги в метаболизме и других функциях в организме, наступающие в течение его индивидуального развития, связаны с уровнем активности ферментных систем. В связи с этим изучение закономерностей становления и совершенствования ферментных систем и определение специфических путей обмена веществ становятся весьма актуальными [1, с. 2169], [2, с. 164].

Синтез ферментов подчинен генетическому контролю, и их уровень в организме контролируется наследственностью. Вместе с тем на уровень ферментов в крови и тканях органов животных влияют и многочисленные внешние факторы, в том числе особенности технологии выращивания. Ферменты являются наиболее информативным показателем здоровья животных. Количество ферментов свидетельствует о целостности клеток тканей организма в целом. Структурно-химическая перестройка мышц и их дифференцировка и специализация сопровождаются большими изменениями активности различных ферментов.

В научной литературе реже встречается одновременное изучение возрастных изменений активности фермен-

тов в тканях мышц, чем таковое в тканях внутренних органов [3, с. 50], [4, с. 82], [5, с. 55], [6, с. 12], [7, с. 67], [8, с. 1226], [9, с. 7002], [10, с. 2], [11, с. 30], [12, с. 32].

По данным некоторых литературных источников можно сделать вывод, что изучения биохимического развития и структурно-функционального совершенствования мышц в постнатальный период у морских свинок очень малочисленны. Сведения о таких внутриклеточных ферментах, как аспартаминотрансфераза (АсАТ) и аланинаминотрансфераза (АлАТ), в тканях скелетных мышц у морских свинок в постнатальном системогенезе под функциональной нагрузкой нами не выявлены.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проведены на лабораторных морских свинках. Морские свинки содержались в условиях вивария УНПЦ «Студенческий» Чувашской ЧГСХА согласно всем зооигиеническим требованиям звероводческих ферм. Тип кормления лабораторных животных – комбинированный, с основными питательными веществами, витаминами, макро- и микроэлементами в соответствии рекомендуемым нормам, при соблюдении соответствующих зоотехнических и ветеринарных требований [13,

с. 44], [14]. Животных разделили на две группы – контрольную и подопытную. Нами изучались активности ферментов АсАТ и АлАТ в тканях трехглавой мышцы плеча, большой грудной мышцы, прямой мышцы живота, ягодичной и икроножной мышц [10, с. 9], [15, с. 456], [16, с. 225], [17, с. 4706].

Функциональную нагрузку у новорожденных и физиологически зрелых животных проводили препаратом «Прозерин» для определения потенциальных возможностей функциональных систем организма. Опыты проводили по схеме: контрольным животным (6 голов в каждом возрастном сроке) вводили физиологический раствор в зависимости от возраста и массы, подопытным – «Прозерин» в дозе 0,5 мг на 1 кг массы животного. Для получения тканей мышц осуществляли убой через полчаса. При такой дозировке «Прозерина» можно наблюдать клиническую картину действия препарата. В каждом периоде функциональной нагрузки (30, 180 и 360 минут после введения «Прозерина») проводили убой животных по 6 голов. Все манипуляции, в том числе и эвтаназию, выполняли с правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных [18]. Мышцы извлекали, очищали, промывали холодным физиологическим раствором, пробы замораживали в жидком азоте для дальнейших исследований. В гомогенатах тканей скелетных мышц определяли активности АсАТ и АлАТ колориметрированием (КФК-2) и одновременно спектрофотометрированием (UV-1800) в научной лаборатории Чувашской ГСХА с использованием набора реагентов компании ОАО «Витал Девелопмен Корпорэйшн» (г. Санкт-Петербург) по общепринятым методикам.

Результаты (Results)

Нами определены активность ферментов АсАТ и АлАТ под функциональной нагрузкой (путем введения подкожно «Прозерина») в тканях вышеназванных мышц у новорожденных и физиологически зрелых морских свинок. Результаты исследований представлены в диаграммах.

В тканях трехглавой мышцы плеча (рис. 1) изменения активности ферментов в условиях прозериновой нагрузки у 6-суточных морских свинок наблюдается в 360-минутном периоде исследований (активность АлАТ повышается на 19,3 %, $p < 0,05$). Достоверное изменение активности АсАТ обнаруживается и во втором, и в третьем периодах (увеличиваются на 24,7 % и на 23,6 % соответственно, $p < 0,01$). Аналогичные изменения в таких же условиях происходят и у физиологически зрелых морских свинок (возраст – 2 месяца): активность АсАТ и АлАТ возрастает на 18,6 % и на 16,6 %, $p < 0,05$.

В тканях большой грудной мышцы (рис. 2) у 6-суточных морских свинок достоверные изменения активности изучаемых ферментов наблюдаются во всех трех периодах исследований. Активность АсАТ в 30 и 180 минут исследования повышается на 14,2 % ($p < 0,01$) и на 47,4 % ($p < 0,001$) соответственно, а в 360 минут изменения незначительны – на 26,2 % ($p < 0,001$). Аналогичные изменения активности АлАТ наблюдаются после всех периодов функциональной нагрузки: поднимается на 13,6 % после 30 минут действия препарата ($p < 0,05$), после 180-

360-минутного действия – на 22,8 % ($p < 0,01$) и на 21,4 %, ($p < 0,01$) соответственно.

По сравнению молодыми у физиологически зрелых морских свинок (60 суток) значительные изменения под функциональной нагрузкой наблюдаются в первом периоде (после 30 минут действия препарата): активность АсАТ повышается на 32,0 % ($p < 0,001$). Во втором периоде (180 минут) достоверно возрастает активность АлАТ на 13,1 % ($p < 0,05$), активность АсАТ повышается на 25,4 % ($p < 0,01$). В третьем периоде опыта (360 минут) изменение данных показателей недостоверное.

Достоверные изменения активности АлАТ и АсАТ наблюдаются в тканях ягодичной мышцы (рис. 3) у 6-суточных молодых морских свинок только в последнем, 360-минутном, периоде исследований: увеличивается активность АлАТ на 14,8 % ($p < 0,05$), активность АсАТ – на 26,6 % ($p < 0,001$). Достоверное повышение АсАТ наблюдается и в 180-минутном периоде опыта, на 14,1 % ($p < 0,05$), но не существенно по сравнению с вторым периодом. У физиологически зрелых морских свинок (60 суток) достоверное увеличение изучаемых показателей определяется, наоборот, в начальном периоде исследований (30 минут после введения «Прозерина»): активность АсАТ – на 25,2 % ($p < 0,001$), активность АлАТ – на 16,8 % ($p < 0,05$). А в последующие периоды исследований (180 и 360 минут) показатели активности данных ферментов приближаются к контрольному.

По сравнению с другими тканями исследуемых скелетных мышц в тканях икроножной мышцы (рис. 4) у молодых (6 суток) морских свинок активность ферментов достоверно повышаются только в 180-минутном периоде опыта: активность АсАТ – на 30,2 % ($p < 0,01$), активность АлАТ – на 22,5 % ($p < 0,01$). К концу опыта данные показатели доходят до контрольной позиции.

У физиологически зрелых морских свинок (60 суток) активность АсАТ и АлАТ находится в значимой степени и достоверно повышается лишь в 30-минутном действии препарата: на 26,1 % ($p < 0,05$) и на 18,8 % ($p < 0,05$) соответственно. К 360-минутному действию «Прозерина» активность данных ферментов приравниваются контрольным величинам.

В тканях прямой мышцы живота (рис. 5) в начальный и конечный периоды действия препарата у 6-суточных морских свинок активность фермента АсАТ в условиях нагрузки «Прозерином» достоверно возрастает на 14,1 % ($p < 0,05$) и на 31,6 % ($p < 0,001$) соответственно. Такое же повышение активности данного фермента наблюдается и у 60-суточных морских свинок в первом и во втором периодах опыта на 16,9 % ($p < 0,05$) и на 17,7 % ($p < 0,05$).

По сравнению с активностью АсАТ активность фермента АлАТ у 6-суточных морских свинок достоверно поднимается во втором периоде опыта (180 минут) на 15,7 % ($p < 0,05$) и более выражено – в третьем периоде (360 минут) – на 23,8 % ($p < 0,01$). У физиологически зрелых морских свинок активность АлАТ достоверно возрастает в 30-минутном и 180-минутном действии препарата на 14,8 % ($p < 0,05$) и на 15,5 % ($p < 0,05$) соответственно. Третий период опыта показывает активность ферментов на контрольном уровне.

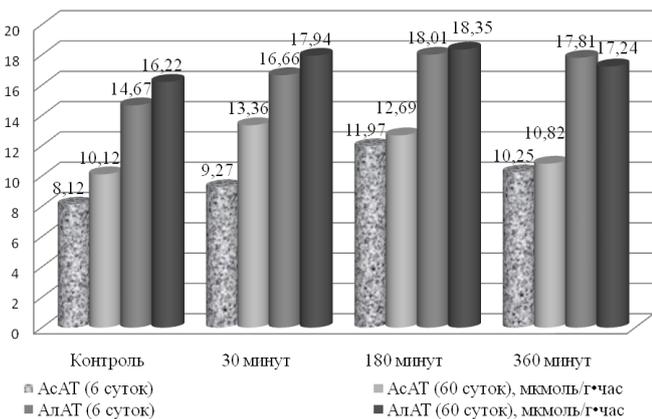


Рис. 1. Активность ферментов АсАТ и АлАТ в тканях большой грудной мышцы у 6- и 60-суточных морских свинок при введении «Прозерина»

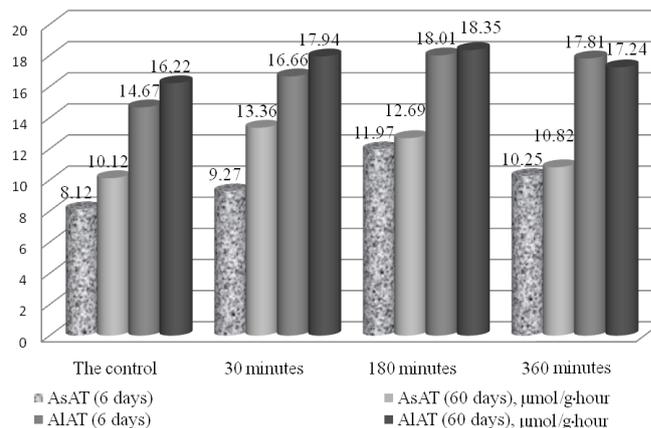


Fig. 1. The activity of the enzymes AsAT and ALAT in the tissues of the pectoralis major muscle in 6- and 60-day-old guinea pigs with the introduction of "Proserin"

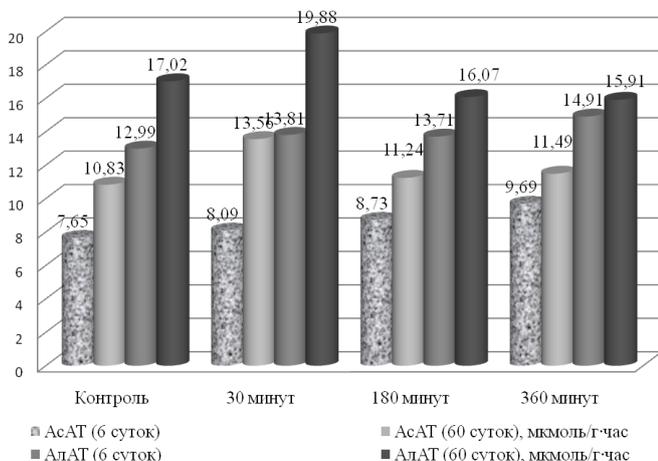


Рис. 2. Активность ферментов АсАТ и АлАТ в тканях ягодичной мышцы у 6- и 60-суточных морских свинок при введении «Прозерина»

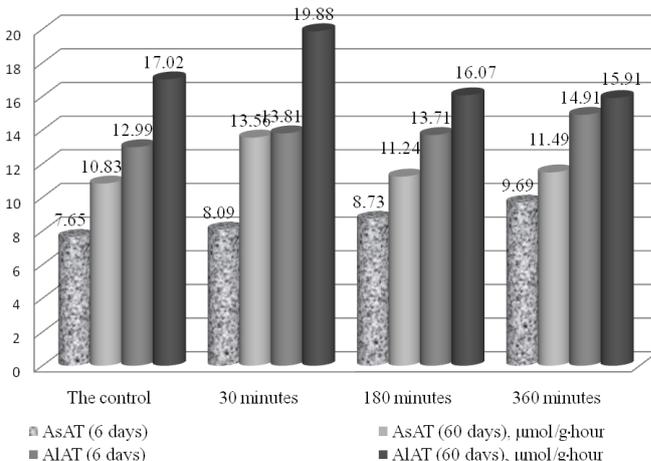


Fig. 2. The activity of the enzymes AsAT and ALAT in the tissues of the gluteal muscle in 6- and 60-day-old guinea pigs with the introduction of "Proserin"

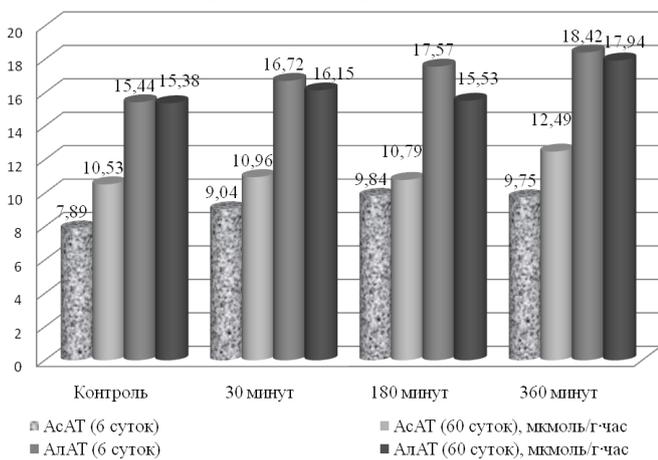


Рис. 3. Активность ферментов АсАТ и АлАТ в тканях трехглавой мышцы плеча у 6- и 60-суточных морских свинок при введении «Прозерина»

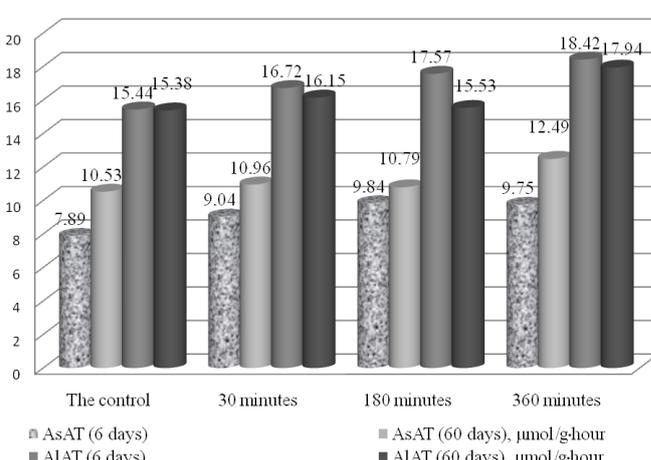


Fig. 3. The activity of the enzymes AsAT and ALAT in the tissues of the triceps muscle of the shoulder in 6- and 60-day-old guinea pigs with the introduction of "Proserin"

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Исследуемые показатели у молодых и взрослых морских свинок в условиях прозериновой нагрузки в разных скелетных мышцах имеют разные значения. Различия изменений проявляются в неодинаковой скорости развития, степени выражения и продолжительности реакции. У молодых (6 суток) морских свинок под прозеринивой нагрузкой показатели активности ферментов АсАТ и АлАТ

в тканях исследуемых мышц увеличиваются со временем, достигая максимальных величин к концу опыта.

У физиологически зрелых (60 суток) морских свинок после нагрузки препаратом в тканях скелетных мышц значительные изменения активности ферментов АсАТ и АлАТ наблюдаются уже первый период (30 минут), после происходит возобновление со временем до контрольного уровня исходных величин. В некоторых скелетных мыш-

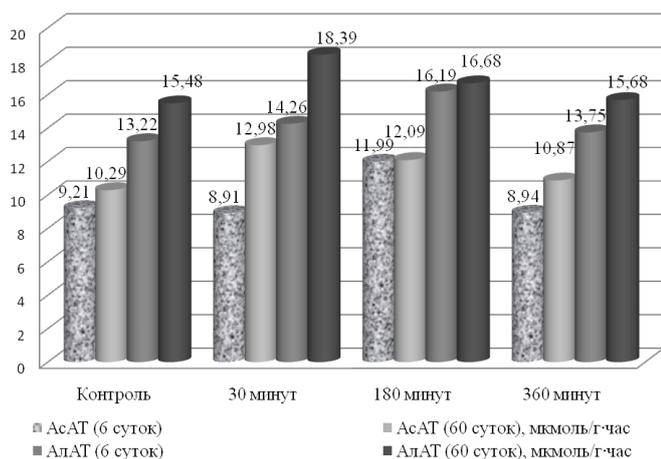


Рис. 4. Активность ферментов АсАТ и АлАТ в тканях икроножной мышцы у 6- и 60-суточных морских свинок при введении «Прозерина»

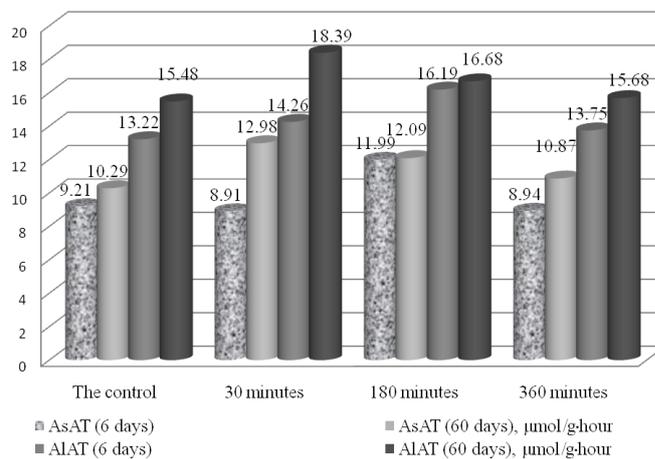


Fig. 4. The activity of the enzymes AsAT and ALAT in the tissues of the gastrocnemius muscle in 6- and 60-day-old guinea pigs with the introduction of "Proserin"

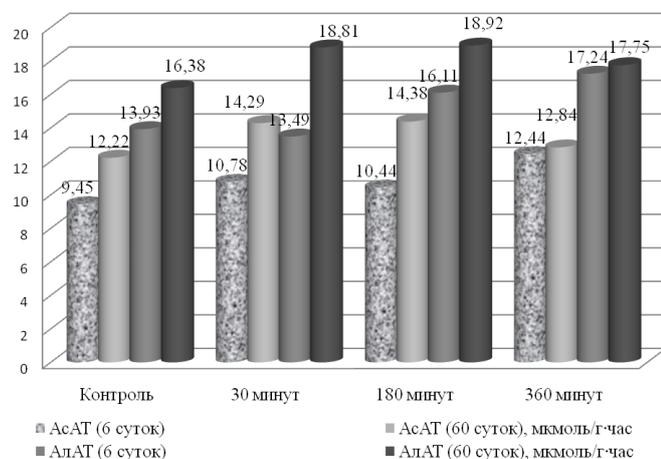


Рис. 5. Активность ферментов АсАТ и АлАТ в тканях прямой мышцы живота у 6- и 60-суточных морских свинок при введении «Прозерина»

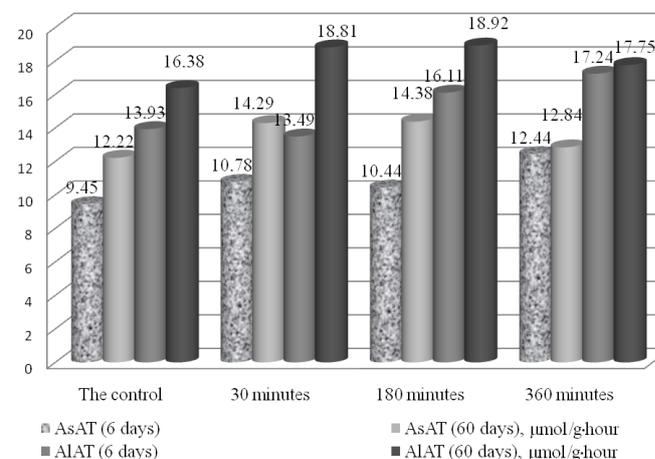


Fig. 5. The activity of the enzymes AsAT and ALAT in the tissues of the rectus muscle of the abdomen in 6- and 60-day-old guinea pigs with the introduction of "Proserin"

цах выявляются отдельные особенности в реакциях тканей (ферментов) на введение «Прозерина». Выраженные изменения активности ферментов наблюдаются в тканях большой грудной мышцы и прямой мышцы живота, а менее – в тканях ягодичной и икроножной мышц. Но характер и степень изменений активности ферментов в тканях трехглавой мышцы плеча у 6- и 60-суточных морских свинок в условиях нагрузки имеют одинаковые значения.

Наши исследования подтверждают теорию системогенеза П. К. Анохина о том, что к моменту рождения функциональная система несовершенна и имеет более низкие

функциональные возможности. Поэтапное совершенствование уже сформированных и действующих компонентов системы идет в процессе постнатального развития.

Все приведенные данные настоящего исследования приводят к выводу о необходимости разностороннего подхода к использованию различных лекарственных препаратов, стимуляторов, модуляторов. Они обосновывают требования о необходимости учета функционального состояния отдельных тканей, органов и систем организма, а также возрастных особенностей животного.

Библиографический список

1. Судаков К. В. Развитие теории функциональных систем в научной школе П. К. Анохина // Вестник Международной академии наук. Русская секция. 2011. № 1. С. 1–5.
2. Крейк А. И. Ключевая идея теории функциональных систем П. К. Анохина // Материалы и методы инновационных исследований и разработок: сборник международной научно-практической конференции. Уфа, 2016. С. 164–166.
3. Силукова А. Н., Игнатъев Н. Г., Ефремова Г. М. Фосфатазы и α-амилаза в тканях печени у крольчат в переходную и растительную фазы питания // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (33). С. 50–55.
4. Игнатъев Н. Г., Иванова А. Н. Активность фосфатаз и амилазы в тканях печени у крольчат при введении этанола // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 221. № 1. С. 82–85.

5. Игнатъев Н. Г., Иванова А. Н. Уровень трансфераз в тканях печени у разновозрастных крольчат при этаноловой нагрузке // Современное общество: проблемы, идеи, инновации. 2015. № 4. С. 55–59.
6. Игнатъев Н. Г., Терентьева М. Г. Активность гамма-глутамилтрансферазы в тканях желудка у поросят // Аграрный вестник Урала. 2011. № 9 (88). С. 12–13.
7. Терентьева М. Г. Аминотрансферазы и фосфатазы прямой кишки у разновозрастных поросят // Аграрный вестник Урала. 2010. № 5 (71). С. 67–68.
8. Фисинин В. И., Егоров И. А., Вертипрахов В. Г., Грозина А. А., Ленкова Т. Н., Манукян В. А., Егорова Т. А. Активность пищеварительных ферментов в дуоденальном химусе и плазме крови у исходных линий и гибридов мясных кур при использовании биологически активных добавок в рационе // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1226–1233. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.6.1226 rus.
9. Chamberlin W. G., Middleton J. R., Spain J. N., Johnson G. C., Eilersieck, Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows // Journal of Dairy Science American [Dairy Science Association]. 2013. Pp. 7002–7011. DOI: 10.3168/jds.2013-6901.
10. Bilski J., Mazur-Bialy A., Wojcik D., Zahradnik-Bilska J., Brzozowski B., Magierowski M., Mach T., Magierowska K., Brzozowski T. The Role of Intestinal Alkaline Phosphatase in Inflammatory Disorders of Gastrointestinal Tract // Mediators of Inflammation. 2017. Pp. 1–9. DOI: 10.1155/2017/9074601.
11. Нестерова О. П., Прокопьева М. В. Изменение активности аминотрансфераз в тканях желудка кроликов в онтогенезе // Естественные и технические науки. 2018. № 5 (119). С. 30–31.
12. Игнатъев Н. Постнатальный период онтогенеза у свиней // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2016. № 8. С. 32–36.
13. Ларионов Г. А., Чеченешкина О. Ю., Мардарьева Н. В., Щипцова Н. В. // Российский журнал. Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2019. № 1 (29). С. 44–49. DOI: 10.25725/vet.san.hygecol.201901007.
14. Гигиена содержания животных: учебник / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов, В. Г. Софронов ; под ред. А. Ф. Кузнецова. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 380 с.
15. Mardaryev A. N., Mardaryeva N. V., Larionov G. A., Gordova V. S. Dynamics of Cbx7 Expression in the Epidermis after Wounding of the Skin // Russian Journal of Physiology. 2019. No. 4. Pp. 456–464. DOI: 10.1134/S0869813919040034.
16. Fawley J., Gourlay D. M. Intestinal alkaline phosphatase: a summary of its role in clinical disease // Journal of Surgical Research. 2016. Pp. 225–234. DOI: 10.1016/j.jss.2015.12.008.
17. Schwartz-Zimmermann H. E., Fruhmann P., Dänicke S., Wiesenberger G., Caha S., Weber J. Metabolism of Deoxynivalenol and Deoxy-Deoxynivalenol in Broiler Chickens, Pullets, Roosters and Turkeys // Toxins. 2015. Pp. 4706–4729. DOI: 10.3390/toxins7114706.
18. Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных: Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР № 775 от 12.03.1977 [Электронный ресурс] // Консорциум кодекс. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456016716>.

Об авторах:

Наталья Валерьевна Мардарьева¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0001-7863-7245, AuthorID 377861; +7 927 841-12-21, volga480@yandex.ru
 Майя Генриховна Терентьева¹, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0001-5767-6720, AuthorID 899208
 Геннадий Анатольевич Ларионов¹, доктор биологических наук, профессор кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0001-6414-5995, AuthorID 774230
¹ Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары, Россия

Enzyme activity in skeletal muscle tissues in guinea pigs under functional load

N. V. Mardaryeva¹✉, M. G. Terentyeva¹, G. A. Larionov¹
¹ Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia
 ✉E-mail: volga480@yandex.ru

Abstract. The study is aimed at identifying the nature and intensity of age-related changes in the activity of AsAT and AlAT enzymes under a load of “Proserin” in the tissues of the triceps brachii, pectoralis major muscle, rectus abdominis, gluteus and calf muscles in guinea pigs grown under the conditions of the Scientific and Educational Center “Studentcheskiy” of FSBEI HE “Chuvash State Agricultural Academy”. **Methodology and methods:** The activity of the enzymes AsAT and AlAT was determined by the universal method of S. Wrightman and S. Frenkel (1957) in the modification of V. V. Menshikov (1977) by the spectrophotometric method in the scientific laboratory of Chuvash State Agricultural Academy. Statistical reliability was

determined by Student's criterion according to R. Kh. Tukshaitov (2001). **Results and scope:** analysis of changes in the activity of the enzymes aspartate and alanine aminotransferases indicates that during loading by introducing "Proserin" in the tissues of skeletal muscles, regular changes in all studied parameters with certain features depending on the age of the animal and the type of skeletal muscle are detected. The consistency of changes in the studied parameters in guinea pigs of different ages is manifested in the fact that, under experimental conditions, an increase in the activity of alanine and aspartate aminotransferase enzymes in the tissues of skeletal muscles is detected. **The scientific novelty** of the study lies in the fact that under conditions of functional load it was revealed that changes in the activity of these enzymes are associated with muscle growth and development in the postnatal period, including various alternating phases of improving the structural and functional organization of organs and the body as a whole.

Keywords: guinea pigs, triceps brachii, pectoralis major muscle, rectus abdominis, gluteus and calf muscles, "Proserin", aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase.

For citation: Mardaryeva N. V., Terentyeva M. G., Larionov G. A. Aktivnost' fermentov v tkanyakh skeletnykh myshts u morskikh svinok pod funktsional'noy nagruzkoj [Enzyme activity in skeletal muscle tissues in guinea pigs under functional load] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 64–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-64-70. (In Russian.)

Paper submitted: 05.02.2020.

References

1. Sudakov K. V. Razvitiye teorii funktsional'nykh sistem v nauchnoy shkole P. K. Anokhina [The development of the theory of functional systems in the scientific school of P. K. Anokhin] // Herald of the International Academy of Science. Russian Section. 2011. No. 1. Pp. 1–5. (In Russian.)
2. Kreyk A. I. Klyuchevaya ideya teorii funktsional'nykh sistem P. K. Anokhina [The key idea of the theory of functional systems P. K. Anokhin] // Materialy i metody innovatsionnykh issledovaniy i razrabotok: sbornik mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ufa, 2016. Pp. 164–166. (In Russian.)
3. Silyukova A. N., Ignatyev N. G., Efremova G. M. Fosfatazy i α -amilaza v tkanyakh pecheni u krol'chat v perekhodnuyu i rastitel'nyuyu fazy pitaniya [Phosphatases and α -amylase in the liver tissue of rabbits in the transitional and plant phases of nutrition] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2016. No. 1 (33). Pp. 50–55. (In Russian.)
4. Ignatyev N. G., Ivanova A. N. Aktivnost' fosfataz i amilazy v tkanyakh pecheni u krol'chat pri vvedenii etanola [The activity of phosphatases and amylases in the tissues of the liver in rabbits with the introduction of ethanol] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana. 2015. T. 221. No 1. Pp. 82–85. (In Russian.)
5. Ignatyev N. G., Ivanova A. N. Uroven' transferaz v tkanyakh pecheni u raznovozrastnykh kro'chat pri etanolovoy nagruzke [The level of transferases in the tissues of the liver in rabbits of different ages with ethanol loading] // Sovremennoe obshchestvo: problemy, idei, innovatsii. 2015. No. 4. Pp. 55–59. (In Russian.)
6. Ignatyev N. G., Terentyeva M. G. Aktivnost' gamma-glutamyltransferazy v tkanyakh zheludka u porosyat [The activity of gamma-glutamyltransferase in the tissues of the stomach in piglets] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. No. 9 (88). Pp. 12–13. (In Russian.)
7. Terentyeva M. G. Aminotransferazy i fosfatazy pryamoy kishki u raznovozrastnykh porosyat [Aminotransferases and phosphatases of the rectum in pigs of different ages] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2010. No. 5 (71). Pp. 67–68. (In Russian.)
8. Fisinin V. I., Egorov I. A., Vertiprakhov V. G., Grozina A. A., Lenkova T. N., Manukyan V. A., Egorova T. A. Aktivnost' pishchevaritel'nykh fermentov v duodenal'nom khimuse i plazme krovi u iskhodnykh liniy i gibridov myasnykh kur pri ispol'zovanii biologicheskii aktivnykh dobavok v ratsione [The activity of digestive enzymes in the duodenal chyme and blood plasma in the initial lines and hybrids of meat chickens when using dietary supplements in the diet] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2017. T. 52. No. 6. Pp. 1226–1233. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.6.1226 rus. (In Russian.)
9. Chamberlin W. G., Middleton J. R., Spain J. N., Johnson G. C., Eilersieck, Pithua P. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows // Journal of Dairy Science American [Dairy Science Association]. 2013. Pp. 7002–7011. DOI: 10.3168/jds.2013-6901.
10. Bilski J., Mazur-Bialy A., Wojcik D., Zahradnik-Bilska J., Brzozowski B., Magierowski M., Mach T., Magierowska K., Brzozowski T. The Role of Intestinal Alkaline Phosphatase in Inflammatory Disorders of Gastrointestinal Tract // Mediators of Inflammation. 2017. Pp. 1–9. DOI: 10.1155/2017/9074601.
11. Nesterova O. P., Prokopyeva M. V. Izmenenie aktivnosti aminotransferaz v tkanyakh zheludka krolikov v ontogeneze [Changes in the activity of aminotransferases in the tissues of the stomach of rabbits in ontogenesis] // Estestvennye i tekhnicheskii nauki. 2018. No. 5 (119). Pp. 30–31. (In Russian.)
12. Ignatyev N. Postnatal'nyy period ontogeneza u sviney [Postnatal period of ontogenesis in pigs] // Veterinariya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. 2016. No. 8. Pp. 32–36. (In Russian.)
13. Larionov G. A., Checheneshkina O. Yu., Mardaryeva N. V., Shchiptsova N. V. Meropriyatiya po uluchsheniyu mikrobiologicheskoy bezopasnosti moloka korov [Measures to improve the microbiological safety of cow's milk] // Rossiyskiy zhurnal. Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii. 2019. No. 1 (29). Pp. 44–49. DOI: 10.25725/vet.san.hyg.ecol.201901007. (In Russian.)

14. Gigiena sodержaniya zhivotnykh: uchebnik [Animal Hygiene: tutorial] / A. F. Kuznetsov, V. G. Tyurin, V. G. Semenov, V. G. Sofronov ; under the editorship of A.F. Kuznetsov. Saint Petersburg: Lan', 2017. 380 p. (In Russian.)
15. Mardaryev A. N., Mardaryeva N. V., Larionov G. A., Gordova V. S. Dynamics of Cbx7 Expression in the Epidermis after Wounding of the Skin // Russian Journal of Physiology. 2019. No. 4. Pp. 456–464. DOI: 10.1134/S0869813919040034.
16. Fawley J., Gourlay D. M. Intestinal alkaline phosphatase: a summary of its role in clinical disease // Journal of Surgical Research. 2016. Pp. 225–234. DOI: 10.1016/j.jss.2015.12.008.
17. Schwartz-Zimmermann H. E., Fruhmann P., Dänicke S., Wiesenberger G., Caha S., Weber J. Metabolism of Deoxynivalenol and Deepoxy-Deoxynivalenol in Broiler Chickens, Pullets, Roosters and Turkeys // Toxins. 2015. Pp. 4706–4729. DOI: 10.3390/toxins7114706.
18. Pravila provedeniya rabot s ispol'zovaniem eksperimental'nykh zhivotnykh: Prilozhenie k prikazu Ministerstva zdra-vookhraneniya SSSR No. 775 ot 12.03.1977 [Rules for the work using experimental animals: Supplement to the order of the Ministry of Health of the USSR No. 775 of 03.12.1977] // Konsortsium kodeks. Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456016716>. (In Russian.)

Authors' information:

Natalia V. Mardaryeva¹, candidate of biological sciences, associate professor of the department of biotechnology and agricultural processing, ORCID 0000-0001-7863-7245, AuthorID 377861; +7 927 841-12-21, volga480@yandex.ru

Maya G. Terentyeva¹, candidate of biological sciences, associate professor of the department of biotechnology and agricultural processing, ORCID 0000-0001-5767-6720, AuthorID 899208

Gennadiy A. Larionov¹, doctor of biological sciences, professor, department of biotechnology and agricultural processing, ORCID 0000-0001-6414-5995, AuthorID 774230

¹ Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia

Исследование чувствительности изолята вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней в перевиваемых линиях клеток

Е. В. Маркова¹, Л. С. Люлькова¹, Р. Н. Мельник¹, В. М. Попова¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, пос. Биокомбината, Россия

✉ E-mail: biolog1967@mail.ru

Аннотация. В данной статье обобщены результаты исследования культуральных свойств изолята вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней в перевиваемых культурах клеток МА-104, РК-15, MARC-145 и Vero. **Целью** исследований было определение чувствительности к изоляту вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней линий культур клеток, что необходимо для получения высокоактивного антигена как главного компонента диагностических и вакцинных биопрепаратов. Изолят вируса был выделен от поросенка в ЛПХ Московской области Коломенского района. Выделенный изолят инфекционного заболевания свиней методом молекулярно-биологического анализа охарактеризован в установленном для данного возбудителя порядке. **Новизна. Продемонстрирована возможность репродукции вируса в культуре клеток MARC-145. Результаты.** Показано, что при репродукции изолята вируса в культуре клеток в течение 96 ± 6 часов при дозе заражения $0,1 \text{ ТЦД}_{50}/\text{кл}$ получали антиген с высокой биологической активностью. Инфекционная активность вируса на культуре MARC-145 составляла в среднем после трех первых пассажей (после адаптации) $5,51 \pm 0,45 \text{ lg ТЦД}_{50}/\text{см}^3$. Методом ПЦР в реальном времени подтверждено присутствие генома вируса в исследуемых пробах. Обнаружение антигена в инфицированной вирусом культуре клеток определяли по проявлению специфического свечения в реакции непрямой иммунофлуоресценции (РНИФ) в монослое культуры клеток, фиксированной ацетоном. Установлено, что ФИТЦ-конъюгат кроличьих поликлональных антител к иммуноглобулинам свиньи выявлял антигенсодержащие клетки зеленоватым интенсивным свечением.

Ключевые слова: репродуктивно-респираторный синдром свиней, культура клеток, репродукция вируса.

Для цитирования: Маркова Е. В., Люлькова Л. С., Мельник Р. Н., Попова В. М. Исследование чувствительности изолята вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней в перевиваемых линиях клеток // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 71–77. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-71-77.

Дата поступления статьи: 20.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Репродуктивно-респираторный синдром свиней (РРСС, «голубой аборт», «синее ухо») – высококонтагиозное заболевание, которое наносит значительный экономический урон свиноводству многих стран. Заболевание характеризуется респираторными нарушениями, цианозом кожи ушей и других органов, поздними абортами и мертворождением. Впервые заболевание наблюдалось в США и Канаде в 1986 году, затем оно быстро распространилось в Европу с развитым свиноводством. В 1991 году на первичной культуре клеток свиней был выделен возбудитель вируса [3]. Возбудителем РРСС является РНК-содержащий вирус размером 45–65 нм, имеющий наружную оболочку и чувствительный к липидным растворителям. Возбудитель РРСС относится к семейству Arteriviridae, роду Arterivirus, для него характерна антигенная вариабельность. Каждый год в разных странах мира выделяют новые изоляты вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней. Изоляты делят на 2 типа по антигенным и генетическим различиям: европейский (Lelystad) и американский (VR-2332). Несмотря на это,

до сих пор существуют трудности при выделении вируса и его адаптации в течение длительного культивирования к первичным и перевиваемым культурам клеток. Вирус РРСС успешно репродуцируется в легочных альвеолярных макрофагах (АМФ) поросят. МА-104 и MARC-145 (клонный вариант, полученный из перевиваемой культуры клеток почки африканской зеленой мартышки) являются чувствительными к репродуктивно-респираторному синдрому свиней.

Методология и методы исследования (Methods)

Целью наших исследований было определение чувствительности к изоляту вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней линий культур клеток, что необходимо для получения высокоактивного антигена как главного компонента диагностических и вакцинных биопрепаратов.

Изолят вируса был выделен в ФГБНУ ВНИТИБП от больного поросенка из ЛПХ Московской области Коломенского района на первичной культуре клеток альвеолярных макрофагов свиней (АМС) и подтвержден результатами ПЦР. Изолят вируса репродуктивно-респираторного

синдрома свиней методом ПЦР был охарактеризован как европейский – генотип 1. Культуральные свойства изолята изучали на перевиваемых линиях культур клеток МА-104, MARC-145 (клон культуры МА-104, полученный из почки мартышки), PK-15 и Vero. Культуры клеток заражали по 0,001–1,0 ТЦД₅₀/кл. вирусосодержащим материалом и инкубировали при температуре (37,0 ± 0,5) °С в течение 3–9 суток, оценивая состояние монослоя. Для репродукции вируса и культивирования клеток применяли среду ДМЕМ с содержанием 5–10-процентной фетальной сыворотки крупного рогатого скота. ДМЕМ получали в готовом для использования виде из ООО «БиолоТ» (Санкт-Петербург) и из ООО «ПанЭко» (Москва). Сухой компонент ДМЕМ для приготовления питательной среды по инструкции производителя заказывали в Государственном научном центре вирусологии и биотехнологии (ФБУН ГНЦ ВБ) «Вектор» Роспотребнадзора (Новосибирск). Методом ПЦР в реальном времени подтверждали присутствие генома вируса в исследуемых пробах. Обнаружение антигена вируса в зараженной культуре клеток определяли по проявлению специфического свечения в реакции непрямой иммунофлуоресценции (РНИФ) в монослое культуры клеток, фиксированной ацетоном. Результаты исследований учитывали с помощью цифровой цветной камеры CMOS 5 Мпикс, адаптера 0,35 C-mount для микроскопа Olympus с подключением компьютера с портом USB 3.0. Биологическую активность полученных материалов определяли путем

титрования, титр вируса рассчитывали по методу Рида и Менча в модификации Ашмарина и выражали в lg ТЦД₅₀/см³ [1]. Изолят вируса в культурах клеток культивировали в течение трех последовательных пассажей с последующим определением биологической активности полученных вирусосодержащих материалов в культуре клеток.

Результаты (Results)

Проведенные комплексные исследования, **включающие вирусологические, молекулярно-генетические методы, подтвердили** принадлежность выделенного изолята к репродуктивно респираторному синдрому свиней европейского типа. Выделенный изолят обладал типичными для данного вируса культуральными свойствами и имел высокую степень идентичности к генетической линии репродуктивно-респираторного синдрома свиней, относящегося к европейскому генотипу. В результате проведенных исследований получены следующие данные, которые в сокращенном виде приведены в таблице 1 и представлены на рисунке.

Инфекционная активность вируса составляла в среднем 5,5 ± 0,5 lg ТЦД₅₀/см³. В процессе пассирования отмечали постепенное накопление вируса. Данные свидетельствуют о том, что титр вируса в культуре клеток MARC-145 находился на достаточно высоком уровне, увеличился к пятому пассажу на 0,47 ± 0,01 логарифма и составил 5,12 ± 0,04 lg ТЦД₅₀/см³. Также провели опыты по определению множественности заражения и времени культиви-

Таблица 1
Результаты исследования активности вирусосодержащего материала

Наименование	Номер пассажа вируса	Период репродукции вируса, часы	ПЦР: Ct ≤ 40 – положительный результат, Ct > 40 – отрицательный результат	Инфекционная активность вируса, ТЦД ₅₀ /см ³
PK-15	1	4	Ct = 23,68	5,05 ± 0,21
	2		Ct = 23,88	5,01 ± 0,13
	3		Ct = 23,94	4,97 ± 0,12
МА-104	1	4	Ct = 22,58	5,25 ± 0,22
	2		Ct = 19,92	5,33 ± 0,25
	3		Ct = 13,29	5,22 ± 0,24
MARC-145	1	4	Ct = 16,75	5,69 ± 0,21
	2		Ct = 23,10	5,13 ± 0,19
	3		Ct = 18,09	5,22 ± 0,15
Vero	1	4	Ct = 14,86	4,61 ± 0,15
	2		Ct = 20,17	4,57 ± 0,17
	3		Ct = 17,03	4,39 ± 0,14

Table 1
The results of the study of the biological activity of virus-containing material

Name	Virus passage number	Virus reproduction period, hours	PCR: Ct ≤ 40 – positive, Ct > 40 – negative	Infectious activity of the virus, TCD ₅₀ /cm ³
PK-15	1	4	Ct = 23.68	5.05 ± 0.21
	2		Ct = 23.88	5.01 ± 0.13
	3		Ct = 23.94	4.97 ± 0.12
MA-104	1	4	Ct = 22.58	5.25 ± 0.22
	2		Ct = 19.92	5.33 ± 0.25
	3		Ct = 13.29	5.22 ± 0.24
MARC-145	1	4	Ct = 16.75	5.69 ± 0.21
	2		Ct = 23.10	5.13 ± 0.19
	3		Ct = 18.09	5.22 ± 0.15
Vero	1	4	Ct = 14.86	4.61 ± 0.15
	2		Ct = 20.17	4.57 ± 0.17
	3		Ct = 17.03	4.39 ± 0.14

Таблица 2
Скорость формирования и качество монослоя
в зависимости от посевной концентрации клеток
MARC-145 при использовании ДМЕМ ООО
«БиолоТ», $n = 4$

Концентрация клеток, тыс. в см ³	Формирование монослоя, часы	Визуальная оценка качества монослоя
70 ± 10	100 ± 2	Неудовлетворительно
100 ± 10	91 ± 1	Неудовлетворительно
150 ± 10	72 ± 0,5	Удовлетворительно
200 ± 10	37 ± 0,3	Хорошо
250 ± 10	27 ± 0,8	Плотный монослой
300 ± 10	25 ± 0,7	Плотный монослой с небольшим вытеснением клеток и ростом на поверхности
350 ± 10	22 ± 0,9	Плотный монослой с вытеснением клеток и ростом на поверхности
400 ± 10	20 ± 0,4	Плотный монослой с вытеснением клеток и ростом на поверхности

Table 2
The rate of formation and quality
of the monolayer depending on the inoculum
concentration of MARC-145 cells when using DMEM
"BioloT", $n = 4$

The concentration of cells, thousand in cm ³	Monolayer formation, hours	Visual assessment of monolayer quality
70 ± 10	100 ± 2	Unsatisfactorily
100 ± 10	91 ± 1	Unsatisfactorily
150 ± 10	72 ± 0.5	Satisfactorily
200 ± 10	37 ± 0.3	Good
250 ± 10	27 ± 0.8	Dense monolayer
300 ± 10	25 ± 0.7	Dense monolayer with the small displacement of cells up and their growth on the surface of the monolayer
350 ± 10	22 ± 0.9	Dense monolayer with the displacement of cells up and their growth on the surface of the monolayer
400 ± 10	20 ± 0.4	Dense monolayer with the displacement of cells up and their growth on the surface of the monolayer

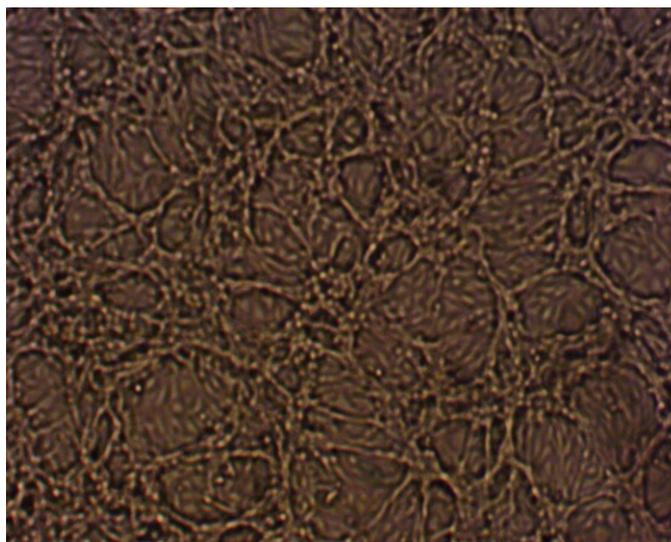
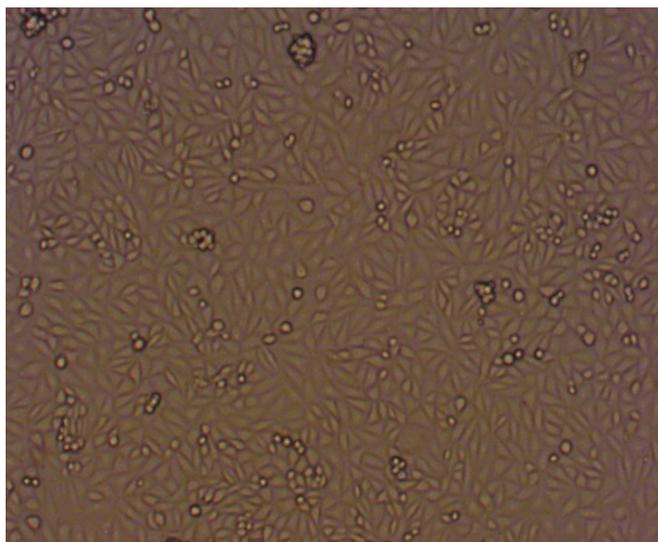


Рис. Культура клеток MARC-145 неинфицированная (контрольная) и инфицированная вирусом PRRSV.
Увеличение 1×20, камера с монитором HDM

Fig. Cell culture MARC-145 uninfected (control) and infected with swine reproductive and respiratory syndrome virus.
Magnification 1×20, the camera monitor with HDM

рования вируса. Использовали дозы заражения 0,01; 0,1 и 1,0 ТЦД₅₀/кл. Результаты показали, что при использовании дозы заражения 0,1 ТЦД₅₀/кл отмечали наиболее высокое накопление вируса. С увеличением срока культивирования его инфекционная активность повышалась и достигала максимума к 96 часам, титр вируса составил 5,04 ± 0,14 lg ТЦД₅₀/см³ при множественности заражения 0,1 ТЦД₅₀/кл, в то время как при множественности заражения 0,01 ТЦД₅₀/кл титр вируса к 96 часам составил 4,57 ± 0,16 lg ТЦД₅₀/см³, а при 1,0 ТЦД₅₀/кл – 4,68 ± 0,14 lg ТЦД₅₀/см³. Инфекционная активность вируса на культуре MARC-145 составляла в среднем после трех первых пассажей (после адаптации) 5,51 ± 0,45 lg ТЦД₅₀/см³.

С целью предоставления изоляту вируса наилучших условий для репродукции все культуры клеток, участву-

ющие в настоящем исследовании, адаптировали к питательным средам, сывороткам, глутамину, промывочным и диспергирующим растворам и т. п. В процессе исследования чувствительности изолята вируса к перевиваемым линиям клеток было установлено, что питательные среды разных производителей оказывали значительное влияние на количество посевной концентрации клеток и качество полученного монослоя. Суспензию клеток MA-104, PK-15, MARC-145 и Vero с концентрацией от 70 до 400 тыс. в см³ вносили в разные культуральные сосуды. Качество монослоя оценивали через каждые 2 часа после посева в течение рабочего дня. При испытании влияния ростовых питательных сред ДМЕМ разных изготовителей на скорость и качество формирования монослоя клеток MARC-145 в данные среды добавляли 7–10 % сыворотки крови

Таблица 3

Скорость формирования и качество монослоя в зависимости от посевной концентрации клеток MARC-145 при использовании ДМЕМ ООО «ПанЭко», $n = 4$

Концентрация клеток, тыс. в cm^3	Формирование монослоя, часы	Визуальная оценка качества монослоя
70 ± 10	$100 \pm 4,0$	Неудовлетворительно
100 ± 10	$91 \pm 2,0$	Неудовлетворительно
150 ± 10	$82 \pm 3,0$	Удовлетворительно
200 ± 10	$37 \pm 3,1$	Удовлетворительно
250 ± 10	$29 \pm 2,12$	Хорошо
300 ± 10	$25 \pm 0,6$	Хорошо
350 ± 10	$28 \pm 1,1$	Плотный монослой
400 ± 10	$26 \pm 1,3$	Плотный монослой с вытеснением клеток и ростом на поверхности

Table 3

The rate of formation and quality of the monolayer depending on the seeding concentration of MARC-145 cells when using DMEM "PanEco", $n = 4$

The concentration of cells, thousand in cm^3	Monolayer formation, hours	Visual assessment of monolayer quality
70 ± 10	100 ± 4.0	Unsatisfactorily
100 ± 10	91 ± 2.0	Unsatisfactorily
150 ± 10	82 ± 3.0	Satisfactorily
200 ± 10	37 ± 3.1	Satisfactorily
250 ± 10	29 ± 2.12	Good
300 ± 10	25 ± 0.6	Good
350 ± 10	28 ± 1.1	Dense monolayer
400 ± 10	26 ± 1.3	Dense monolayer

Таблица 4

Скорость формирования и качество монослоя в зависимости от посевной концентрации клеток MARC-145 при использовании ДМЕМ ФБУН ГИЦ ВБ «Вектор», $n = 14$

Концентрация клеток, тыс. в cm^3	Формирование монослоя, часы	Визуальная оценка качества монослоя
70 ± 10	$95 \pm 7,1$	Неудовлетворительно
100 ± 10	$79 \pm 2,0$	Удовлетворительно
150 ± 10	$66 \pm 2,3$	Хорошо
200 ± 10	$34 \pm 1,0$	Хорошо
250 ± 10	$29 \pm 3,1$	Плотный монослой
300 ± 10	$26 \pm 2,0$	Плотный монослой с небольшим вытеснением клеток и ростом на поверхности
350 ± 10	$20 \pm 0,51$	Плотный монослой с вытеснением клеток и ростом на поверхности
400 ± 10	$18 \pm 1,2$	Плотный монослой с вытеснением клеток и ростом на поверхности

Table 4

The rate of formation and quality of the monolayer depending on the seeding concentration of MARC-145 cells when using DMEM State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", $n = 14$

The concentration of cells, thousand in cm^3	Monolayer formation, hours	Visual assessment of monolayer quality
70 ± 10	95 ± 7.1	Unsatisfactorily
100 ± 10	79 ± 2.0	Satisfactorily
150 ± 10	66 ± 2.3	Good
200 ± 10	34 ± 1.0	Good
250 ± 10	29 ± 3.1	Dense monolayer
300 ± 10	26 ± 2.0	Dense monolayer with slight cell elongation and surface growth
350 ± 10	20 ± 0.51	Dense monolayer with the displacement of cells up and their growth on the surface of the monolayer
400 ± 10	18 ± 1.2	Dense monolayer with the displacement of cells up and their growth on the surface of the monolayer

крупного рогатого скота, 0,5–0,7 мг/см³ глутамина. Результаты исследований по оценке оптимальной посевной концентрации клеток на примере культуры MARC-145 при использовании питательных сред разных производителей представлены в таблицах 2–4.

Удовлетворительный культуры клеток MARC-145 на ДМЕМ ООО «БиолоТ» получали через 72 ± 0,5 часа при посевной концентрации 150 ± 10 тыс. кл/см³. При посевах более низкой посевной концентрации клеток монослой формировался значительно позднее. Применение при посевной концентрации более 250 тыс. клеток в см³ приводило к формированию плотного монослоя с вытеснением клеток и их росту на поверхности монослоя. Удовлетворительный монослой культуры клеток MARC-145 на ДМЕМ ООО «ПанЭко» получали через 37 ± 3,1 часа при посевной концентрации не менее 200 ± 10 тыс. кл/см³. При использовании питательной среды ДМЕМ ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» удовлетворительный результат формирования монослоя получали через 79 ± 2,0 часа после начала культивирования при посевной концентрации 100 тыс. клеток в см³.

При использовании питательной среды ДМЕМ производства ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» при репродукции вируса сформировавшийся монослой всех типов культур клеток, используемых в экспериментах, был всегда плотный и ровный. Питательные среды ДМЕМ других производителей могли приводить к образованию изолированных зон роста клеток, которые не всегда смыкались в сплошной монослой даже через 72 часа после высева клеток в культуральные сосуды. Поэтому во всех дальнейших исследованиях по изучению изолятов вируса, в том числе и с целью получения диагностических и вакцинных препаратов было принято решение использовать только питательные среды, поставленные из ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор».

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Так как изолят вируса оказался генетически стабильным, то он может быть рекомендован для изготовления диагностических и вакцинных препаратов. Этот изолят оказался продуктивным в культурах клеток MA-104 и Marc-145, прошел 15 пассажей, что имеет преимущество для репродукции вируса и получения антигена с целью дальнейшего изучения его молекулярно-генетических свойств.

Библиографический список

1. Богомолова О. А., Матвеева И. Н., Попова В. М. Чувствительность перевиваемых линий культур клеток MARC-145 и MA-104 к изоляту вируса цирковирусной инфекции свиней // Научный альманах. 2018. № 5.2 (43). С. 166–169. DOI: 10.17117/na.2018.05.02.166.
2. Глотов А. Г., Котенева С. В., Глотова Т. И., Южаков А. Г., Максютков Р. А., Забережный А. Д. Филогенетический анализ пестивирусов крупного рогатого скота, выявленных в Сибири // Вопросы вирусологии. 2018. Т. 63. № 4. С. 185–191
3. Гулюкин А. М., Шабейкин А. А., Макаров В. В., Зайкова О. Н., Гребенникова Т. В., Забережный А. Д., Полякова И. В., Южаков А. Г. Особенности эпизоотологического процесса и молекулярно-генетическая характеристика изолятов вируса бешенства, выявленных на территории Тверской области // Вопросы вирусологии. 2018. Т. 63. № 3. С. 115–122.
4. Есимбекова Н. Б., Тулемисова Ж. К. Чувствительность перевиваемых линий культур клеток к изоляту вируса цирковирусной инфекции свиней // Научный взгляд молодых: поиски, инновации в АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции молодых ученых. Алматы, 2017. Т. 2. С. 41–42.
5. Забережный А. Д., Костина Л. В., Южаков А. Г., Гулюкина И. А., Степанова Т. В., Стаффорд В. В., Полякова И. В., Дроздова Е. И. Современная таксономия вирусов // Ветеринария и кормление. 2017. № 1. С. 4–13.
6. Забережный А. Д., Искандаров М. И., Гулюкин А. М., Федоров А. И., Искандарова С. С., Винокуров Н. Т. Каталогизация генотипов штаммов из коллекции патогенных и вакцинных штаммов микроорганизмов – возбудителей инфекционных болезней животных // Иппология и ветеринария. 2019. № 3 (33). С. 105–111.
7. Попова В. М., Матвеева И. Н., Иванов И. В., Маркова Е. В., Преображенская А. С., Богомолова О. А. Изучение репродукции цирковируса свиней 2 типа в перевиваемой культуре клеток MARC-145 // Труды ВИЭВ. 2018. Т. 80. Ч. II. С. 68–72. DOI: 10.30917//ATT-PRINT-2018-4.
8. Стаффорд В. В., Забережный А. Д., Гулюкин М. И. Патоморфологические изменения паренхиматозных органов поросят, экспериментально зараженных вирусом репродуктивно-респираторного синдрома свиней и цирковирусом свиней типа 2 // Ветеринария. 2016. № 9. С. 24–27.
9. Стаффорд В. В., Раев С. А., Алексеев К. П., Южаков А. Г., Алипер Т. И., Забережный А. Д., Гулюкин М. И., Верховский О. А. Иммуногистохимический метод выявления вируса репродуктивно-респираторного синдрома свиней // Ветеринария. 2017. № 2. С. 26–30.
10. Стаффорд В. В., Стрельцова Я. Б., Раев С. А., Южаков А. Г., Забережный А. Д., Алипер Т. И., Использование метода иммуногистохимии при диагностике цирковирусных болезней свиней // Ветеринария. 2019. № 8. С. 18–22.
11. Стаффорд В. В., Корицкая М. А., Раев С. А., Алексеев К. П., Цибезов В. В., Верховский О. А., Алипер Т. И., Забережный А. Д., Гулюкин М. И. Научно-обоснованная система противозооотических мероприятий и современные способы диагностики, специфической профилактики и лечения инфекционных болезней сельскохозяйственных животных. Новосибирск, 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.22203.77607/1.
12. Южаков А. Г., Раев С. А., Непоклонов Е. А., Забережный А. Д., Алексеев К. П. Актуальные инфекционные болезни свиней / Под ред. Т. И. Алипера. М. : Издательство «Зооветкнига», 2019. 395 с.
13. Bai W., Wang Z., Sun P., Zhang J., Bao H., Cao Y., Chang Y., Liu Z., Li D., Lu Z. The molecular characteristic analysis of PRRSV GSWW/2015 strain and its pathogenicity to pigs // BMC Vet. Res. 2018. No. 14 (1). P. 240.
14. Feehan B. J., Penin A. A., Mukhin A. N., Kumar D., Moskvina A. S., Khametova K. M., Yuzhakov A. G., Musienko M. I., Zaberezhny A. D., Aliper T. I., Marthaler D., Alekseev K. P., Novel Mammalian orthorubalovirus 5 discovered as accidental cell culture contaminant // Viruses. 2019. T. 11. No. 9. P. 777.

15. Raev S. A., Yuzhakov A. G., Alekseev K. P., Kostina L. V., Gulyukin M. I., Stepanova T. V., Zaberezhnyy A. D., Aliper T. I. Transmission of Porcine Circovirus type 2 (PCV2) in Russia and Genotype association (PCV2D) with Porcine Dermatitis and Nephropathy Syndrome (PDNS) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. P. 042026.
16. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Alekseev K. P., Grebennikova T. V., Verkhovsky O. A., Zaberezhnyy A. D., Aliper T. I. First detection and full genome sequence of porcine circovirus type 3 in Russia // Virus Genes. 2018. No. 54 (4). Pp. 608–611.
17. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Skrylev A. N., Mishin A. M., Grebennikova T. V., Verkhovsky O. A., Zaberezhnyy A. D., Trus I., Nauwynck H. J., Aliper T. I. Genetic and pathogenic characterization of a Russian subtype 2 PRRSV-1 isolate // Vet. Microbiol. 2017. No. 211. Pp. 22–28.

Об авторах:

Евгения Владимировна Маркова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела молекулярной биологии и вирусологии, ORCID 0000-0002-6167-6405, AuthorID 1060291; +7 (496) 567-32-63, biolog1967@mail.ru

Лариса Сергеевна Люлькова¹, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела обеспечения качества лекарственных средств, ORCID 0000-0003-3433-5930, AuthorID 372470

Роман Николаевич Мельник¹, кандидат биологических наук, заместитель директора, ORCID 0000-0003-1531-2050, AuthorID 902465

Вера Михайловна Попова¹, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела молекулярной биологии и вирусологии, ORCID 0000-0003-0833-8415, AuthorID 413263

¹ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, пос. Биокombината, Россия

Cultural properties of swine reproductive and respiratory syndrome virus isolate

E. V. Markova[✉], L. S. Lyulkova¹, R. N. Melnik¹, V. M. Popova¹

¹ All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Biological Industry, Biokombinata, Russia

[✉]E-mail: biolog1967@mail.ru

Abstract. This article summarizes the results of a study of the cultural properties of the swine reproductive and respiratory syndrome virus isolate in transferable cultures of MA-104, PK-15, MARC-145 and Vero cells. The **purpose** of our research was to determine the sensitivity of cell culture lines to the swine reproductive and respiratory syndrome virus isolate, which is necessary for obtaining a highly active antigen as the main component of diagnostic and vaccine biologics. An isolate of the virus was isolated from a Piglet in the LPH of the Moscow region of the Kolomenskoye district. The isolated isolate of an infectious disease of pigs by the method of molecular biological analysis is characterized in the established order for this pathogen. **Novelty.** The possibility of reproduction in MARC-145 cell culture has been demonstrated. **Results.** It was shown that during reproduction of the virus isolate in cell culture for 96 ± 6 hours at a dose of 0.1 TCD₅₀ / cell infection, an antigen with high biological activity was obtained. Infectious activity of the virus on the MARC-145 culture averaged 5.51 ± 0.45 lg TCD₅₀/cm³ after the first three passages (after adaptation). Real-time PCR confirmed the presence of the virus genome in the test samples. Detection of the virus antigen in an infected cell culture was determined by the manifestation of a specific glow in the indirect immunofluorescence (RNIF) reaction in the cell culture monolayer fixed with acetone. It was found that FITZ-conjugate of rabbit polyclonal antibodies to pig immunoglobulins detected antigen-containing cells due to intense illumination.

Keywords: pig reproductive and respiratory syndrome, cell culture, virus reproduction.

For citation: Markova E. V., Lyulkova L. S., Melnik R. N., Popova V. M. Issledovanie chuvstvitel'nosti izolyata virusa reproductivno-respiratornogo sindroma sviney v perevivaemykh liniyakh kletok [Cultural properties of swine reproductive and respiratory syndrome virus isolate] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 71–77. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-71-77. (In Russian.)

Paper submitted: 20.03.2020.

References

1. Bogomolova O. A., Matveeva I. N., Popova V. M. Chuvstvitel'nost' perevivaemykh liniy kul'tur kletok MARC-145 i MA-104 k izolyatu virusa tsirkovirusnoy infektsii sviney [Sensitivity of cross-linked lines of MARC-145 and MA-104 cell cultures to swine circovirus infection virus isolate] // Nauchnyy al'manakh. 2018. No. 5-2 (43). Pp. 166–169. DOI: 10.17117/na.2018.05.02.166 (In Russian.)

2. Glotov A. G., Koteneva S. V., Glotova T. I., Yuzhakov A. G., Maksyutov R. A., Zaberezhnyy A. D., Filogeneticheskiy analiz pestivirusov krupnogo rogatogo skota, vyyavlenykh v Sibiri [Phylogenetic analysis of Bovine pestiviruses detected in Siberia] // *Problems of virology*. 2018. T. 63. No. 4. Pp. 185–191 (In Russian.)
3. Gulyukin A. M., Shabaykin A. A., Makarov V. V., Zaykova O. N., Grebennikova T. V., Zaberezhnyy A. D., Polyakova I. V., Yuzhakov A. G., Osobennosti epizootologicheskogo protsessa i molekulyarno-geneticheskaya kharakteristika izolyatov virusa beshestva, vyyavlenykh na territorii Tverskoy oblasti [Features of the epizootological process and molecular genetic characteristics of virus isolates of rabies in Tver region] // *Problems of virology*. 2018. T. 63. No. 3. Pp. 115–122 (In Russian.)
4. Esimbekova N. B., Tulemisova Zh. K. Chuvstvitel'nost' perezivayemykh liniy kul'tur kletok k izolyatu virusa tsirkovirusnoy infektsii sviney [The sensitivity of transplanted cell culture lines to the isolate of swine circovirus infection virus] // *Nauchnyy vzglyad molodykh: poiski, innovatsii v APK: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh*. Almaty, 2017. T. 2. Pp. 41–42 (In Russian.)
5. Zaberezhnyy A. D., Kostina L. V., Yuzhakov A. G., Gulyukina I. A., Stepanova T. V., Stafford V. V., Polyakova I. V., Drozdova E. I., Sovremennaya taksonomiya virusov [Modern taxonomy of viruses] // *Veterinaria i kormlenie*. 2017. No. 1. Pp. 4–13 (In Russian.)
6. Zaberezhnyy A. D., Iskandarov M. I., Gulyukin A. M., Fedorov A. I., Iskandarova S. S., Vinokurov N. T., Katalogizatsiya genotipov shtammov iz kollektzii patogennykh i vaksinnnykh shtammov mikroorganizmov – vozбудiteley infektsionnykh bolezney zhivotnykh [Cataloging the genotypes from a collection of pathogenic and vaccine strains of microorganisms-causative agents of infectious animal diseases] // *Hippology and veterinary*. 2019. No. 3 (33). Pp. 105–111 (In Russian.)
7. Popova V. M., Matveeva I. N., Ivanov I. V., Markova E. V., Preobrazhenskaya A. S., Bogomolova O. A. Izuchenie reproduktivnoy tsirkovirusa sviney 2 tipa v perezivayemoy kul'ture kletok MARC-145 [Study of reproduction of porcine circovirus type 2 in transferable cell culture MARC-145] // *Trudy VIEV*. 2018. T. 80. Part II. Pp. 68–72. DOI:10.30917//ATT-PRINT-2018-4 (In Russian.)
8. Stafford V. V., Zaberezhnyy A. D., Gulyukin M. I., Patomorfologicheskie izmeneniya parenkhimatoznykh organov porosyat, eksperimental'no zarazhennykh virusom reproduktivno-respiratornogo sindroma sviney i tsirkovirusom sviney tipa 2 [Pathomorphological changes of parenchymal organs of piglets experimentally infected by PRRSV and PCV-2] // *Veterinary*. 2016. No. 9. Pp. 24–27. (In Russian.)
9. Stafford V. V., Raev S. A., Alekseev K. P., Yuzhakov A. G., Aliper T. I., Zaberezhnyy A. D., Gulyukin M. I., Verkhovskiy O. A. Immunogistokhimicheskiy metod vyyavleniya virusa reproduktivno-respiratornogo sindroma sviney [Immunohistochemical method for the detection of pig reproductive and respiratory syndrome virus] // *Veterinary*. 2017. No. 2. Pp. 26–30 (In Russian.)
10. Stafford V. V., Strel'tsova Ya. B., Raev S. A., Yuzhakov A. G., Zaberezhnyy A. D., Aliper T. I., Ispol'zovanie metoda immunogistokhimii pri diagnostike tsirkovirusnykh bolezney sviney [Application of immunohistochemistry method in diagnosis of porcine circovirus associated diseases] // *Veterinary*. 2019. No. 8. Pp. 18–22 (In Russian.)
11. Stafford V. V., Koritskaya M. A., Raev S. A., Alekseev K. P., Tsibezov V. V., Verkhovskiy O. A., Aliper T. I., Zaberezhnyy A. D., Gulyukin M. I., Nauchno-obosnovannaya sistema protivoevizooticheskikh meropriyatii i sovremennyye sposoby diagnostiki, spetsificheskoy profilaktiki i lecheniya infektsionnykh bolezney sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Scientifically-based system of anti-epizootic measures and modern methods of diagnosis, specific prevention and treatment of infectious diseases of farm animals]. Novosibirsk, 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.22203.77607/1 (In Russian.)
12. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Nepoklonov E. A., Zaberezhnyy A. D., Alekseev K. P., Aktual'nye infektsionnye bolezni sviney [Topical infectious diseases of pigs] / Under the editorship of T. I. Aliper. Moscow : Izdatel'stvo "Zoovetkniga", 2019. 395 p. (In Russian.)
13. Bai W., Wang Z., Sun P., Zhang J., Bao H., Cao Y., Chang Y., Liu Z., Li D., Lu Z. The molecular characteristic analysis of PRRSV GSWW/2015 strain and its pathogenicity to pigs // *BMC Vet. Res.* 2018. No. 14 (1). P. 240.
14. Feehan B. J., Penin A. A., Mukhin A. N., Kumar D., Moskvina A. S., Khametova K. M., Yuzhakov A. G., Musienko M. I., Zaberezhnyy A. D., Aliper T. I., Marthaler D., Alekseev K. P., Novel Mammalian orthorubalovirus 5 discovered as accidental cell culture contaminant // *Viruses*. 2019. T. 11. No. 9. P. 777.
15. Raev S. A., Yuzhakov A. G., Alekseev K. P., Kostina L. V., Gulyukin M. I., Stepanova T. V., Zaberezhnyy A. D., Aliper T. I. Transmission of Porcine Circovirus type 2 (PCV2) in Russia and Genotype association (PCV2D) with Porcine Dermatitis and Nephropathy Syndrome (PDNS) // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. P. 042026.
16. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Alekseev K. P., Grebennikova T. V., Verkhovskiy O. A., Zaberezhnyy A. D., Aliper T. I. First detection and full genome sequence of porcine circovirus type 3 in Russia // *Virus Genes*. 2018. No. 54 (4). Pp. 608–611.
17. Yuzhakov A. G., Raev S. A., Skrylev A. N., Mishin A. M., Grebennikova T. V., Verkhovskiy O. A., Zaberezhnyy A. D., Trus I., Nauwynck H. J., Aliper T. I. Genetic and pathogenic characterization of a Russian subtype 2 PRRSV-1 isolate // *Vet. Microbiol.* 2017. No. 211. Pp. 22–28.

Authors' information:

Evgeniya V. Markova¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of molecular biology and virology, ORCID 0000-0002-6167-6405, AuthorID 1060291; +7 (496) 567-32-63, biolog1967@mail.ru

Larisa S. Lyulkova¹, doctor of biology, leading researcher of the department of quality assurance of medicines, ORCID 0000-0003-3433-5930, AuthorID 372470

Roman N. Melnik¹, candidate of biological sciences, deputy director, ORCID 0000-0003-1531-2050, AuthorID 902465

Vera M. Popova¹, doctor of biological sciences, leading researcher of the department of molecular biology and virology, ORCID 0000-0003-0833-8415, AuthorID 413263

¹All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Biological Industry, Biokombinata, Russia

Функциональная характеристика печени ремонтного молодняка яичных кур, выращенных при монохроматическом и белом освещении

И. В. Сиянова¹, М. Е. Остякова¹

¹ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск, Россия

✉ E-mail: dalznivilabbiohim@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – выявить с учетом сезона года действие монохроматического и белого освещения на функциональное состояние печени яичных цыплят в период выращивания. **Методы исследований.** Лабораторная диагностика крови 30-, 60- и 90-дневного молодняка. Анатомическое исследование печени птицы в возрасте 15 недель (использовано 70 тушек птиц) с применением метода декапитации, гистологическое исследование печени (19 органов) с использованием светового микроскопа Carl Zeiss. **Результаты.** Во все сезоны года у молодняка при белом и желтом освещении в сравнении с зеленым и голубым (бело-голубым) увеличивается количество гемоглобина в крови на 14,6 %, эритроцитов – на 9,4 %, альбуминов – на 15,8 %, уменьшаются высокие значения лейкоцитов в 2,5 раза, гамма-глобулинов – на 19,8 %, билирубина – на 37,3 %, триглицеридов – на 26,9 %, холестерина – на 34,6 %, активность аспарагиновой аминотрансферазы – на 27,5 %, аланиновой – на 37,7 %. У молодняк при белом освещении количество эпикардального жира меньше на 13,0–78,1 %, абдоминального – на 30,5–64,9 %, чем у птицы при монохроматических лампах. При гистологическом исследовании печени курочек, выращенных при любом освещении, установлен хронический гепатит. У птицы при белом и желтом освещении развитие воспалительного процесса менее выражено, нет значимого увеличения размеров ядра и клетки гепатоцитов, расширения просвета кровеносных сосудов, меньше количество лимфоидных фолликулов в центре и промежуточной зоне долек печени на 36,2–55,7 %, чем у молодняка при зеленом и голубом (бело-голубом) освещении. **Научная новизна.** Применение в птичнике белых и желтых компактных люминесцентных ламп с цветовой температурой 4500–5500 К и 2800–3000 К соответственно, световым потоком 400–800 лм оказывает слабое положительное влияние на функциональное состояние печени ремонтного молодняка яичных кур в период выращивания с суточного возраста до возраста 15 недель в клетках в условиях постепенно сокращающейся длины светового дня и уровня освещенности.

Ключевые слова: освещение, компактные люминесцентные лампы белого, желтого, зеленого, голубого и бело-голубого цвета, яичный ремонтный молодняк, гистология, воспалительные заболевания печени молодняка кур.

Для цитирования: Сиянова И. В., Остякова М. Е. Функциональная характеристика печени ремонтного молодняка яичных кур, выращенных при монохроматическом и белом освещении // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 78–87. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-78-85.

Дата поступления статьи: 27.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

При выращивании яичного ремонтного молодняка в условиях птицефабрик патологии печени встречаются довольно часто. Для возникновения заболеваний есть множество причин: это вакцинация, хронические полимикротоксикозы, несбалансированное кормление, содержание в клетках, нарушение условий содержания, несоблюдение санитарных норм и правил и пр. [1, с. 26]. Большое значение приобретает своевременная профилактика заболеваний птицы. Ветеринарные мероприятия, профилаксирующие развитие наиболее часто возникающих заболеваний печени (жировая дистрофия, интерстициальный гепатит), включают скормливание птице различных препаратов, антиоксидантов, кормовых добавок [2, с. 210–211], [3, с. 64–65], [4, с. 56–57], [5, с. 12], [6, с. 176], [7, с. 203–204].

Анализируя результаты исследований российских и зарубежных авторов о действии цвета освещения на организм птицы, мы предположили, что применение монохроматических и белых ламп в системе освещения цехов выращивания яичных цыплят может оказать влияние на функциональное состояние печени молодняка [8, с. 9528–9530], [9, с. 2858–2862], [10, с. 1047–1048], [11, с. 6], [12, с. 1013], [13, с. 010], [14, с. 1885], [15, с. 1270], [16, с. 2388–2389]. Основанием для выполнения наших исследований послужило также то, что спектральный состав ламп, используемых в птичнике при выращивании яичных цыплят с суточного возраста до возраста до 15–17 недель, при постепенно сокращающемся световом дне и уровне освещенности в нормативных требованиях НТП-АПК 1.10.05.001-01 (2005) для птицеводческих предприятий, как и в рекомендациях к кроссам яичных кур, не учитывается.

Таким образом, целью исследований являлось выявление спектрального состава компактных люминесцентных ламп, при котором морфобиохимические показатели крови цыплят, характеризующие функциональное состояние печени, будут иметь наименьшие отклонения значений от физиологических норм периода выращивания, а морфологические изменения в печеночной ткани в конце выращивания будут менее выраженными.

Методология и методы исследования (Methods)

Базой проведения исследования была выбрана ОСП «Птицефабрика Белогорская» ООО «СПК «Амурптицепром» г. Белогорска Амурской области. В период с 2015 по 2019 гг. мы провели пять опытов с охватом четырех сезонов года. Объектом исследований являлся ремонтный молодняк яичных кроссов Хайсекс Уайт или Декалб Уайт.

Перед размещением очередной партии цыплят в цехах выращивания на птицефабрике обязательно проводились межцикловые профилактические перерывы с санацией помещений, бактериологическим контролем качества дезинфекции. Цех заполнялся цыплятами в течение 3–4 дней. В период выращивания ремонтного молодняка с суточного возраста до возраста 15–16 недель использовалась клеточная система содержания с постепенно сокращающимся световым днем с 24:00 до 12:00 часов в сутки и уровнем освещенности от 50–30 до 7–6 лк. В системе освещения цехов использовались компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) зеленого цвета с длиной световой волны 530–550 нм и световым потоком 600–780 лм.

В наших исследованиях в каждом опыте мы формировали по четыре группы суточных цыплят по 200 голов в каждой. Группы цыплят размещали в одной зоне цеха, на третьем ярусе батарей. Контрольную группу располагали под белыми КЛЛ (цветовая температура 4500–5500 К), I группу – под желтыми (2800–3000 К), II – под зелеными (530–550 нм), III – под голубыми или бело-голубыми лампами (6500–8000 К). Световой поток ламп был на одном уровне, в пределах от 400 до 800 лм. Внутренние стенки клеток мы заделывали белым пластиком. Остальные технологические параметры выращивания ремонтного молодняка были стандартными для всей птицы и соответствовали рекомендациям для кроссов кур Хайсекс Уайт, Декалб Уайт. В период выращивания цыплят проводился санитарно-микологический контроль качества кормов. Профилактическая вакцинация молодняка осуществлялась в возрасте 1, 3, 14, 21, 28, 36, 50, 60, 70, 100 (110) дней с контролем напряженности поствакцинального иммунитета (серологические исследования). Для обеспечения эпизоотического и эпидемического благополучия на птицефабрике отлажена система контроля бактериальных и противопаразитарных болезней птицы.

Нарушение функционального состояния печени у 30-, 60- и 90-дневного молодняка устанавливали по результатам исследований крови, которую брали из сердца у 10 голов из каждой группы. Использовали методику произвольного отбора птицы. Лабораторная диагностика крови включала общепринятые методы морфологического и биохимического исследования [17, 18] с применением диагностических наборов компании «Витал» и биохимических анализаторов Stat Fax. Полученные результаты

анализировали, руководствуясь физиологическими нормами крови для яичных цыплят [17, с. 72–81].

Анатомическое исследование печени молодняка осуществляли по достижении им возраста 15 недель. Из каждой группы отбирали по 3–5 птиц с одинаковой живой массой, средней по группе. Для убоя использовали метод декапитации. Тушки молодок обескровливали, вскрывали грудобрюшную полость. Анатомическое исследование осуществляли методом изолированного извлечения внутренних органов по Г. Г. Автандилову [19]. Массу печени определяли с точностью до 0,0001 г на весах фирмы Shinko Denshi CO с визуальной оценкой органа. В работе использовано 70 тушек птицы.

Для гистологического исследования кусочки печени брали из бокового острого края правой доли органа, погружали в 10-процентный раствор формалина, затем заливали в парафин. С каждого блока получали по 5 срезов толщиной 5–6 мкм для изготовления микропрепарата. Использовали окрашивание гематоксилином и эозином. Для морфометрических исследований произвольно отобрали по 4–6 микропрепаратов из каждой группы птицы. В каждом микропрепарате методом случайного бесповоротного отбора измеряли короткий и длинный диаметры ядра и клетки 200 гепатоцитов. Использовали измерительную линейку, встроенную в окуляр-микрометр МОВ-1-15, световой микроскоп Carl Zeiss (ув. об. $\times 100$). Затем в каждом из 3 срезов микропрепарата методом случайного бесповоротного отбора визуализировали места расположения 10 центральных вен и 10 порталных зон. Измеряли короткий и длинный диаметры сосудов, диаметр 10 балок и 10 синусоид каждой зоны (ув. об. $\times 40$).

Вычисляли объем ядра и клетки гепатоцитов (V) при помощи формулы:

$$Vr = 0,523 \times D_1 \times D^2 \text{ (мкм}^3\text{)},$$

где D_1 и D – большой и малый диаметры ядра соответственно;

площадь ядра и клетки гепатоцитов (S) – по формуле:

$$S = \pi (a + b)^2 / 2,$$

где a и b – короткий и длинный радиусы соответственно; ядерно-цитоплазматическое соотношение:

$$1) \text{ ЯЦО} = S_{\text{я}} / S_{\text{ц}},$$

где $S_{\text{я}}$ – площадь ядра клетки, $S_{\text{ц}}$ – площадь цитоплазмы;

$$2) \text{ ЯЦО} = V_{\text{я}} / (V_{\text{к}} - V_{\text{я}}),$$

где $V_{\text{я}}$ и $V_{\text{к}}$ – объем ядра и клетки соответственно, ядерно-клеточное отношение:

$$1) \text{ ЯКО} = S_{\text{я}} / S_{\text{к}},$$

$$2) \text{ ЯКО} = V_{\text{я}} / V_{\text{к}},$$

где $S_{\text{к}}$ – площадь клетки, $V_{\text{к}}$ – объем клетки; площадь цитоплазмы клетки:

$$S_{\text{ц}} = S_{\text{к}} - S_{\text{я}};$$

объем цитоплазмы клетки:

$$V_{\text{ц}} = V_{\text{к}} - V_{\text{я}} [19].$$

Экспериментальные данные обработаны методами математической статистики при помощи программы Microsoft Excel [20]. Вычисляли среднее арифметическое значение (M), ошибку среднего арифметического значения (m). Статистическую значимость различий средних величин оценивали с помощью t -критерия Стьюдента, достоверными считали результаты при $p < 0,05$.

Таблица 1

Результаты морфометрического исследования ткани печени ремонтного молодняка яичных кур, возраст 15 недель, мкм, $M \pm m$, увеличение: объектив 100, окуляр 15

Исследуемый параметр	Контрольная группа (белые КЛЛ), $n = 5$	I опытная группа (желтые КЛЛ), $n = 4$	II опытная группа (зеленые КЛЛ), $n = 4$	III опытная группа (голубые, бело-голубые КЛЛ), $n = 6$
Диаметр ядра:				
длинный	4,50 ± 0,06	4,57 ± 0,04	4,59 ± 0,06	4,74 ± 0,07*
короткий	4,05 ± 0,08	4,14 ± 0,05	4,10 ± 0,08	4,34 ± 0,05*
Площадь ядра	14,32 ± 0,49	14,86 ± 0,29	14,77 ± 0,49	16,14 ± 0,37*
Объем ядра	38,72 ± 2,09	40,97 ± 1,26	40,40 ± 2,12	46,73 ± 1,66*
Диаметр клетки:				
длинный	9,60 ± 0,25	9,71 ± 0,25	9,97 ± 0,21	10,45 ± 0,22*
короткий	7,88 ± 0,19	7,89 ± 0,20	7,78 ± 0,24	8,48 ± 0,25
Площадь клетки	59,50 ± 2,86	60,22 ± 3,06	60,97 ± 3,14	69,82 ± 3,62
Объем клетки	313,78 ± 22,14	317,34 ± 24,45	316,98 ± 26,01	397,24 ± 33,16
Площадь цитоплазмы	45,17 ± 2,41	45,36 ± 3,12	46,20 ± 2,66	53,68 ± 3,32
Объем цитоплазмы	275,06 ± 20,13	276,36 ± 24,77	276,58 ± 23,91	350,82 ± 31,75
Отношение ядро / клетка:				
площадь	0,24 ± 0,005	0,25 ± 0,014	0,24 ± 0,005	0,23 ± 0,008
объем	0,12 ± 0,003	0,13 ± 0,011	0,13 ± 0,004	0,12 ± 0,007
Отношение ядро / цитоплазма (ЯЦО):				
площадь	0,32 ± 0,008	0,33 ± 0,024	0,32 ± 0,009	0,30 ± 0,014
объем	0,14 ± 0,004	0,15 ± 0,015	0,15 ± 0,006	0,14 ± 0,008

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Table 1

Results of morphometric study of liver tissue of young egg hens, age 15 weeks, micrometer, $M \pm m$, magnification: objective 100, eyepiece 15

Parameter under study	Control group (white compact fluorescent lamps), $n = 5$	Ist experimental group (yellow compact fluorescent lamps), $n = 4$	2nd experimental group (green compact fluorescent lamps), $n = 4$	3rd experimental group (blue, white-blue compact fluorescent lamps), $n = 6$
The diameter of the nucleus:				
long	4.50 ± 0.06	4.57 ± 0.04	4.59 ± 0.06	4.74 ± 0.07*
short	4.05 ± 0.08	4.14 ± 0.05	4.10 ± 0.08	4.34 ± 0.05*
The area of the nucleus	14.32 ± 0.49	14.86 ± 0.29	14.77 ± 0.49	16.14 ± 0.37*
The volume of the nucleus	38.72 ± 2.09	40.97 ± 1.26	40.40 ± 2.12	46.73 ± 1.66*
The diameter of the cell:				
long	9.60 ± 0.25	9.71 ± 0.25	9.97 ± 0.21	10.45 ± 0.22*
short	7.88 ± 0.19	7.89 ± 0.20	7.78 ± 0.24	8.48 ± 0.25
The area of the cell	59.50 ± 2.86	60.22 ± 3.06	60.97 ± 3.14	69.82 ± 3.62
The volume of the cell	313.78 ± 22.14	317.34 ± 24.45	316.98 ± 26.01	397.24 ± 33.16
The area of the cytoplasm	45.17 ± 2.41	45.36 ± 3.12	46.20 ± 2.66	53.68 ± 3.32
The volume of the cytoplasm	275.06 ± 20.13	276.36 ± 24.77	276.58 ± 23.91	350.82 ± 31.75
The ratio of the core / cell:				
area	0.24 ± 0.005	0.25 ± 0.014	0.24 ± 0.005	0.23 ± 0.008
volume	0.12 ± 0.003	0.13 ± 0.011	0.13 ± 0.004	0.12 ± 0.007
The ratio of nucleus / cytoplasm:				
area	0.32 ± 0.008	0.33 ± 0.024	0.32 ± 0.009	0.30 ± 0.014
volume	0.14 ± 0.004	0.15 ± 0.015	0.15 ± 0.006	0.14 ± 0.008

Note: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Результаты (Results)

При морфобioхимическом анализе крови установлено положительное влияние белого и желтого освещения на цыплят вне зависимости от сезона года. У 30-, 60- и 90-дневного молодняка больше количество гемоглобина на 14,2–15,0 % ($p < 0,05$), эритроцитов – на 3,3–15,5 % ($p < 0,05$), чем у цыплят при зеленых и голубых (бело-голубых) лампах, подъем количества лейкоцитов в 90-дневном возрасте менее значителен (ниже в 1,9–3,1 раза). Содержание альбуминов больше при белом освещении на 9,3–22,2 % ($p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$), более оптимально по норме и меньше на 11,7–27,9 % содержание гамма-глобулиновой фракции белка ($p < 0,05$), меньше уровень активности аспарагиновой аминотрансферазы на 10,6–44,4 % ($p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$) во все сезоны года. В сравнении с голубым и бело-голубым освещением при белом ниже активность аланиновой аминотрансферазы на 24,6–50,7 % ($p < 0,05$, $p < 0,001$), меньше количество билирубина на 10,7–63,9 % ($p < 0,05$), показатели жирового обмена имеют менее резкие отклонения от норм: содержание триглицеридов меньше на 13,5–40,3 % ($p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$), общего холестерина – на 13,4–55,7 % ($p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$).

При анатомическом исследовании у 15-недельных курочек, выращенных под белым освещением, меньше количество эпикардального жира на 13,0–78,1 % и абдоминального жира на 30,5–64,9 %, чем у молодняка при монохроматическом освещении, в особенности голубом. Вне зависимости от качества освещения у курочек под разным освещением печень не увеличена (масса от 20,5 до 24,4 г) [19, с. 24–26], капсула не напряжена, поверхность гладкая,

рисунок долек сохранен, цвет красно-коричневый с участками светло-коричневого цвета. На поверхности разреза печень имеет участки тусклого цвета с переполненными кровью сосудами.

Результаты гистологического исследования показали, что в микропрепаратах печени курочек всех групп встречались изменения, характерные для хронического гепатита. Обнаруживалась выраженная лимфоидная инфильтрация большинства портальных трактов. Встречались как мелкие лимфоидные узелки, так довольно крупные и плотные скопления в виде округлых агрегатов. Вокруг некоторых портальных зон примыкающие гепатоциты с признаками зернистой и гидропической дистрофии, печеночные балки с признаками дисконфлексии. Часто в просвете синусоид выявляются отдельно лежащие гепатоциты, редко клетки Каунсильмена. Достаточно редко отмечалось разрушение пограничной пластинки с проникновением воспалительного инфильтрата в близлежащие синусоиды. Очагами диффузный клеточный инфильтрат обнаруживался в синусоидах центральной и промежуточной зон ацинусов, здесь же – сформированные лимфоидные фолликулы.

В микропрепаратах ткани печени молодняка, выращенного при белом и желтом освещении, развитие патологических процессов было несколько менее выражено, чем у птицы при зеленом и голубом (бело-голубом). У молодняка, выращенных при голубых (бело-голубых) лампах, при микрометрических расчетах определено более значимое увеличение площади ядра и клетки, объема ядра и цитоплазмы гепатоцитов (таблица 1).

Таблица 2

Результаты морфометрического исследования ткани печени ремонтного молодняка яичных кур, возраст 15 недель, мкм, $M \pm m$, увеличение: объектив 40, окуляр 15

Исследуемый параметр	Контрольная группа (белые КЛЛ), $n = 5$	I опытная группа (желтые КЛЛ), $n = 4$	II опытная группа (зеленые КЛЛ), $n = 4$	III опытная группа (голубые, бело-голубые КЛЛ), $n = 6$
Ширина просвета центральной вены:				
большой диаметр	49,17 ± 3,34	54,82 ± 3,69	57,58 ± 6,58	70,82 ± 1,41***
малый диаметр	28,47 ± 1,82	27,63 ± 1,40	33,88 ± 2,62	37,51 ± 2,82*
Ширина просвета портальной вены:				
большой диаметр	34,96 ± 2,26	46,27 ± 2,08	43,91 ± 3,37	41,98 ± 1,02*
малый диаметр	17,47 ± 1,98	22,83 ± 4,42	23,58 ± 3,82	23,85 ± 0,88*
Ширина просвета портальной артерии:				
большой диаметр	8,05 ± 0,95	7,79 ± 0,05	7,18 ± 0,63	7,68 ± 0,31
малый диаметр	4,77 ± 0,22	5,01 ± 0,25	4,11 ± 0,40	4,53 ± 0,26
Ширина просвета желчного протока:				
большой диаметр	7,82 ± 0,50	7,17 ± 0,69	8,85 ± 2,44	8,53 ± 0,42
малый диаметр	5,15 ± 0,23	4,56 ± 0,27	4,58 ± 0,33	5,40 ± 0,20
Толщина печеночных балок:				
центральных	14,14 ± 0,48	15,79 ± 1,12	16,51 ± 0,34*	16,61 ± 0,38**
периферических	9,29 ± 1,73	16,24 ± 0,64	16,47 ± 0,09*	17,59 ± 0,42**
Диаметр просвета синусоидных капилляров:				
центральной вены	7,60 ± 0,81	6,19 ± 0,92	7,94 ± 0,79	6,07 ± 0,53
портальной вены	13,00 ± 1,87	6,28 ± 0,42	8,74 ± 0,39	7,30 ± 0,46

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Table 2
Results of morphometric study of liver tissue of young egg hens, age 15 weeks, mkm,
 $M \pm m$, magnification: objective 40, eyepiece 15

Parameter under study	Control group (white compact fluorescent lamps), $n = 5$	1st experimental group (yellow compact fluorescent lamps), $n = 4$	2nd experimental group (green compact fluorescent lamps), $n = 4$	3rd experimental group (blue, white-blue compact fluorescent lamps), $n = 6$
<i>The width of the lumen of central vein:</i>				
large diameter	49,17 ± 3,34	54,82 ± 3,69	57,58 ± 6,58	70,82 ± 1,41***
small diameter	28,47 ± 1,82	27,63 ± 1,40	33,88 ± 2,62	37,51 ± 2,82*
<i>The width of the lumen of the portal vein:</i>				
large diameter	34,96 ± 2,26	46,27 ± 2,08	43,91 ± 3,37	41,98 ± 1,02*
small diameter	17,47 ± 1,98	22,83 ± 4,42	23,58 ± 3,82	23,85 ± 0,88*
<i>The width of the lumen of the portal artery:</i>				
large diameter	8,05 ± 0,95	7,79 ± 0,05	7,18 ± 0,63	7,68 ± 0,31
small diameter	4,77 ± 0,22	5,01 ± 0,25	4,11 ± 0,40	4,53 ± 0,26
<i>Width of the bile duct lumen:</i>				
large diameter	7,82 ± 0,50	7,17 ± 0,69	8,85 ± 2,44	8,53 ± 0,42
small diameter	5,15 ± 0,23	4,56 ± 0,27	4,58 ± 0,33	5,40 ± 0,20
<i>The thickness of hepatic beams:</i>				
central	14,14 ± 0,48	15,79 ± 1,12	16,51 ± 0,34*	16,61 ± 0,38**
peripheral	9,29 ± 1,73	16,24 ± 0,64	16,47 ± 0,09*	17,59 ± 0,42**
<i>Diameter of the lumen of sinusoid capillaries:</i>				
central vein	7,60 ± 0,81	6,19 ± 0,92	7,94 ± 0,79	6,07 ± 0,53
portal vein	13,00 ± 1,87	6,28 ± 0,42	8,74 ± 0,39	7,30 ± 0,46

Note: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

В ткани печени молодняка под голубым освещением более значимое расширение просвета центральных и портальных вен, чем у остальной птицы ($p < 0,05$, $p < 0,001$ в сравнении с белым освещением) (таблица 2). Встречалось нарушение целостности примыкающей к сосудам пограничной гепатитарной пластинки. Печеночные балки в паренхиме возле центральных вен и портальных трактов более утолщены ($p < 0,05$, $p < 0,01$ в сравнении с птицей при белом освещении). Несколько чаще встречались участки дисконфлексии печеночных балок, в просвете синусоид тельца Каунсильмена, скопления смешанно-клеточной инфильтрации были более крупными.

У молодняка при голубом, а также зеленом освещении наблюдавшиеся в центре долек печени лимфоидные фолликулы встречались в 4–6 раз чаще, а в промежуточной зоне долек больше на 36,2–55,7 % в сравнении с птицей при белом освещении.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В проведенных исследованиях получены положительные результаты по использованию белых и желтых ком-

пактных люминесцентных ламп с цветовой температурой 4500–5500 К и 2800–3000 К соответственно и световым потоком 400–800 лм в системе освещения цехов выращивания яичного ремонтного молодняка с суточного возраста до возраста 15 недель в условиях постепенно сокращающегося светового дня и уровня освещенности.

Белое и желтое освещение оказало слабое положительное влияние на функциональное и структурное состояние печени цыплят: в период выращивания у молодняка были ближе к норме значения лейкоцитов, билирубина, гамма-глобулинов, уровень активности печеночных ферментов, показатели белкового и жирового обмена, в конце выращивания морфологические изменения в печеночной ткани были менее выраженными, чем у молодняка при зеленых и голубых (бело-голубых) лампах. Белое и желтое освещение компактных люминесцентных ламп может быть использовано в птичнике в качестве неспецифической профилактики общего характера возникновения заболеваний печени молодняка яичной птицы в период выращивания.

Библиографический список

1. Козлова Ю. Н., Афонюшкин В. Н., Черепушкина В. С., Хоменко Ю. С., Березин С. С. Этиология и патогенез гепатитов кур // Птицеводство. 2016. № 10. С. 25–32.
2. Begum S. A., Upadhyaya T. N., Rahman T., Pathak D. C., Sarma K., Barua C. C., Bora R. S. Hematobiochemical and pathological alterations due to chronic chlorpyrifos intoxication in indigenous chicken // Indian Pharmacol. 2015. No. 47 (2). Pp. 206–211. DOI: 10.4103/0253-7613.153432.
3. Громова Л. Н., Громов И. Н., Алараджи Ф. С. [и др.] Влияние митофена на биохимические показатели сыворотки крови цыплят, вакцинированных против ИББ на фоне экспериментального хронического полимикотоксикоза // Молодой ученый. 2016. № 6.5. С. 63–65.
4. Дунець В. Ю., Слівінська Л. Г. Профілактика хвороб печінки у курей яєчного напрямку продуктивності // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С. З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 73. С. 55–60. DOI:10.15421/nvlvet7312.

5. Xi-Yao H., Abdur Ansari R., Haibo H., Xing Z., Ning-Ya L., Zhi-Jian S., Ke-Mei P., Juming Z., Hua-Zhen L. Lipopolysaccharide mediates immuno-pathological alterations in young chicken liver through TLR4 signaling // *BMC Immunology*. 2017. No. 18 (1). Pp. 12. DOI: 10.1186/s12865-017-0199-7.
6. Семенов М. П., Кузьмина Е. В., Тяпкина Е. В. Профилактика патогенетических изменений гепатобилиарной системы птицы как способ повышения качества печени цыплят-бройлеров // *Сборник научных трудов КНЦЗВ*. 2019. Т. 8. № 1. С. 172–177.
7. Юрина А. С., Мерзленко Р. А. Морфологические изменения в тимусе, селезенке и печени кур-несушек после применения биологически активной добавки «Виготон» // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2019. Вып. 1. Т. 237. С. 203–208. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-237-1-203-207.
8. Sadrzadeh A., Brujeni G. N., Livi M., Nazari M. J., Sharif M. T., Hassanpour H., Haghghi N. Cellular immune response of infectious bursal disease and Newcastle disease vaccinations in broilers exposed to monochromatic lights // *African Journal of Biotechnology*. 2013. Vol. 10 (46). Pp. 9528–9532. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>. DOI: 10.5897/AJB11.724.
9. Gongruttanun N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens // *Poultry of Sciences*. 2011. No. 90 (12). Pp. 2855–2863. DOI: 10.3382/ps.2011-01652.
10. Nara Kim, Sang-rak Lee, Sang-Jin Lee. Effects of light color on energy expenditure and behavior in broiler chickens // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. 2014. No. 27 (7). Pp. 1044–1049. DOI: 10.5713/ajas.2012.12425.
11. Филиппов В. Г. Влияние светового оптического диапазона на нейроиммунноэндокринный гомеостаз // *Биология*. 2014. № 8. С. 6.
12. Lingbin Lu., Lee D., Gilbert E. R., Cihui Xiao, Ming Xiaoling Zhao, Yan Wang [at all]. The effect of monochromatic light on the expression of estrogen receptors (ER) and progesterone receptors (PR) in ovarian follicles of the hen // *PlosOne. Biochemistry*. 2015. No. 10 (12). Pp. 1012–1015. DOI: 10.1371/journal.pone.0144102.
13. Mudhar A. S. Abu Tabeeh. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers // *Donnish Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol. 3 (2). Pp. 008–012. <http://www.donnishjournals.org/djar>.
14. Dishon L., Avital-Cohen N., Zaguri S., Bartman J., Heiblum R., Druyan S., Porter T. E., Gumulka M., Rozenboim I. In-ovo green light photostimulation during different embryonic stages affect somatotrophic axis // *Poultry Science*. 2018. No. 97 (6). Pp. 1998–2004. DOI: 10.3382/ps/pey078.
15. Ma S., Wang Z., Cao J., Dong Y., Chen Y. Effect of monochromatic light on circadian rhythm of clock genes in chick pinealocytes // *Photochem Photobiol*. 2018. Vol. 94. Iss. 6. Pp. 1263–1272. DOI: 10.1111/php.12963.
16. Sabuncuoglu K. M., Korkmaz F., Gurcan E. K., Narinc D., Samli H. E. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on some performance traits, behavior, and fear responses in Japanese quails // *Poultry Science*. 2018. No. 97 (7). Pp. 2385–2390. DOI: 10.3382/ps/pey105.
17. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М. : Колос, 2004. 520 с.
18. Садовников Н. В., Придыбайло Н. Д., Верещак Н. А. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов. Екатеринбург : Уральская ГСХА – Санкт-Петербург : НПП «АВИВАК», 2009. 85 с.
19. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М. : Медицина, 1990. 384 с.
20. Мидлтон М. П. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP / Пер. с англ. ; под ред. Г. М. Кобелькова. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 296 с.
21. Кощаев А. Г., Виноградова Е. В., Усенко В. В. Возрастные изменения массы внутренних органов ремонтного молодняка яичных кур в условиях промышленной иммунопрофилактики // *Ветеринария Кубани*. 2015. № 1. С. 23–27.

Об авторах:

Ирина Владимировна Сянова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-6183-8320, AuthorID 682099; +7 914 562-3012, dalznivilabbiohim@mail.ru

Марина Евгеньевна Остякова¹, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0002-2996-0991, AuthorID 680547; +7 924 678-4193, most-68@bk.ru

¹ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск, Россия

Functional characteristics of the liver of young egg chickens grown under monochromatic and white lighting

I. V. Siyanova¹✉, M. E. Ostyakova¹

¹ Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk, Russia

✉E-mail: dalznivilabbiohim@mail.ru

Abstract. The aim of the research is to identify the effect of monochromatic and white lighting on the functional state of the liver of egg chickens during the growing period, taking into account the season of the year. **Method of research.** Laboratory diagnostics of blood of 30-, 60- and 90-day old young animals. Anatomical examination of the liver of a bird at the age of

15 weeks (70 carcasses of birds were used), using the decapitation method, histological examination of the liver (19 organs), using a light microscope Carl Zeiss. **Results.** In all seasons of the year, the number of hemoglobin in the blood increases by 14.6 %, red blood cells by 9.4 %, albumins by 15.8 %, high values of white blood cells decrease by 2.5 times, gamma globulins by 19.8 %, bilirubin by 37.3 %, triglycerides by 26.9 %, cholesterol by 34.6 %, and asparagine aminotransferase activity by 27.5 % and alanine at 37.7 %. In young hens under white light, the amount of epicardial fat is less by 13.0–78.1 %, abdominal fat by 30.5–64.9 %, than in birds with monochromatic lamps. Histological examination of the liver of hens containing in any light revealed chronic hepatitis. In birds by white and yellow lighting, the development of the inflammatory process is less pronounced, there is no significant increase in the size of the nucleus and cells of hepatocytes, the expansion of the lumen of blood vessels, the number of lymphoid follicles in the centre and intermediate zone of the liver lobes less is 36.2–55.7 %, than in young hens by green and blue (white-blue) lighting. **Scientific novelty.** The use of white and yellow compact fluorescent lamps with a color temperature of 4500–5500 K and 2800–3000 K, respectively, with a light flux of 400–800 LM in the poultry house, has a weak positive effect on the functional state of the liver of egg chickens during the the period of growing from the daily age to the age of 15 weeks in cells in conditions of gradually decreasing length of daylight hours and light level.

Keywords: lighting, compact fluorescent lamps in white, yellow, green, blue and blue-white, chickens, histology, inflammatory diseases of the liver of chickens.

For citation: Siyanova I. V., Ostyakova M. E. Funktsional'naya kharakteristika pecheni remontnogo molodnyaka yaichnykh kur, vyrashchennykh pri monokhromaticheskom i belom osveshchenii [Functional characteristics of the liver of young egg chickens grown under monochromatic and white lighting] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 78–87. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-78-85. (In Russian.)

Paper submitted: 27.02.2020.

References

1. Kozlova Yu. N., Afonyushkin V. N., Cherepushkina V. S., Khomenko Yu. S., Berezin S. S. Etiologiya i patogenez gepatitov kur [Etiology and pathogenesis of chicken hepatitis] // Pticevodstvo. M.: Avian. 2016. № 10. S. 25-32. (In Russian.)
2. Begum S. A., Upadhyaya T. N., Rahman T., Pathak D. C., Sarma K., Barua C. C., Bora R. S. Hematobiochemical and pathological alterations due to chronic chlorpyrifos intoxication in indigenous chicken // Indian Pharmacol. 2015. No. 47 (2). Pp. 206–211. DOI: 10.4103/0253-7613.153432.
3. Gromova L. N., Gromov I. N., Alaradzi F. S. [et al.] Vliyanie mitofena na biokhimicheskie pokazateli syvorotki krovi tsyplyat, vaktsinirovannykh protiv IBB na fone eksperimental'nogo khronicheskogo polimikotoksikoza [The influence of mitotane on biochemical parameters of blood serum of chickens vaccinated against IBB on the background of experimental chronic Polynicotinate] // Molodoy uchenyy. 2016. No. 6.5. Pp. 63–65. (In Russian.)
4. Dunec' V. Ju., Slivins'ka L. G. Profilaktyka hvorob pechinky u kurej jajechnogo naprjamku produktyvnosti [Prevention of liver diseases in hens of an egg direction of productivity] // Naukovyj visnyk LNUVMBT imeni S. Z. G'zhyc'kogo. 2017. T. 19. No. 73. Pp. 55–60. DOI: 10.15421/nvlvet7312. (In Ukrainian.)
5. Xi-Yao H., Abdur Ansari R., Haibo H., Xing Z., Ning-Ya L., Zhi-Jian S., Ke-Mei P., Juming Z., Hua-Zhen L. Lipopolysaccharide mediates immuno-pathological alterations in young chicken liver through TLR4 signaling // BMC Immunology. 2017. No. 18 (1). Pp. 12. DOI: 10.1186/s12865-017-0199-7.
6. Semenenko M. P., Kuz'minova E. V., Tyapkina E. V. Profilaktika patogeneticheskikh izmeneniy gepatobiliarnoy sistemy ptitsy kak sposob povysheniya kachestva pecheni tsyplyat-broylerov [Prevention of pathogenetic changes in the poultry hepatobiliary system as a way to improve the liver quality of broiler chickens] // Sbornik nauchnykh trudov KNTsZV. 2019. T. 8. No. 1. Pp. 172–177. (In Russian.)
7. Yurina A. S., Merzlenko R. A. Morfologicheskie izmeneniya v timuse, selezenke i pecheni kur-nesushek posle primeneniya biologicheski aktivnoy dobavki "Vigoton" [Morphological changes in the thymus, spleen, and liver of laying hens after the application of biologically active additive "Vigoton"] // Uchenye zapiski Kazanskoy gosudarstvennoy akademii veterinarnoy meditsiny im. N. E. Baumana. 2019. Vol. 1. Iss. 237. Pp. 203–208. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-237-1-203-207. (In Russian.)
8. Sadrzadeh A., Brujeni G. N., Livi M., Nazari M. J., Sharif M. T., Hassanpour H., Haghighi N. Cellular immune response of infectious bursal disease and Newcastle disease vaccinations in broilers exposed to monochromatic lights // African Journal of Biotechnology. 2013. Vol. 10 (46). Pp. 9528–9532. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB>. DOI: 10.5897/AJB11.724.
9. Gongruttanun N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens // Poultry of Sciences. 2011. No. 90 (12). Pp. 2855–2863. DOI: 10.3382/ps.2011-01652.
10. Nara Kim, Sang-rak Lee, Sang-Jin Lee. Effects of light color on energy expenditure and behavior in broiler chickens // Asian-Australasian journal of Animal Sciences (AJAS). 2014. No. 27 (7). Pp. 1044–1049. DOI: 10.5713/ajas.2012.12425.
11. Filippov V. G. Vliyanie svetovogo opticheskogo diapazona na nejroimmunnoendokrinnyj gomeostaz [The influence of the light of optical range on neuroimmune endocrine homeostasis] // Biologiya. 2014. No. 8. P. 6. (In Russian.)

12. Lingbin Lu., Lee D., Gilbert E. R., Cihai Xiao, Ming Xiaoling Zhao, Yan Wang [at all]. The effect of monochromatic light on the expression of estrogen receptors (ER) and progesterone receptors (PR) in ovarian follicles of the hen // PlosOne. Biochemistry. 2015. No. 10 (12). Pp. 1012–1015. DOI: 10.1371/journal.pone.0144102.
13. Mudhar A. S. Abu Tabeekh. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers // Donnish Journal of Agricultural Research. 2016. Vol. 3 (2). Pp. 008–012. <http://www.donnishjournals.org/djar>.
14. Dishon L., Avital-Cohen N., Zaguri S., Bartman J., Heiblum R., Druyan S., Porter T. E., Gumulka M., Rozenboim I. In-ovo green light photostimulation during different embryonic stages affect somatotropic axis // Poultry Science. 2018. No. 97 (6). Pp. 1998–2004. DOI: 10.3382/ps/pey078.
15. Ma S., Wang Z., Cao J., Dong Y., Chen Y. Effect of monochromatic light on circadian rhythm of clock genes in chick pinealocytes // Photochem Photobiol. 2018. Voil. 94. Iss. 6. Pp. 1263–1272. DOI: 10.1111/php.12963.
16. Sabuncuoglu K. M., Korkmas F., Gurcan E. K., Narinc D., Samli H. E. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on some performance traits, behavior, and fear responses in Japanese quails // Poultry Science. 2018. No. 97 (7). Pp. 2385–2390. DOI: 10.3382/ps/pey105.
17. Kondrakhin I. P. Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics]. Moscow : Kolos, 2004. 520 p. (In Russian.)
18. Sadovnikov N. V., Pridybaylo N. D., Vereshchak N. A. Obschie i spetsial'nye metody issledovaniya krovi ptits promyshlennykh krossov [General and special methods for studying the blood of birds of industrial crosses]. Ekaterinburg : Ural'skaya GSKhA – Saint-Petersburg : NPP "AVIVAK". 2009. 85 p. (In Russian.)
19. Avtandilov G. G. Meditsinskaya morfometriya. Rukovodstvo [Medical morphometry. Guide]. Moscow : Meditsina, 1990. 384 p. (In Russian.)
20. Midlton M. P. Analiz statisticheskikh dannykh s ispol'zovaniem Microsoft Excel dlya Office XP [Analyze statistical data using Microsoft Excel for Office XP] / Translate from English ; under the editorship of G. M. Kobel'kov. Moscow : BINOM. Laboratoriya znaniy, 2005. 296 p. (In Russian.)
21. Koshchaev A. G., Vinogradova E. V., Usenko V. V. Vozrastnye izmeneniya massy vnutrennikh organov remontnogo molodnyaka yaichnykh kur v usloviyakh promyshlennoy immunoprofilaktiki [Age-related changes in the mass of internal organs of repair young egg chickens in the conditions of industrial immunoprophylaxis] // Veterinaria Kubani. 2015. No. 1. Pp. 23–27. (In Russian.)

Authors' information:

Irina V. Siyanova¹, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-6183-8320, AuthorID 682099; +7 914 562-3012, dalznivilabbiohim@mail.ru

Marina E. Ostyakova¹, doctor of biological sciences, chief researcher, ORCID 0000-0002-2996-0991, AuthorID 680547; +7 924 678-4193, most-68@bk.ru

¹ Far Eastern Zonal Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk, Russia

Improving government support for small agribusiness due to the COVID-19 coronavirus pandemic

A. A. Alekseev^{1✉}, O. A. Ruschitskaya², V. N. Lavrov², N. A. Yurchenko²

¹ Surgut State University, Surgut, Russia

² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: break-fast@mail.ru

Abstract. Purpose of the study is improving the mechanism of state regulation of agricultural producers, due to the need to overcome the pandemic and prevent the recurrence of similar scenarios in the future. The object of research is an agricultural producer, belonging to the category of small business. The subject of the study is the relationship between the object of study and the state represented by government bodies and institutions involved in the provision of state support that may arise in the process of overcoming the consequences of the COVID-19 pandemic. **Research Methods.** A theoretical analysis was used to identify threats from the coronavirus pandemic to agriculture and the agro-industrial complex as a whole. Comparison as a method of cognition was used when comparing the requirements of small businesses for state support and measures actually taken by the government. A systematic approach and modeling were used to summarize the experience of the functioning of the economy in a pandemic and to create patterns of behavior of small agribusiness entities. The method of scientific abstraction made it possible to present the most probable state of small business in the agro-industrial complex, depending on the provision or refusal of state regulatory influence on the economy in order to eliminate the damage caused by the pandemic. The rule of combining historical and logical in their unity allowed us to look at the coronavirus pandemic not as a unique phenomenon in the history of modern economics, but as a negative phenomenon that will potentially be reproduced in the future and the logic of counteraction which requires active intervention at the state level, and in the future - generalization, analysis and improvement of the experience gained. The theoretical and methodological basis of the study is composed of statistical data on the state of the world economy, consumption, unemployment, publications of news agencies and government officials on measures taken to deal with the consequences of the pandemic, existing programs for the development of the digital economy, as well as publications of leading scientists in the agricultural sector on digital problems economics. **Results.** Within the scope of this study, there were characterized the most negative consequences of the pandemic for the agro-industrial complex, there was carried out the analysis of announced and already taken measures to support entrepreneurship and were described behavior models of small agribusiness entities in the current situation. **Scientific novelty.** The authors have developed a new method for the rapid diagnosis of a small agribusiness subject, claiming to receive state support for regional and industry programs.

Keywords: pandemic, coronavirus, agribusiness, digital economy, government support, government regulation.

For citation: Alekseev A. A., Ruschitskaya O. A., Lavrov V. N., Yurchenko N. A. Improving government support for small agribusiness due to the pandemic of the coronavirus COVID-19 // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 86–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-86-90.

Paper submitted: 08.04.2020.

Introduction

The digital transformation of the Russian economy at the time of the onset of the COVID-19 coronavirus pandemic was in an active phase, but was not completed. The pandemic damage has affected almost all sectors of the economy. The agricultural sector was no exception.

In such conditions, there was an objective need to improve the mechanism of state regulation of the economy, to improve the selection procedure for small agribusiness entities - potential recipients of state support. At the same time, not all representatives of small business behaved adequately to the current situation. Models of their behavior need to be generalized in order to select the most effective and suitable for providing limited state support.

Methods

The purpose of the study is to improve the mechanism of state regulation of agricultural producers, due to the need to overcome the pandemic and prevent the recurrence of similar scenarios in the future.

The logic of the study required solving the following problems: to highlight and describe the most threatening to the agro-industrial complex consequences of the coronavirus pandemic, analyze the declared and already taken measures to support entrepreneurship, identify typical patterns of behavior of small agribusiness entities in the current situation and, based on the above, develop a new method for express diagnostics of a small agribusiness entity that claims to receive state support within the scope of regional and industry programs.

It is important to understand that from an economic point of view, it is not the coronavirus itself that poses the threat, but the reaction to it. Viral infection is not able to harm physical capital, and the change in supply on the labor market (at the current level of morbidity and mortality) is at the level of statistical error. At the same time, certain agricultural sectors temporarily lost the cheap labor of labor migrants, the movement of which was actually suspended. In general terms, the greatest threat to the agro-industrial complex is represented by individual measures to counteract the spread of coronavirus, as well as changes in consumer behavior.

The fall in demand for agricultural products caused by a decrease in the purchasing power of consumers. The China Caixin Services Purchasing Managers Index (PMI), which is based on sales, employment, inventory, and prices of more than 400 private companies, was 26.5 for the first time in 15 years, although it usually did not fall below 50 points [1]. A similar drop in consumption is observed in the world's largest US market. A fall in entrepreneurial income means lower wages and higher unemployment. This, in turn, means a significant reduction in consumer spending, including retail, cafes and restaurants, home delivery. For large agricultural holdings, this will lead to a decrease in sales volumes and a drop in profits, which will negatively affect their activities, but it hardly means bankruptcy. For a small agribusiness that operates with a small amount of working capital and has virtually no strategic reserves, a significant drop in sales can lead to loss of business, ruin and, therefore, to its liquidation.

Deteriorating credit conditions. One of the results of the pandemic is the deterioration of global economic growth forecasts developed by international organizations and rating agencies. For example, the Organization of Economic Co-operation and Development lowered the forecast for global economic growth from 2.9% to 2.4% [2]. In such circumstances, banks are moving to a more restrained lending policy, which means an increase in interest rates and a decrease in the volume of loans. This will lead to a slowdown in the technical re-equipment of agricultural producers and the inability to quickly replace failed equipment with new one. The introduction of new digital technologies in the face of the impossibility of borrowing is also at risk.

Gaps in production and supply chains. As a result of movement restrictions, the delivery time of fertilizers, pesticides, agricultural equipment and components for it slowed down. The seasonal movement of labor migrants is also impossible. Restrictions in this area can be maintained by governments of different countries for an indefinite period even after the actual end of the pandemic.

Tourism reduction. Tourism is one of the largest sectors of the world economy with a huge number of people employed in this area. The restrictions imposed on freedom of movement and the number of people simultaneously staying in one place led to huge losses for the restaurant, hotel and transport business. Even after the restrictions are lifted, many people will be wary of visiting other countries and regions because of the risk of infection. In such conditions, there arise objective prerequisites for the development of local tourism, including rural tourism. It is believed that the development of rural tourism leads to the creation of new jobs, additional opportunities for

income in rural areas and thereby reduces the outflow of active population to cities [3, p. 12].

But existing agro-tourism facilities and rural infrastructure may not cope with the increase number of tourists. Consequently, there is a need for state support of agritourism and an increase in the cost of developing rural infrastructure.

Various measures to support entrepreneurship have been declared and implemented to counteract the negative consequences of the coronavirus pandemic.

The President of the Russian Federation V.V. Putin set specific tasks to support business:

- provide a deferral for all taxes, with the exception of VAT, for six months for medium and small enterprises;
- for enterprises that find themselves in a difficult situation, there is introduced a six-month moratorium on filing applications from lenders to recover fines;
- the government is tasked with monitoring the situation and expanding the list of industries in need of support;
- reduce insurance premiums for small and medium-sized enterprises to 15 % if the salary of employees is above the minimum wage [4].

Prime Minister M. V. Mishustin signed an order of the Government of the Russian Federation dated March 18, 2020 [5], according to which the Federal Tax Service, the Ministry of Finance, the Ministry of Economic Development, the heads of the highest executive bodies of state power of the constituent entities of the Russian Federation and the Central Bank must implement a number of measures aimed at providing a deferment in the payment of taxes and insurance contributions in respect of business entities from industries, most affected by coronavirus infection.

It is also necessary to prepare a procedure for introducing a moratorium on filing bankruptcy petitions against persons who are in arrears to budget organizations.

Sberbank of Russia will transfer loan payments for borrowers most affected by the coronavirus industries. The program provides the transfer of payments in the second quarter of 2020 to a period of October 1, 2020, and for hotel and retail real estate clients, who have felt the consequences of the pandemic most severely, until the termination of the loan agreement [6]. The support program from Sberbank extends to services, rental of hotel and retail real estate, trade, work of educational institutions, sports, culture and art.

The Bank of Russia has announced its intention to implement a number of measures aimed at the activities of credit organizations. Until September 30, 2020, it is planned to redistribute the regulatory impact on credit organizations working with travel and transportation companies, manufacturers of medicines and medical equipment. Credit organizations have the right not to change the rating of the quality of loan servicing, regardless of the financial situation of borrowers from these sectors [7].

The Ministry of Agriculture has developed a number of measures aimed at restricting the export of cereal crops. A quota of 7 million tons was established for the export of wheat and meslin, rye, barley and corn, with the exception of seeds of grain crops, for a period from April 1 to June 30, 2020. Preparations are underway for commodity interventions, taking into account the established price caps for 2020–2021 [8].

On the part of the business community, the requirements for the content of measures to support small businesses were formulated by Anastasia Tatulova [9], the founder of the “AnderSon” family cafe network:

- interest-free loans and subsidies for businesses after quarantine for a year;
- exemption from payment of cadastral tax and land tax to lessors who have lost their rent;
- credit amnesty for entrepreneurs of all affected sectors that previously had no late payments;
- cash grants for small and medium-sized businesses to pay rent;
- guarantees of non-use by the state of punitive measures for the actions of entrepreneurs aimed at overcoming the current crisis situation;
- changes in tax regimes for affected industries;
- VAT up to a maximum of 10% for all affected industries.

These measures relate to two areas of support: direct (in the form of gratuitous financial assistance) and indirect (in the form of tax regulation). In our opinion, these measures are redundant. Moreover, they distort the very essence of entrepreneurial activity and the market mechanism. An entrepreneur is personally responsible for his decisions, and if he has not prepared his business for a change in the economic situation, then he is an inefficient entrepreneur and must leave the market. In February 2020, Russian entrepreneurs, instead of preparing for a pandemic, bought premium cars whose sales grew by 16% [10]. State support of these particular entrepreneurs is detrimental to the business environment as a whole.

Small business is inherently highly risky; the process of the emergence of new entities and the disappearance of old ones is a specific feature of a market economy. The task of the state, according to the authors, is not to support specific entrepreneurs at all hazards. The development strategy of small and medium-sized enterprises in the Russian Federation [11] involves the development of primarily mass and high-tech entrepreneurship by creating conditions for their optimal development. Based on this, the authors believe that the regulatory influence of the state on the market, even in a pandemic, should be carried out in accordance with the *laissez faire* principle. The main directions of state participation in saving the economy should be the transformation of mechanisms for providing state support and improving market infrastructure, taking into account new challenges. The pandemic in this particular case has become a trigger for the long overdue transformations of the economic system.

Results

The digital transformation of the Russian economy, carried out as part of the national program “Digital Economy of the Russian Federation” [12], gave a powerful impetus to the development of the domestic economy, comparable to the industrialization of the 1930s. The purpose of the departmental project “Digital Agriculture” is the digital transformation of agriculture through the introduction of digital technologies and platform solutions to ensure a technological breakthrough in the agricultural sector and to achieve productivity growth in “digital” agricultural enterprises [13]. It also postulated specific tasks, the solution of which is necessary to achieve this

goal, and the need for government support is recognized, for example, by introducing the SMART-contract system [14, p. 47].

The current situation in the world can be described as stressful. Perhaps such assessment is even too soft. Even if this stress does not escalate into a global economic crisis, changes must be made in Russian economic policy aimed at increasing its stress resistance in similar situations. In particular, approaches to the provision of state support for small business and youth entrepreneurship in the agricultural sector should change. The priority of providing state support should not be assistance to specific business entities, but the regulatory impact on the agricultural products market in order to digitally transform it. Summarizing the experience of the economy functioning in a pandemic, the authors identified several patterns of behavior of small agribusiness entities:

1) the “depressive” model is characterized by the suspension of business activity or doing business in violation of the restrictions and prohibitions. The functioning of a small business within the framework of this model with a high degree of probability leads to bankruptcy as a result of losses or fines;

2) “passive-aggressive” model, when the entrepreneur does not independently try to save his business, but requires help from society and the state;

3) the “survival” model, in which the business loses the profit received earlier from traditional sales, but tries to organize remote reception of orders (via phone and social networks) and delivery of goods (by couriers, taxi, transport companies);

4) the “lucky” model, which includes small businesses that were initially focused on digital commerce, received an unexpected increase in the number of orders and strengthened their market position;

5) the “transformer” model, which describes the activities of enterprises that practiced traditional and online business activity before the pandemic and compensated for losses due to digital sales of products.

The authors believe that the regulatory impact of the state on the agro-industrial complex in the interests of overcoming the pandemic and preventing the recurrence of similar scenarios in the future should be as follows:

- state support for small agribusiness entities operating within the framework of “surviving”, “lucky” and “transforming” models;

- refusal to support “depressed” and “passively aggressive” small agribusiness entities as unpromising;

- development of digital infrastructure in order to stimulate the transition of entrepreneurs to modern formats of conducting agribusiness;

- digital transformation of state support mechanisms, ensuring their smooth functioning even in adverse conditions;

- tightening control over the provision of state support funds in connection with the predicted deterioration of key macroeconomic indicators and the upcoming correction of the state budget.

As a result of the study, the authors developed a new method for express diagnostics of a small agribusiness subject, claiming to receive state support in the framework of regional

Table 1

Express diagnostics of a small agribusiness subject applying for state support

No.	Evaluation Criterion	Rating score		
		2 points	1 point	0 points
1	Does the enterprise need the work of foreign citizens (labor migrants)?	No (not needed)	Needed, but not required	Is required
2	Is remote reception and processing of orders possible?	Yes (online)	Yes, as you access the database	No
3	Can an entrepreneur arrange delivery of products to consumers?	Yes (on my own)	Yes, with the involvement of transport companies	No
4	Can an enterprise conduct financial activities through online banking?	Fully capable of switching to cashless payments	Yes, but there are technical limitations	Cash critical
5	Does the product packaging meet the new sanitary and epidemiological requirements?	Above the requirements of state standard and can be further improved on existing equipment	Above state standard requirements	Meets the requirements of state standard
6	Is the product of interest for public procurement?	Yes	Yes, in some cases	No
7	Can the company in a short time reorient to the release of socially significant products?	Yes, in a short time	Yes, in the medium term	No, or conversion is not practical
8	Is this enterprise able to maintain the volume of production necessary for consumers under conditions of restrictions on the import of equipment, components, raw materials and technologies?	Yes	Yes, with loss of quality and/or quantity of products	No
9	Is production of an enterprise important for ensuring food security in Russia?	Yes	No, but the company is able to switch to the production of important products	No
10	Is an enterprise able to exist without government support?	Yes, but support is needed at this stage	Maybe	No, or high risk of business disruption

Table 2

Interpretation of the results of express diagnostics of a small agribusiness subject applying for state support

No.	Rating, points	Recommendation
1	0–5	State support not recommended
2	6–10	State support is provided only in the case of a large number of unallocated means of support
3	11–15	Government support recommended
4	16–20	State support is given priority

and industry programs. Express diagnostics can be carried out by employees of the regional ministry (department) of agriculture, responsible for the distribution of state support funds, on their own or with the involvement of external experts.

According to the results of express diagnostics, a small agribusiness entity can score from 0 to 20 points. Interpretation of the results of rapid diagnosis are presented in table 2.

The authors are aware that certain criteria have not previously been applied to small businesses. Their use became possible just after the pandemic was announced. World experience has shown that even a little help that an individual small business can provide is important and appropriate if it serves to preserve human life.

Discussion and Conclusion

The COVID-19 pandemic caused significant damage to the global economy, and the agro-industrial complex did not stand aside. Agriculture temporarily lost cheap labor (labor migrants), and a huge number of consumers were left without

livelihoods, which led to a sharp reduction in demand for agricultural products. In such circumstances, the eternal discussion about the need for state intervention in the economy was replaced by disputes about specific forms and methods of state support.

The authors previously proposed the introduction of a new direction of indirect regulation of the agro-industrial complex in the interests of the development of youth entrepreneurship, taking into account the spread of digital technologies and the need for their accelerated development by the agricultural sector – the digital transformation of government support mechanisms. In our opinion, this direction does not lose its relevance. Under the conditions of the pandemic, the regulatory impact of the state should be strengthened by measures to support entrepreneurs who have proven their effectiveness in crisis situations – farmers, agricultural engineers, and enthusiasts of the digital economy.

References

1. China Caixin Services Purchasing Managers Index (PMI) [e-resource]. URL: <https://www.investing.com/economic-calendar/chinese-caixin-services-pmi-596> (appeal date: 04.04.2020).
2. Leading indicators and tendency surveys. Release of OECD [e-resource]. URL: <http://www.oecd.org/sdd/leading-indicators> (appeal date: 04.04.2020).

3. Sel'skiy turizm kak sredstvo razvitiya sel'skikh territoriy: metodicheskoe posobie [Rural tourism as a means of rural development: methodological manual] / I. V. Lebedeva, S. L. Kopylova. Moscow : ARSI, 2018. 164 p. (In Russian.)
4. Putin V. V. Obrashchenie k grazhdanam Rossii [An appeal to the citizens of Russia] [e-resource] // Official site of the President of Russia. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63061> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
5. Poruchenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 18 marta 2020 goda [The order of the Government of the Russian Federation of 18 March 2020] [e-resource] // Official site of the Government of Russia. URL: <http://government.ru/orders/selection/401/39204> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
6. Sberbank pereneset platezhi po kreditam dlya naibolee postradavshikh otrasley [Sberbank will transfer loan payments for the most affected sectors] [e-resource] // Interfax: news. URL: <https://www.interfax.ru/business/700904> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
7. Kommentariy Banka Rossii o vremennykh regulyatornykh poslableniyakh dlya bankov v svyazi s rasprostraneniem koronavirusa [Comment of the Bank of Russia on temporary regulatory exemptions for banks in connection with the spread of coronavirus] [e-resource] // Official site of The Central Bank of Russian Federation. URL: <http://cbr.ru/Press/event/?id=6485> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
8. Pravitel'stvo RF odobriilo predlozheniya Minsel'khoza Rossii o vvedenii kvoty na eksport zerna [The Government of the Russian Federation approved the proposals of the Ministry of Agriculture of Russia on the introduction of quotas for grain export] [e-resource] // Official site of Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <http://mcx.ru/press-service/news/pravitelstvo-rf-odobriilo-predlozheniya-minselkhoza-rossii-o-vvedenii-kvoty-na-eksport-zerna> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
9. Tatulova A. "Nam ostalos' neskol'ko nedel'": kak koronavirus ubivaet malyy biznes v Rossii ["We have a few weeks left": how the coronavirus kills small businesses in Russia] [e-resource] // Forbes.ru. URL: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/395715-nam-ostalos-neskolko-nedel-kak-koronavirus-ubivaet-malyy-biznes-v-rossii> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
10. Rossiyskiy rynek premial'nykh avtomobiley v fevrale vyros na 16 % [The Russian market for premium cars in February grew by 16 %] [e-resource] // Analytic Agency "Autostat". URL: <https://www.autostat.ru/news/43247>. (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
11. Strategiya razvitiya malogo i srednego predprinimatel'stva v Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda (utv. rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 2 iyunya 2016 g. No. 1083-r) [The development strategy of small and medium-sized enterprises in the Russian Federation for the period until 2030 (approved by the order of the Government of the Russian Federation of 2 June 2016 No. 1083-r)] [e-resource] // Garant.ru. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71318202> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
12. Natsional'naya programma "Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii" [The national program "Digital Economy of the Russian Federation"] [e-resource]. URL: <https://digital.ac.gov.ru> (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
13. Vedomstvennyy proekt "Tsifrovoe sel'skoe khozyaystvo" [Departmental project "Digital Agriculture"] [e-resource] // Official site of Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: http://mcx.ru/upload/iblock/900/900863_fae-06c026826a9ee43e124d058.pdf (appeal date: 04.04.2020). (In Russian.)
14. Voronin B. A., Loretz O. G., Mitin A. N. [et al.] K voprosu o tsifrovizatsii rossiyskogo sel'skogo khozyaystva (obzor informatsionnykh materialov) [On the issue of digitalization of Russian agriculture (review of information materials)] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 2 (181). Pp. 46–52. DOI: 10.32417/article_5cb0b27b458600.04669366. (In Russian.)
15. Rushchitskaya O. A. O vliyaniy tekushchego krizisa na razvitie rossiyskogo prodovol'stvennogo rynka [On the impact of the current crisis on the development of the Russian food market] // Agrarian Russia. 2016. No. 6. Pp. 29–33. DOI: 10.30906/1999-5636-2016-6-29-33. (In Russian.)
16. Latypov R. T., Maleykina G. P., Ruchkin A. V. Effektivnost' podderzhki krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv v regione [The efficiency of support of peasant (farm) farms in the region] // Bulletin NGIEI. 2019. No. 9 (100). Pp. 109–118. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr A. Alekseev¹, postgraduate, ORCID 0000-0001-7984-0085, AuthorID 704706; break-fast@mail.ru

Olga A. Rushchitskaya², doctor of economics, associate professor, head of the department of management and economic theory, ORCID 0000-0002-6854-5723, AuthorID 518696; ifm15@mail.ru

Vladimir N. Lavrov², doctor of economics, professor, professor, department of management and economic theory, ORCID 0000-0003-0990-2038, AuthorID 848398

Nadezhda A. Yurchenko², candidate of law, associate professor, department of management and economic theory, ORCID 0000-0001-7836-1592, AuthorID 1040037

¹ Surgut State University, Surgut, Russia

² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Состояние и некоторые динамические и товарно-институциональные тенденции экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР в 2005–2018 гг.

А. В. Гятов¹, С. А. Богацкая², М. Х. Життеева^{1,2}

¹ Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, Нальчик, Россия

² Министерство экономического развития Кабардино-Балкарской Республики, Нальчик, Россия

✉ E-mail: r3bizengin@mail.ru

Аннотация. Сельское хозяйство Кабардино-Балкарии входит в число наиболее развитых в России. Оно же является системообразующей отраслью региональной экономики с огромными ресурсами и потенциалом. В то же время в последние годы наблюдается замедление роста в отрасли. Причину последнего видят в исчерпании возможностей существующей модели росторазвития. Поэтому будущий рост в отрасли связывают с переходом на новую модель, акценте на развитие новых секторов и сегментов. Среди важного сегмента отрасли выступает экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Однако экспорт сильно связан с производственно-отраслевой специализацией национального хозяйства. Считается перспективным развивать новые конкурентные преимущества на базе уже существующих. За счет экспортного сегмента не только осуществляют приток иностранной валюты, но и производят модернизацию отрасли. Однако для этого, как оказывается, должна быть достаточной доля экспорта как в ВРП, так и в валовой продукции отрасли или определенного сектора национального хозяйства. В настоящее время доля экспорта в валовой продукции сельского хозяйства в КБР за период с 2010 по 2018 гг. не превышала 2 %. Практика показывает (а теория подсказывает), что этого недостаточно для эффективного развития как самого экспортного сегмента в национальном хозяйстве КБР и его АПК, так и для развития сельского хозяйства и АПК региона. **Цель работы** – выявить основные товарно-технологические и коммуникационно-логистические тенденции в развитии продовольственного экспорта КБР, на основании чего разработать мероприятия по повышению уровня экспорта и стимулированию экспортного потенциала в региональном АПК. В исследовании использован комплекс аналитических (индексный, корреляционный, дисперсионный) и дескриптивных методов. **Результаты:** выявлены, формализованы и квантифицированы связи между различными секторами и сегмента АПК и экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. **Новизна** полученных результатов заключается в выявлении «эмпирических тенденций» в реализации экспортного потенциала АПК КБР, с помощью которых производится коррекция одного из основных положений современной стратегии экспортного развития, состоящего в наращивании экспорта традиционной продукции. В отличие от последнего наше предложение заключается в формировании новых рынков, коммуникаций и логистики, а также цепочек ценностей с удлиненными и сосредоточенными в регионе центрами этих цепочек. Данное положение позволяет сформировать «экспортноориентированную платформу» в региональной экономике.

Ключевые слова: сельское хозяйство, Кабардино-Балкарская Республика, экспортный сегмент, экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья.

Для цитирования: Гятов А. В., Богацкая С. А., Життеева М. Х. Состояние и некоторые динамические и товарно-институциональные тенденции экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР в 2005–2018 гг. // Аграрный вестник Урала. 2020. № 04 (195). С. 91–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-91-100.

Дата поступления статьи: 06.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Сельское хозяйство и весь агропродовольственный (и агропромышленный) комплекс Кабардино-Балкарской Республики относится к одному из наиболее развитых технологически, организационно, а также институционально на Северном Кавказе и в России [10, с. 3]. С помощью сосредоточенного материального, технического, технологического и трудового потенциала сельским хозяйством и

АПК КБР в 2018 г. было произведено 49 384,7 млн рублей продукции, что составляет свыше 35,1 % от ВРП. В то же время замечается, что как доля, так и динамика роста валовой продукции сельского хозяйства имеют тенденцию к снижению. В связи с этим ведется активный поиск источников и механизмов, позволяющих повысить макроэкономические показатели сельского хозяйства. Одним из таких важных проверенных на практике источников выступает

развитие экспортного потенциала территории. В 2018 г. объем экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР составлял 17,7 млн долларов (или 1227,4 млн рублей по курсу 2018 г.), что составляет около 2,5 % стоимости валовой продукции сельского хозяйства. В то же время доля экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР в 2018 г. составляла 49,5 % (хотя годом ранее 73,6 %) в общем объеме экспорта. Но при этом следует указать, во-первых, на сильные колебания ее по годам, во-вторых, отсутствие четких устойчивых долгосрочных тенденций. Но только развитый экспортный сектор может выступить реальным драйвером регионального АПК. В настоящее время ведется поиск источников, инструментов и механизмов роста регионального сельского хозяйства и всего регионального АПК в контексте углубления интеграции и стимулирования экспорта готовых товаров и сырья. Статья посвящена выявлению основных динамических и структурных тенденций в развитии через углубление и расширение агропродовольственной интеграции экспортного сектора кабардино-балкарского АПК, поиску мер по стимулированию его развития и повышению отдачи от него как для АПК, так и для всей экономики КБР.

Методология и методы исследования (Methods)

Теоретико-методологическая основа экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на сегодня хорошо отработана и представляет собой органическую часть более общей теоретико-методологической основы внешней торговли. Базовые положения теории и методологии были сформулированы еще в XIX в. в известном принципе сравнительного преимущества Рикардо [11], уточненном и дополненном в XX в. теоремой Хекшера – Олина – Самуэльсона, [12, 17], а затем модифицированном с учетом трансакций, экологии, коммуникаций, логистики и институтов [7, 9, 14–17]. В то же время имеются некоторые особенности, касающиеся продовольственных товаров и сельскохозяйственной продукции [1, 2, 3, 4, 5, 13]. В целом теоретико-методологический континуум экспорта агропродовольственного сектора вполне устойчив и институционализирован в положениях, лежащих в основе функционирования ГАТТ/ВТО [19]. По-видимому, с определенной корректировкой существующие положения могут выступить теоретической и методологической основой региональных систем [4, 5, 6].

Методы. В исследовании используется комплекс аналитических и дескриптивных методов, позволяющих выявить, формализовать и квантифицировать имеющиеся экономические, организационные, технологические и институциональные связи между различными секторами и сегмента АПК и экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Среди аналитических методов акцент сделан на корреляционно-регрессионном и индексном, позволяющих квантифицировать связь, определить пропорции между различными секторами и сегментами. Среди дескриптивных внимание уделяется описанию полученных зависимостей, выявленным тенденциям и пропорциям. Основной задачей является интерпретация полученных расчетов.

Эмпирическую базу исследования составляют данные официальной статистики, систематизированные в статистических сборниках ФСГС России (Росстат), его территориальном отделении по КБР (ТО ФСГС Кабардино-Балкариястат), данных министерств и ведомств Кабардино-Балкарской Республики (Министерство сельского хозяйства, Министерство экономического развития, Министерство финансов), данные Российского экспортного центра, Северо-Кавказского таможенного управления, а также выборочные обследования авторов, которые проводились с 2005 г.

Результаты (Results)

Концепция экспортоориентированной интеграции сельского хозяйства получила достаточно удовлетворительное изложение в современной мировой и отечественной литературе и хозяйственной практике. В то же время на региональном уровне она не получила сколько-нибудь значимого теоретического и проектного приложения. Чаще всего экспортное развитие видят в наращивании экспорта традиционной продукции. Иногда к этому подключают новые продуктовые сегменты и тем самым расширяют экспортный потенциал региональной экономики. Однако при этом не замечают, что таким путем формируют кризис в региональном хозяйстве, т. к. любые изменения в мировой (внешней) конъюнктуре ведут к кризису данных секторов, а через них также и смежных с ними. Поэтому правильное направление заключается в формировании новых:

- 1) рынков, что связано в первую очередь с новыми потребителями,
- 2) коммуникаций и логистики,
- 3) цепочек ценностей с удлиненными и сосредоточенными в регионе центрами этих цепочек.

В результате мы имеем развитую экспортоориентированную платформу в региональной экономике, которая отличается относительной самостоятельностью и в которой взаимосвязаны различные (желательно все) отрасли и производства последней.

Однако любое проектирование новых секторов в существующей экономической системе может быть эффективным и рациональным лишь после анализа состояния, выявления основных динамических и структурных, технологических, организационных, институциональных и прочих тенденций, которые сложились в данной системе, а для экспортоориентированной платформы – также и за ее пределами. В связи с этим проведем анализ состояния и основных тенденций экспортного потенциала сельского хозяйства и АПК КБР за тот период, когда эти тенденции проявились и являются устойчивыми.

По данным официальной статистики доля экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья (группы 1–24) в среднем за период с 2010 по 2018 гг. составляла почти 48 %. В среднем ежегодно с 2010 по 2018 гг. КБР экспортировала продовольствия и сельскохозяйственного сырья на сумму свыше 10,4 млн долларов, а импорт – 11,6 млн долларов. А в 2018 г. экспорт продовольствия и сельхозсырья составил около 17,7 млн долларов. Правда, были годы (например, 2005 г.), когда экспорт составлял всего 1,4 млн долларов и до 2010 г. не

превышал 4,0 млн долларов. Таким образом, экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья выступают определяющим товарным сегментом внешней торговли КБР, но доля данной группы товаров в общем объеме экспорта КБР хотя и имеет высокий уровень, но

неустойчива в динамике. Кроме того, неоднозначно его соотношение с валовой продукцией сельского хозяйства и объемом произведенных продовольственных товаров в КБР.

Таблица 1

Соотношение объема экспорта и импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, объема продукции сельского хозяйства и объема произведенных продовольственных товаров в КБР за период 2005–2018 гг.*

Годы	Объем продукции сельского хозяйства; млн руб.	Объем производства продовольственных товаров; млн руб.	Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье с учетом реального курса национальной валюты; млн руб.	
			Экспорт	Импорт
2005	13 581	3 826,2	39,6	50,9
2010	24 136	10 799,5	106,3	276,3
2011	27 738	14 129,0	170,2	760,2
2012	30 286	21 383,2	177,1	462,9
2013	32 699	11 387,5	276,8	321,4
2014	34 330	14 553,9	527,8	356,9
2015	38 992	24 020,5	697,6	357,9
2016	43 697	21 933,0	1 197,5	655,6
2017	45 570,2	18 467,9	1 026,6	758,3
2018	49 384,7	20 445,2	1 227,4	1 139,9
В среднем за период 2005–2018 гг.	34 041,4	16 095	544,7	514
Темпы роста 2018 к 2005 гг., %	363,6	534,3	3 099,5	2 239,5
Темпы роста 2018 к 2010 гг., %	204,6	189,3	1 154,7	412,6
Среднегодовые темпы роста за период 2005–2018 гг., %	115,4	120,5	146,5	141,3

* Таблица составлена на основании данных «Регионы России. Социально-экономические показатели» за соответствующие годы. М.: Росстат, 2006–2018.

Table 1

The ratio of exports and imports of food and agricultural raw materials, agricultural output and food produced in the CBD for the period 2005–2018

Years	Agricultural output, mln rub.	Food production, mln rub.	Food and agricultural raw materials, taking into account the real exchange rate of the national currency, mln rub.	
			Export	Import
2005	13 581	3 826.2	39.6	50.9
2010	24 136	10 799.5	106.3	276.3
2011	27 738	14 129.0	170.2	760.2
2012	30 286	21 383.2	177.1	462.9
2013	32 699	11 387.5	276.8	321.4
2014	34 330	14 553.9	527.8	356.9
2015	38 992	24 020.5	697.6	357.9
2016	43 697	21 933.0	1 197.5	655.6
2017	45 570.2	18 467.9	1 026.6	758.3
2018	49 384.7	20 445.2	1 227.4	1 139.9
On average for the period 2005–2018	34 041.4	16 095	544.7	514
Growth rates 2018 to 2005, %	363.6	534.3	3 099.5	2 239.5
Growth rates 2018 to 2010, %	204.6	189.3	1 154.7	412.6
Average annual growth rate for 2005–2018, %	115.4	120.5	146.5	141.3

* The table is based on the data "Regions of Russia. Socio-economic indicators" for the relevant years. Moscow: Rosstat, 2006–2018.

Согласно приведенным данным за период с 2010 по 2018 гг. экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья вырос более чем в 11,5 раза, а рост валовой продукции сельского хозяйства составил всего лишь 2,0 раза, объем производства продовольственных товаров – около 1,9 раза. Кстади, импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья вырос за этот период более чем в 4,1 раза. Таким образом, объем экспорта кратно опережал объем производства сельхозпродукции, а также продовольственных товаров и импорта. Если обобщить девятилетнюю (2010–2018 гг.) динамику, используя среднегодовые темпы роста, то окажется, что темпы роста экспорта выше, чем валовой продукции и производства продовольственных товаров: соответственно 146,5 % против 115,4 и 120,5 %. Они оказываются также выше среднегодовых темпов роста импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, который составил 141,3 %. На этом фоне динамика роста валовой продукции сельского хозяйства демонстрирует большую устойчивость, имея наименьшее значение дисперсии и вариации по сравнению с другими показателями. Менее устойчивой оказывается динамика производства продовольственных товаров, имеющих наибольшее значение дисперсии и вариации.

Но вот что интересно в связи с этим: на динамику экспорта сильное влияние оказывал курс национальной валюты; методологические положения данного аспекта представлены в [8]. Поэтому с целью приведения описанного соотношения между различными параметрами регионального агропродовольственного комплекса требуется элиминировать курсовое влияние национальной валюты. Для этого нами произведен пересчет экспорта и импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. За базу взят курс национальной валюты за 2005 г.

Расчетные данные показали, во-первых, что за период 2010–2018 курс доллара на российском валютном рынке вырос на 228,8 %, а объем экспорта в фактических ценах вырос на 1154,7 %, но с учетом роста курса национальной валюты – только на 504,6 %. Импорт, соответственно, вырос на 412,6 % и 180,3 %. Среднегодовые темпы роста валютного курса в России за период 2010–2018 гг. составили 110,9 %, экспорта в фактических ценах – 135,8 %, а с учетом курса – только на 122,4 %. Во-вторых, за счет меняющегося (растущего) курса национальной валюты экспорт вырос в среднем за период 2010–2018 гг. на 27,3 %. Но при этом в разные периоды влияние растущего курса на рост экспорта было разным. В частности, начиная с 2015 г. влияние растущего курса на объем экспорта составляло более 50 % (в 2015 г. – 53,4 %, в 2016 г. – 57,7 %, в 2017 г. – 51,5 %, а в 2018 г. – почти 60 %). В 2014 г. курсовой прирост увеличил объем экспорта более чем на четверть (25,5 %), а годом ранее (2013 г.) – на 11,1 %. Самое низкое влияние курсового фактора на объем экспорта наблюдалось в 2011 г. – всего 3,6 %.

Приведенные расчеты позволяют сделать ряд выводов. Первый – рост объема экспорта и импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР опережал рост курса национальной валюты. Таким образом, рост экспорта и импорта происходил отнюдь не за счет роста курса национальной валюты, но и фактически,

т. е. имел место физический рост экспорта и импорта. Второй – рост экспорта кратно опережал рост импорта; как с учетом роста курса национальной валюты, так и без него объем экспорта опережал объем импорта более чем в 3,5 раза. Однако если с учетом курса национальной валюты объем экспорта опережал рост импорта в 3,51891 раз, то без учета курса национальной валюты – в 3,51882 раз. На наш взгляд, курс национальной валюты не просто формально увеличивал рост экспорта и импорта, а оказывал стимулирующее влияние на экспорт и сдерживал импорт. Логика здесь такая: растущий курс национальной валюты стимулировал экспорт; экспортеры, реализуя свою продукцию на внешних рынках в твердой валюте, конвертировали ее внутри страны в национальную валюту по предпочтительному курсу и от этой разницы выигрывали уже внутри страны. Тем более это происходило с 2014 г., когда были введены санкции со стороны западных стран и приняты ответные меры «продовольственного эмбарго».

Известно, что экспорт формируется внутренним производством; формально он представляет собой остаток от внутреннего производства и внутреннего потребления с учетом необходимых запасов на будущее. Исходя из данного положения, экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья формируется сельским хозяйством, производящим сельскохозяйственные товары и сырье, и обрабатывающей промышленностью, производящей продовольственные товары. Кроме этих двух источников, на экспорт указанных товаров оказывают влияние внутреннее потребление, а также запасы. Но более последних, как показано выше, влияние оказывает курс национальной валюты.

С учетом высказанных положений оценим влияние указанных источников на динамику экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР. Кроме перечисленных факторов, проведем расчет влияния с учетом двух периодов: 2005–2018 гг. и 2010–2018 гг. В систематизированном виде расчетные данные приведены в таблице 2.

Согласно проведенным расчетам, наибольшее влияние на экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в период 2005–2018 гг. оказали курс национальной валюты, коэффициент корреляции между ними составил 0,953 и оказался самым высоким, что указывает на влияние курса национальной валюты на траекторию экспорта. На втором месте оказывается производство продукции сельского хозяйства – 0,897. На третьем – производство продовольственных товаров отечественной перерабатывающей промышленностью 0,660. Если элиминировать влияние изменений курса национальной валюты, т. е. принять в расчет объем экспорта в валютных курсах 2005 г., то оказывается, что наибольшее влияние оказывало уже производство сельскохозяйственной продукции (0,937), на втором месте – курс национальной валюты (0,848) и замыкает, как и в предыдущем варианте, производство продовольственных товаров (0,640), влияние которого снизилось по сравнению с предыдущим значением.

Сдвиг расчетного периода с 2005 на 2010 г. и перерасчет влияний факторов показал, что в обоих случаях возросло влияние производства продукции сельского хозяй-

ства (в фактических ценах экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья оно составило 0,958, а с учетом курса валюты 2005 г. – 0,947; разница незначительная). На втором месте оказывается курс национальной валюты (0,949). Но с учетом объема экспорта по курсу 2005 г. значение снизилось до 0,840, т. е. более чем на 0,1 п. Что касается производства продовольственных товаров, то оно, как и прежде, остается на третьем месте, значительно уступая как сельскому хозяйству, так и курсовой динамике национальной валюты. Причем если с учетом фактических цен производство продовольственных товаров коррелировало с экспортом продовольствия и сельскохозяйственного сырья силой 0,592, то с учетом курса национальной валюты в 2005 г. – только 0,466. Это говорит, что доминирующую позицию в экспорте занимает сельскохозяйственное сырье. По-видимому, соотношение между ними в экспорте составляет 1 к 1,5 или 1 к 2.

В связи с изложенным заслуживает внимания оценка эффективности экспорта с точки зрения его влияния на производство сельскохозяйственной и продовольственной продукции.

Расчетные данные соотношения объема экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья к валовой продукции сельского хозяйства и объему продовольственных товаров указывают, во-первых, на низкий уровень соотношения, т. е. к валовой продукции сельского хозяйства уровень экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья в фактических ценах в 2014 г. составлял всего 1,5 коп., а с учетом курса валют 2005 г. – 1,1 коп. Таким образом, на каждый рубль произведенной сельскохозяйственной продукции реализуется экспорта на 1,5 и 1,1 коп. соответственно. Наибольший уровень в фактиче-

ских ценах было достигнуто в 2016 г., когда уровень был равен 2,7 коп. За этот же период без учета растущего курса уровень экспорта продовольственных товаров и сельхозсырья в валовой продукции сельского хозяйства составлял 1,2 коп. Следует заметить, что до 2014 г. уровень экспорта продовольственных товаров и сельхозсырья к валовой продукции сельского хозяйства не достигал даже 1 коп. Все это говорит, на наш взгляд, о низкой реализации экспортного потенциала сельского хозяйства Кабардино-Балкарии. Во-вторых, что касается экспортного потенциала промышленности, производящей продовольственные товары, то здесь ситуация несколько более удовлетворительная. В частности, еще в 2005 г. на 1 руб. производимых промышленностью КБР продовольственных товаров приходилась 1 коп. экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в фактических ценах. Такое соотношение сохранится до 2013 г., когда уровень повысится до 2 коп., а в 2017–2018 гг. вырастет до 6 коп., т. е. в три раза. Что касается «очищенного» от курсового роста национальной валюты экспорта продовольствия и сельхозсырья, то до 2014 г. его уровень к производству продовольственных товаров соответствует экспорту в фактических ценах, но затем этот уровень снижается и в 2017 г. оказывается равным только 3 коп. или ниже, чем в фактических ценах в два раза. В 2018 г. он опустится до 2 коп.

Таким образом, сопоставление двух отраслей агропродовольственного комплекса КБР – сельского хозяйства и перерабатывающих отраслей – указывает на то, что производства производящие продовольственные товары (перерабатывающие отрасли) более продуктивно используют свой экспортный потенциал, чем сельское хозяйство.

Таблица 2
Значение коэффициентов корреляции между объемом продукции сельского хозяйства, объемом продовольственных товаров и экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья по периодам, в фактическом и условном курсе национальной валюты*

Период	Объем экспорта	Объем продукции сельского хозяйства; млн руб.	Объем производства продовольственных товаров; млн руб.	Курс национальной валюты
2005–2018 гг.	Объем экспорта в фактических ценах	0,897	0,660	0,953
	Объем экспорта пересчитанный по курсу валют за 2005 г.	0,937	0,640	0,848
2010–2018 гг.	Объем экспорта в фактических ценах	0,958	0,592	0,949
	Объем экспорта пересчитанный по курсу валют за 2005 г.	0,947	0,466	0,840

* Таблица рассчитана на основании данных таблицы 1.

Table 2
The value of correlation rates between agricultural output, food volume and exports of food and agricultural raw materials by period, in the actual and conditional rate of the national currency*

Period	Export volume	Agricultural output, mln rub.	Food production, mln rub.	The exchange rate of the national currency
2005–2018	Exports at actual prices	0.897	0.660	0.953
	Exports recalculated at the exchange rate for 2005	0.937	0.640	0.848
2010–2018	Exports at actual prices	0.958	0.592	0.949
	Exports recalculated at the exchange rate for 2005	0.947	0.466	0.840

* The table is calculated based on table 1.

Замеченное в результате расчетов свойство кабардино-балкарского экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья подтверждается также и данными официальной статистики («Таможенная статистика внешней торговли Кабардино-Балкарской республики за I–IV кварталы». Бюллетень. Минеральные Воды. За соответствующие годы), характеризующей динамику товарной структуры экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья.

Согласно данным Минераловодской таможенной службы, доминирующими группами в структуре экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья выступили: алкогольные и безалкогольные напитки и уксус, на долю которых в среднем за период 2014–2018 гг. приходилось 54,3 % (в т. ч. экспорт в страны дальнего зарубежья составил 71,6 %, а в страны СНГ – только 37,8 %), какао и продукты из него – 21,3 % (в т. ч. соответственно 2,9 % в страны дальнего зарубежья и 38,9 % в страны СНГ). Доля указанных двух групп в общем объеме экспор-

та продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в среднем за исследуемый период составила 75,6 %, т. е. более 2/3 всего экспорта данной группы товаров. Если к ним прибавить еще экспорт кондитерских изделий из сахара (3,3 %), молочную продукцию, яйца птиц, мед натуральный, пищевые продукты животного происхождения, в другом месте не поименованные или не включенные (2,5 %), остатки и отходы пищевой промышленности, готовые корма для животных (1,4 %), продукты животного происхождения (1,3 %), готовые продукты из зерна злаков, муки, крахмала или молока, мучные кондитерские изделия (1,0%), то общий объем переработанных продуктов составит почти 84 %. На долю злаков приходится 12,0 %, из которых 22,2 % приходится на страны дальнего зарубежья и 2,3 % на страны СНГ.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Анализ состояния экспортного агропродовольственного сектора в сельском хозяйстве Кабардино-Балкарской Республики за период 2005–2018 гг. выявил ряд особенностей.

Таблица 3

Экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в расчете на 1 руб. продукции сельского хозяйства и объема произведенных продовольственных товаров за период 2005–2018 гг.*

Годы	Объем экспорта с учетом фактического курса национальной валюты		Объем экспорта пересчитанный по курсу валют за 2005 г.	
	Объем продукции сельского хозяйства, руб.	Объем производства продовольственных товаров, руб.	Объем продукции сельского хозяйства, руб.	Объем производства продовольственных товаров, руб.
2005	0,003	0,01	0,003	0,01
2010	0,004	0,01	0,004	0,01
2011	0,006	0,01	0,006	0,01
2012	0,006	0,01	0,005	0,01
2013	0,008	0,02	0,008	0,02
2014	0,015	0,04	0,011	0,03
2015	0,018	0,03	0,008	0,01
2016	0,027	0,05	0,012	0,02
2017	0,023	0,06	0,011	0,03
2018	0,025	0,06	0,010	0,02

* Таблица рассчитана на основании таблицы 1.

Table 3

Exports of food products and agricultural raw materials per 1 rouble agricultural products and the volume of food produced for the period 2005–2018

Years	Exports based on the actual exchange rate of the national currency		Exports recalculated at the exchange rate for 2005	
	Agricultural output, rub.	Food production, rub.	Agricultural output, rub.	Food production, rub.
2005	0.003	0.01	0.003	0.01
2010	0.004	0.01	0.004	0.01
2011	0.006	0.01	0.006	0.01
2012	0.006	0.01	0.005	0.01
2013	0.008	0.02	0.008	0.02
2014	0.015	0.04	0.011	0.03
2015	0.018	0.03	0.008	0.01
2016	0.027	0.05	0.012	0.02
2017	0.023	0.06	0.011	0.03
2018	0.025	0.06	0.010	0.02

* The table is calculated based on table 1.

Первая – в среднем за период 2010–2018 гг. экспортный сектор обеспечивал прирост экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на 192,1 % за счет роста курса национальной валюты. Но даже с учетом элиминирования фактора курса национальной валюты прирост экспорта за девять лет оказался выше прироста валовой продукции сельского хозяйства и производства продовольственных товаров. Соответственно, темпы роста экспорта составили 502,7 %, валовой продукции сельского хозяйства – 188,8 %, производство продовольственных товаров – 171,0 %. Таким образом, курсовая цена национальной валюты оказывала позитивное влияние на динамику экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. Причем это влияние оказалось как прямым, так и косвенным.

Вторая – между экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, валовой продукцией сельского хозяйства, производством продовольственных товаров и курсом национальной валюты наблюдается заметная корреляция. Наивысший уровень корреляции у экспорта наблюдался с курсом национальной валюты. Однако при элиминировании курсовых колебаний (при переводе экспорта на валютный курс 2005 г.) наиболее сильную корреляцию экспорт проявлял с валовой продукцией сельского хозяйства, которая оказалась в 1,5–2,0 раза выше, чем аналогичный индикатор с производством продовольственных товаров. Примечательно, что корреляция изменяется в зависимости от периода с 2005 по 2018 гг. и с 2010 по 2018 гг. в сторону усиления взаимосвязи экспорта с валовой продукцией сельского хозяйства.

Третья – в настоящее время остается низкой экспортная эффективность и сельского хозяйства и производства продовольственных товаров в КБР. В среднем с учетом курса национальной валюты на 1 рубль валовой продукции сельского хозяйства приходится 1,2 коп. экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья и 2,7 коп. производства продовольственных товаров. Соответственно, при элиминировании фактора курса национальной валюты эти индикаторы снизились и составили 0,8 коп. для сельского хозяйства и 1,7 коп. для производства продовольственных товаров.

Четвертая – в среднем за период 2010–2018 гг. доля экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в экономике КБР в общем объеме экспорта за период 2005–2018 гг. составляла 48 % (кстати, импорт только около 19 %). Причем начиная с 2014 г. доля продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в общем объеме экспорта КБР превышала 50 %, а в 2017 г. составила почти 74 %, но уже в 2018 г. упадет до 49,6 %. Таким образом, экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья выступает определяющим товарным сегментом для внешней торговли КБР.

Пятая – доминирующими группами в структуре экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья выступили алкогольные и безалкогольные напитки и уксус, на долю которых в среднем за период 2014–2018 гг. приходилось 54,3 % (в т. ч. экспорт в страны дальнего зарубежья составил 71,6 %, а в страны СНГ – только 37,8 %), какао и продукты из него – 21,3 % (в т. ч. соот-

ветственно 2,9 % в страны дальнего зарубежья и 38,9 % в страны СНГ), злаки – 12,0 % (в т. ч. 22,2 % в страны дальнего зарубежья и 2,3 % в страны СНГ). Таким образом, на три указанных группы приходится почти 88 %. Оставшиеся около 12 % приходились на сахар и кондитерские изделия из сахар (3,3 %), молочная продукция, яйца птиц, мед натуральный, пищевые продукты животного происхождения, в другом месте не поименованные или не включенные (2,5 %), отходы и отходы пищевой промышленности, готовые корма для животных (1,4 %), продукты животного происхождения (1,3 %), готовые продукты из зерна злаков, муки, крахмала или молока, мучные кондитерские изделия (1,0 %) и др., доля которых не превышала 1 %.

Шестая – в среднем за период 2005–2018 гг. доля экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в КБР, приходящая на страны дальнего зарубежья, составляла почти 57 %, а на страны ближнего зарубежья (СНГ) – соответственно, 43 %. Таким образом, страны дальнего зарубежья оказывались предпочтительными для экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья из КБР. Причем были периоды (например, 2005 г.), когда доля данного сегмента мирового рынка составляла почти 94 %, в 2010 г. она снизилась до 66 % и т. д. Но были также периоды (например, 2013 и 2014 гг. – всего около 25 % и 2017 г. – около 36 % экспорта приходилось на страны дальнего зарубежья).

Какие же меры необходимы для повышения эффективности экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья в КБР? В целом они сводятся к следующим двум направлениям:

- 1) углубление диверсификации сельского хозяйства и отраслей, производящих продовольственные товары;
- 2) создание новых и расширение существующих цепочек ценностей в агропродовольственном комплексе.

Внутри двух указанных направлений, на наш взгляд, целесообразно осуществлять:

- 1) расширение инвестиций и внедрение инноваций (в виде новых технологий) в сектора и сегменты, связанные с производством сельскохозяйственной продукции и продовольствия, направляемых на экспорт;
- 2) внедрение передовых технических средств и технологий в производство сельскохозяйственной продукции и продовольствия;
- 3) производство сельскохозяйственной продукции более высокого качества, чем у конкурентов;
- 4) создание новых видов продукции, превосходящих существующие по своим пищевкусным свойствам и качеству, не требующих высоких затрат на свою утилизацию;
- 5) создание новых сельскохозяйственных продуктов с высокой степенью готовности и улучшенного качества, соответствующих потребности и спросу конкретных видов потребителей;
- 6) расширение индивидуализации в производстве продукции;
- 7) улучшение институциональной среды, стимулирующей экспорт сельскохозяйственной продукции и продовольственных товаров;
- 8) развитие транспортных, производственных и иных коммуникаций, стимулирующих экспорт сельскохозяй-

ственной продукции и продовольственных товаров, производимых в КБР;

9) активное использование существующей и создание новых направлений логистической сети;

10) расширение существующих внешних рынков сельскохозяйственной продукции и продовольственных товаров;

11) развитие кооперации и интеграции с покупателями сельскохозяйственной продукции и продовольствием;

12) обеспечение их участия во всех циклах производимой продукции

13) и другие маркетинговые и технологические нововведения и инновации.

Библиографический список

1. Добросоцкий В. И. Международная кооперация и экспорт в АПК: приоритет развития России // Проблемы теории и практики управления. 2019. № 7. С. 58–66.
2. Донник И., Воронина Б., Лоретц О., Кот Е., Воронина Я. Российский АПК – от импорта сельскохозяйственной продукции к экспортно-ориентированному развитию // Аграрный вестник Урала. 2017. № 03 (157). С. 59–66.
3. Ковалева И. В. Перспективы развития внешнеэкономической деятельности сельского хозяйства в условиях реализации экспортной политики АПК // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 2. С. 77–81. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10576.
4. Красова Е. В., Богач А. С. Современные тенденции развития российского экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья // Теоретическая и прикладная экономика. 2017. № 4. С. 49–58. DOI: 10.25136/2409-8647.2017.4.24341.
5. Кундиус В. А., Ковалева И. В. Оценка развития экспортной политики агропромышленного комплекса России // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2019. № 1. С. 25–34.
6. Кушхова Б. А., Иванова З. М., Таусолтанов Х. М. Состояние и перспективы экспортного потенциала сельского хозяйства Северного Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 80–91. DOI: 10.32417/article_5dcd861ea87111.98018774.
7. Линдерт П. Х. Экономика мирохозяйственных связей / П. Х. Линдерт ; пер. с англ.; общ. ред. и предисл. О. В. Ивановой. М. : Прогресс, 1992. 514 с.
8. Поливач А. Влияние курса валюты на внешнеторговые показатели: вопросы методологии // МЭиМО. 2019. Т. 63. № 11. С. 17–25.
9. Портер М. Международная конкуренция / Пер. с англ. М. : Международные отношения, 1993. 963 с.
10. Рахаев Х. М. [и др.] Сельское хозяйство Кабардино-Балкарии: состояние, потенциал, проблемы и перспективы модернизации. Барнаул : Lulu-Press, Inc., 2015. 232 с.
11. Рикардо Д. Начала политической экономии и налогообложения. М. : Госполитиздат, 1955. 360 с.
12. Самуэльсон П. Международная торговля и теория сравнительного преимущества. Приложение. Более полное изложение принципа сравнительного преимущества // В кн.: Экономика. Т. II. М. : ВНИИСИ. 1992. С. 268–284.
13. «Экспортеры могут захотеть вывезти все». Глава Минсельхоза Дмитрий Патрушев об экспорте и зерновом рынке // Коммерсантъ. № 230. 13 дек. 2019. С. 11.
14. Frankl S. Geographical Indications and Mega-Regional Trade Agreements and Negotiations. Geographical Indication at the Crossroads of Trade, Development, and Culture. Focus on Asia-Pacific / Eds. I. Calboli, W. L. Ng-Loy. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 550 p. DOI: 10.1017/9781316711002.
15. Josling T., Tangermann S. Transatlantic Food and Agricultural Trade Policy: 50 Years of Conflict and Convergence. Cheltenham : Edward Elgar, 2015. 320 p.
16. Krugman P. R. Strategic Trade Policy and the New International Economics. Edited by Paul R. Krugman. Cambridge, MA : MIT Press, 1986. 313 pp.
17. Ohlin Bertil Interregional and International Trade. Harvard University Press : Cambridge, Mass, 1933. 248 p.
18. Официальный сайт Российского экспортного центра [Электронный ресурс]. URL: <https://www.exportcenter.ru> (дата обращения: 12.01.2020).
19. Официальный сайт ВТО [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wto.org> (дата обращения: 20.09.2019).

Об авторах:

Анзор Вячеславович Гятов¹, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Управление»,
ORCID 0000-0003-4589-4098 AuthorID 307302; r3bizengin@mail.ru

Севиля Аждаровна Богацкая², кандидат экономических наук, руководитель департамента маркетинга региона и внешних связей, ORCID 0000-0002-9895-6419, AuthorID 3258-8599; sevilia1979@inbox.ru

Марина Ханбиевна Життеева^{1,2}, магистрант КБГАУ, начальник отдела проектов и программ сотрудничества департамента маркетинга региона и внешних связей, ORCID 0000-0002-0071-552X, Author ID 7273-5759;
marinazhitteeva@mail.ru

¹ Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, Нальчик, Россия

² Министерство экономического развития Кабардино-Балкарской Республики, Нальчик, Россия

The state and some dynamic and commodity-institutional trends in the export of food and agricultural raw materials to the KBR in 2005–2018

A. V. Gyatov[✉], S. A. Bogatskaya², M. Kh. Zhitteeva^{1,2}

¹ Kabardino-Balkar State Agricultural University named after V. M. Kokov, Nalchik, Russia

² Ministry of Economic Development of Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Russia

✉ E-mail: r3bizengin@mail.ru

Abstract. Agriculture of Kabardino-Balkariya is among the most developed in Russia. It is also a system-forming branch of the regional economy with huge resources and potential. At the same time, there has been a slowdown in the industry in recent years. The reason for the latter is seen in the exhaustion of the existing model of growth development. Therefore, future growth in the industry is associated with the transition to a new model, the emphasis on the development of new sectors and segments. Exports of food and agricultural raw materials are an important segment of the industry. However, exports are strongly related to the production and industry specialization of the national economy. It is considered promising to develop new competitive advantages based on existing ones. At the expense of the export segment are not only the inflow of foreign currency, but also modernize the industry. However, this appears to be a sufficient share of exports in both GRP and gross domestic product or a particular sector of the national economy. Currently, the share of exports in gross agricultural output in the KBR between 2010 and 2018, exceeded 2 %. Practice shows (and the theory suggests) that this is not enough for the effective development of both the export segment in the national economy of the KBR and its agricultural sector, as well as for the development of agriculture and agriculture in the region. **The aim of the work** is to identify the main commodity, technological and communication and logistics trends in the development of KBR food exports, on the basis of which to develop measures to increase the level of exports and stimulate export potential in the regional agricultural sector. The study used a set of analytical (index, correlation, dispersion), and descriptive methods. **Results:** Identified, formalized and quantified links between different sectors and the Agricultural segment and the export of food and agricultural raw materials. **The novelty** of the results lies in the identification of "empirical trends" in the realization of the export potential of the KBR AIC, through which one of the main provisions of the modern export development strategy, consisting in increasing exports of traditional products, is corrected. Unlike the latter, our proposal is to create new markets, communications and logistics, as well as value chains with elongated and concentrated centers of these chains in the region. This provision allows to form an "export-oriented platform" in the regional economy.

Keywords: agriculture, Kabardino-Balkar Republic, export segment, exports of food and agricultural materials.

For citation: Gyatov A. V., Bogatskaya S. A., Zhitteeva M. Kh. Sostoyanie i nekotorye dinamicheskie i tovarno-institutsional'nye tendentsii eksporta prodovol'stvennykh tovarov i sel'skokhozyaystvennogo syr'ya v KBR v 2005–2018 gg. [The state and some dynamic and commodity-institutional trends in the export of food and agricultural raw materials to the KBR in 2005–2018] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 04 (195). Pp. 91–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-195-4-91-100. (In Russian.)

Paper submitted: 06.03.2020.

References

1. Dobrosotskiy V. I. Mezhdunarodnaya kooperatsiya i eksport v APK: prioritet razvitiya Rossii [International cooperation and export to the AIC: the priority of Russia's development] // International journal of management theory and practice. 2019. No. 7. Pp. 58–66. (In Russian.)
2. Donnik I., Voronina B., Loretts O., Kot E., Voronina Ya. Rossiyskiy APK – ot importa sel'skokhozyaystvennoy produktsii k eksportno-orientirovan-nomu razvitiyu [APC – from imports of agricultural products to export-oriented development] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 03 (157). Pp. 59–66. (In Russian.)
3. Kovaleva I. V. Perspektivy razvitiya vneshneekonomicheskoy deyatel'nosti sel'skogo khozyaystva v usloviyakh realizatsii eksportnoy politiki APK [Prospects for the development of foreign economic activity of agriculture in the context of the implementation of the export policy of the AIC] // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2019. No. 2. Pp. 77–81. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10576. (In Russian.)
4. Krasova E. V., Bogach A. S. Sovremennye tendentsii razvitiya rossiyskogo eksporta prodovo'stvennykh tovarov i sel'skokhozyaystvennogo syr'ya [Current trends in the development of Russian exports of food products and agricultural raw materials] // Theoretical and applied economics. 2017. No. 4. Pp. 49–58. DOI: 10.25136/2409-8647.2017.4.24341 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=24341. (In Russian.)
5. Kundius V. A., Kovaleva I. V. Otsenka razvitiya eksportnoy politiki agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Assessment of the development of the export policy of Russia's agro-industrial complex] // Social and economic and humanitarian magazine of Krasnoyarsk SAU. 2019. No. 1. Pp. 25–34. (In Russian.)

6. Kushkhova B. A., Ivanova Z. M., Tausoltanov Kh. M. Sostoyanie i perspektivy eksportnogo potentsiala sel'skogo khozyaystva Severnogo Kavkaza [State and prospects for the export potential of agriculture of the North Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 80–91. DOI: 10.32417/article_5dcd861ea87111.98018774. (In Russian.)
7. Lindert P. Kh. Ekonomika mirokhozyaystvennykh svyazey [Economics of World Economic Relations] / Edited by and foreword by O. V. Ivanova. Moscow : Progress, 1992. 514 p. (In Russian.)
8. Polivach A. Vliyaniye kursa valyuty na vneshnetorgovye pokazateli: voprosy metodologii [Influence of the exchange rate on foreign trade indicators: questions of methodology] // MEiMO. 2019. T. 63. No. 11. Pp. 17–25. (In Russian.)
9. Porter M. Mezhdunarodnaya konkurentsia [International Competition] : translated from English. Moscow : Mezhdunarodnye otnosheniya, 1993. 963 p. (In Russian.)
10. Rakhaev Kh. M. [et al.] Sel'skoe khozyaystvo Kabardino-Balkarii: sostoyanie, potentsial, problemy i perspektivy modernizatsii [Kabardino-Balkaria agriculture: condition, potential, problems and prospects for modernization]. Barnaul : Lulu-Press, Inc., 2015. 232 p. (In Russian.)
11. Rikardo D. Nachala politicheskoy ekonomii i nalogooblozheniya. [Beginnings of political austerity and taxation]. Moscow : Gospolitizdat, 1955. 360 p. (In Russian.)
12. Samuelson P. Mezhdunarodnaya trgovlya i teoriya sravnitel'nogo preimushchestva. Prilozhenie. Bolee polnoe izlozhenie printsipa sravnitel'nogo preimushchestva [International Trade and Theory of Comparative Advantage. Application. A more complete statement of the principle of comparative advantage] // Ekonomika. T. II. Moscow : VNIISI. 1992. Pp. 268–284. (In Russian.)
13. “Eksportery mogut zakhotet' vyvezti vse”. Glava Minsel'khoza Dmitriy Patrushev ob eksporte i zernovom rynke. [“Exporters may want to take everything out”. The head of the Ministry of Agriculture Dmitry Patrushev on exports and the grain market]. Kommersant. No. 230. 13.12.2019. P. 11. (In Russian.)
14. Frankl S. Geographical Indications and Mega-Regional Trade Agreements and Negotiations. Geographical Indication at the Crossroads of Trade, Development, and Culture. Focus on Asia-Pacific / Eds. I. Calboli, W. L. Ng-Loy. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 550 p. DOI: 10.1017/9781316711002.
15. Josling T., Tangermann S. Transatlantic Food and Agricultural Trade Policy: 50 Years of Conflict and Convergence. Cheltenham : Edward Elgar, 2015. 320 p.
16. Krugman P. R. Strategic Trade Policy and the New International Economics. Edited by Paul R. Krugman. Cambridge, MA : MIT Press, 1986. 313 p.
17. Ohlin Bertil Interregional and International Trade. Harvard University Press : Cambridge, Mass, 1933. 248 p.
18. Ofitsial'nyy sayt Rossiyskogo eksportnogo tsentra [Official site of the Russian export center] [e-resource]. URL: <https://www.exportcenter.ru> (appeal date: 12.01.2020). (In Russian.)
19. Sayt VTO [WTO official website] [e-resource]. URL: <https://www.wto.org> (appeal date: 20.09.2019). (In Russian.)

Authors' information:

Anzor V. Gyatov¹, candidate of economic sciences, associate professor of the department “Management”,

ORCID 0000-0003-4589-4098 AuthorID 307302; r3bizengin@mail.ru

Sevil A. Bogatskaya², candidate of economic sciences, head of the region's marketing and external relations department,

ORCID 0000-0002-9895-6419, Author ID 3258-8599; sevilia1979@inbox.ru

Marina Kh. Zhitteeva^{1,2}, graduate professor of KBSAU, head of projects and programs of cooperation of the region's marketing and external relations department, ORCID 0000-0002-0071-552X, Author ID 7273-5759; marinazhitteeva@mail.ru

¹ Kabardino-Balkar State Agricultural University named after V. M. Kokov, Nalchik, Russia

² Ministry of Economic Development of Kabardino-Balkar Republic, Nalchik, Russia

Учредитель и издатель:

Уральский государственный аграрный университет

Адрес учредителя, издателя и редакции:

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



Founder and publisher:

Ural State Agrarian University

Address of founder, publisher and editorial board:

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

Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»

Редакция журнала:

А. В. Ручкин – кандидат социологических наук, шеф-редактор

О. А. Багрецова – ответственный редактор

А. В. Ерофеева – редактор

Н. А. 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.

Подписано в печать: 10.04.2020 г. Усл. печ. л. 11. Авт. л. 10.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.