

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

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS

2021
№10 (213)

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. Кошцаев, 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. Паштецкий, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма (Симферополь, Россия)
Ю. В. Плуатарь, 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. Самоделькин, 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 Sótónyi (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)

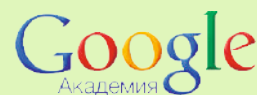
Нас индексируют / Indexed



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



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



Содержание

Contents

Агротехнологии

Agrotechnologies

<i>Н. М. Велижанов</i> Оценка исходных форм томата для гетерозисной селекции	2	<i>N. M. Velizhanov</i> Evaluation of the original forms of tomato for heterosis breeding	
<i>М. Г. Касторнова, Е. А. Демин, Д. И. Еремин</i> Экологическая оценка влияния сельскохозяйственной деятельности на эмиссию углекислого газа из чернозема выщелоченного Тобол-Ишимского междуречья	9	<i>M. G. Kastornova, E. A. Demin, D. I. Eremin</i> Ecological assessment of the impact of agricultural activity on the emission of carbon dioxide from the leached chernozem of the Tobol-Ishim interfluve	
Биология и биотехнологии		Biology and biotechnologies	
<i>И. В. Горбунов, А. А. Лукьянов, С. С. Михайловский</i> Экологические условия произрастания и изменчивость основных морфобиологических показателей дикорастущих форм винограда Кубани	21	<i>I. V. Gorbunov, A. A. Lukyanov, S. S. Mikhaylovskiy</i> Ecological conditions of growth and variability of the main morpho-biological indicators of wild forms of Kuban grapes	
<i>Л. П. Игнатьева, А. А. Сермягин</i> Продолжительность продуктивной жизни коров симментальской породы	31	<i>L. P. Ignatyeva, A. A. Sermyagin</i> Length of productive life the cows of Simmental breed	
<i>Г. Ю. Косовский, Е. С. Колесник, Д. В. Попов</i> Хроническая фистула для изучения микробиома слепой кишки кролика	40	<i>G. Yu. Kosovskiy, E. S. Kolesnik, D. V. Popov</i> Chronic fistula to rabbit cecum microbiome study	
<i>U. Zh. Kuzhebaeva, I. M. Donnik, M. V. Petropavlovskiy, S. G. Kanatbaev, B. E. Nurgaliev</i> Nitric oxide as an indicator for assessing the resistance and susceptibility of cattle to leukemia	48	<i>U. Zh. Kuzhebaeva, I. M. Donnik, M. V. Petropavlovskiy, S. G. Kanatbaev, B. E. Nurgaliev</i> Nitric oxide as an indicator for assessing the resistance and susceptibility of cattle to leukemia	
<i>А. В. Лунева</i> Влияние кормовой микробной добавки на мясную продуктивность цыплят-бройлеров и качество мяса птицы	55	<i>A. V. Luneva</i> The effect of a fodder microbial additive on meat productivity of broiler chickens and quality of poultry meat	
<i>Д. Г. Погосян, Р. Н. Тюрденев</i> Комплексная кормовая добавка для бройлерного откорма утят	65	<i>D. G. Pogosyan, R. N. Tyurdenev</i> Complex feed additive for broiler fattening of ducklings	
<i>Е. В. Разхина</i> Characteristics of cows' cicatricial metabolism of different linearity	75	<i>E. V. Razhina</i> Characteristics of cows' cicatricial metabolism of different linearity	
Экономика		Economy	
<i>Л. В. Шалаева</i> Тенденции в растениеводстве как фактор обеспечения продовольственной безопасности Пермского края	81	<i>L. V. Shalaeva</i> Trends in crop production as a factor of ensuring food security of the Perm Region	
<i>С. Е. Щитов, С. В. Подгорская, Н. В. Лихолетова</i> Разработка концепции управления транснационализацией сельского хозяйства стран ЕАЭС в контексте включения в мировую агропродовольственную систему	93	<i>S. E. Shchitov, S. V. Podgorskaya, N. V. Likholetova</i> Development of the concept of agriculture transnationalization management in EAEU countries in the context of inclusion in the world agro-food system	

Оценка исходных форм томата для гетерозисной селекции

Н. М. Велижанов¹✉

¹Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

✉E-mail: velizhanov65@mail.ru

Аннотация. Целью данной работы является изучение сортообразцов томата с контрастными взаимодополняющими при гибридизации морфобиологическими свойствами, благоприятными для выражения эффекта гетерозиса. **Научная новизна.** Томаты – культура достаточно пластичная и легко приспособляемая к самым разнообразным почвенно-климатическим условиям возделывания. Обнаруживаемые природные мутации легко закреплялись отборами и давали начало все новым и новым формам. Эти изменения касались многих признаков и свойств и позволяли практически конструировать растения томата под конкретные потребности человека. **Методы.** В исследования были включены штамбовые сорта Штамбовый 5 и Фонарик, среднеспелый Кубань 557 и среднепозднеспелые Волгоградский 5/95 и Краснодарец 87. Испытание проводили в сравнении с лучшими районированными сортами (стандартами) в орошаемых условиях. Для выявления особенностей взаимодействия генотипов (родителей томата) с внешней средой и их вклада в продуктивность был использован факторный анализ. Критерием классификации служили масса и количество плодов с одного растения, а также средняя масса плода при первом сборе. **Результаты.** По характеру роста наибольший габитус отмечен у родительской линии ЛШ 2/11 164,6, что является следствием последующих порядков ветвления и формирующихся на них соцветий, обеспечивающих наиболее высокий урожай данной линии. Согласно данным анализа взаимодействий, год и генотип за условия года в сильной степени определяют массу плодов с одного растения (66,1 %), в то время как количество плодов и средний вес плода детерминированы в основном генотипом: 92,8 и 73,2 % соответственно. Количество и величина плодов – признаки с сильной генетической детерминированностью, являющиеся компонентами массы плодов, что показывает сильную зависимость последнего показателя от условий года. При сочетании оптимальных показателей продуктивности они проявляли и наименьшую их вариабельность, чем представляют значительный практический интерес.

Ключевые слова: томат, сортообразец, созреваемость, габитус, плод, урожайность, устойчивость, оценка.

Для цитирования: Велижанов Н. М. Оценка исходных форм томата для гетерозисной селекции // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-2-9.

Дата поступления статьи: 25.03.2021, **дата рецензирования:** 06.04.2021, **дата принятия:** 10.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Получение высоких урожаев в сочетании с хорошими показателями качества всегда было основной целью селекционеров при создании сортов различных сельскохозяйственных культур, том числе томатов. Обычно эти качества связывают с определенными особенностями сорта – генетическим потенциалом компонентов продуктивности, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды [1, с. 32]. В гетерозисной селекции томата используются межсортовые и простые межлинейные гибриды. Так как томат является самоопылителем, то важнейшим условием получения гибридных семян является предотвращение самоопыления у материнских растений. Степень проявления гетерозиса зависит от наличия у гибридов большего количества благоприятных доминантных или полудоминантных генов, чем у родителей. В настоящее время установлено, что комбинационная способность вновь создаваемых инбредных

линий зависит от качества исходного материала, на основе которого они создаются. Следует учитывать генетические отличия, генетическую дивергенцию линий исходного межлинейного гибрида, на котором закладываются новые линии. Несомненно, имеет значение уровень комбинационной способности родительских линий исходного межлинейного гибрида F_1 .

Поскольку большинство сортов автогамных культур, в том числе и томата, представляют собой смесь биотипов, а точнее генотипов [3, с. 42], [4, с. 22] следует учитывать и генетическую разнокачественность пыльцы томата, которая может быть источником получения константных форм по различным хозяйственно ценным признакам. Поэтому необходимость такого подхода к решению задач практической селекции вызвана желанием разработки и выявления взаимодополняемых методов, которые бы позволили интенсифицировать эффективность отбора селекционно ценных форм при создании новых сортов и ги-

бридов томата, одновременно сочетающих высокую продуктивность и качество плодов с экологической пластичностью

В последнее время в научной литературе обращается внимание на значение генетических действий и взаимодействий, т. е. генетических эффектов и их взаимодействий при формировании определенных фенотипов количественных признаков, а также вклада генотипа в источник вариабельности признака при взаимодействии с внешней средой [2, с. 71], [5, с. 61]. Томаты – культура достаточно пластичная и легко приспособляемая к условиям возделывания. Наличие ценного исходного материала и его детальное исследование по соответствующим направлениям является одним из важных условий успеха селекционного процесса. Зная особенности взаимодействия «генотип – среда», можно прогнозировать направленность доминирования для конкретных показателей [6, с. 94], [7, с. 53], что является особенно важным при создании гибридов со стабильной продуктивностью. В связи с вышеизложенным цель настоящего исследования – оценить сортообразцы томата при гибридизации по морфобиологическим свойствам, что представляет значительный практический интерес. Задачи исследований заключались в изучении свойств генотипа в конкретных условиях выращивания: насколько эти условия благоприятны для эффекта гетерозиса, чтобы вызвать или провоцировать контрастность исследуемых образцов, что может повлиять на показатели продуктивности.

Методология и методы исследования (Methods)

Работа выполнена 2017–2020 гг. в отделе плодово-овощеводства ФГБНУ ФАНЦ Республики Дагестан. Материалом служили 9 гибридных комбинаций, различающихся в основном по типу куста (штамбовые и обыкновенные) и группе созреваемости (ранне-, средне- и позднеспелые). Схема посадки растений: $(90+50) \times 35-40$ см. Растения не пасынковали, побеги не прищипывали, что обеспечило более сильное развитие куста и обильное цветение.

Семена растений, выделенные из одних и тех же гибридных комбинаций, не подвергая высокой температурной обработке, проращивали в термостате при температуре 24 °С, отбирали семена с высокой энергией прорастания и высевали в ящики для получения рассады. В каждом из вариантов опыта изучали продолжительность межфазных периодов; габитус и высоту растений, количество соцветий и цветков на них, а также количество завязавшихся плодов, признаки плодов, общую урожайность. Растения выращивали на опытном экспериментальном участке в открытом грунте, агротехника стандартная для культуры томата. Для выявления особенностей взаимодействия генотипов (родителей томата) с внешней средой и их вклада в продуктивность применяли факторный анализ. Критериями классификации служили масса и количество плодов с одного растения, а также средняя масса плода при первом сборе. Данные были обработаны в пакете программ STATISTICA 7 [9, с. 27], [11, с. 68]. Почвы светло-каштановые, средне- и тяжелосуглинистые, слабо- и среднесоленные, содержание общего азота 0,12–0,15 %, общего фосфора – 0,07–0,09 %, обменного калия – 120–180 мг/кг.

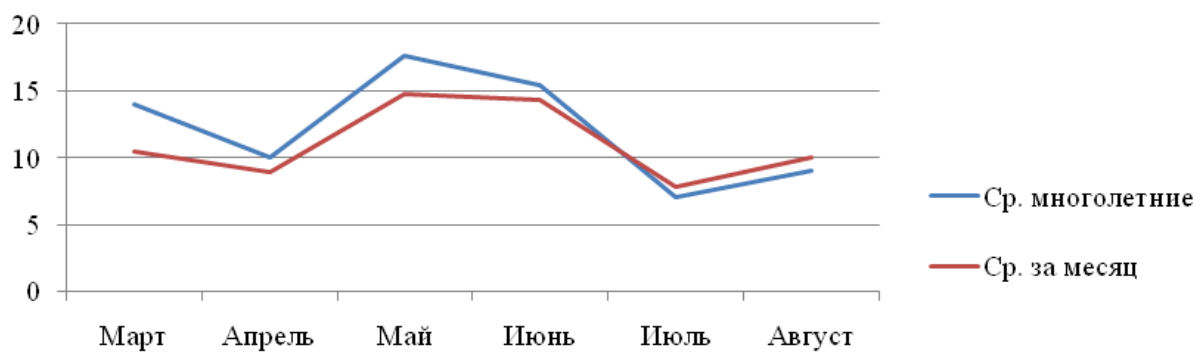


Рис. 1. Сумма осадков за вегетационный период

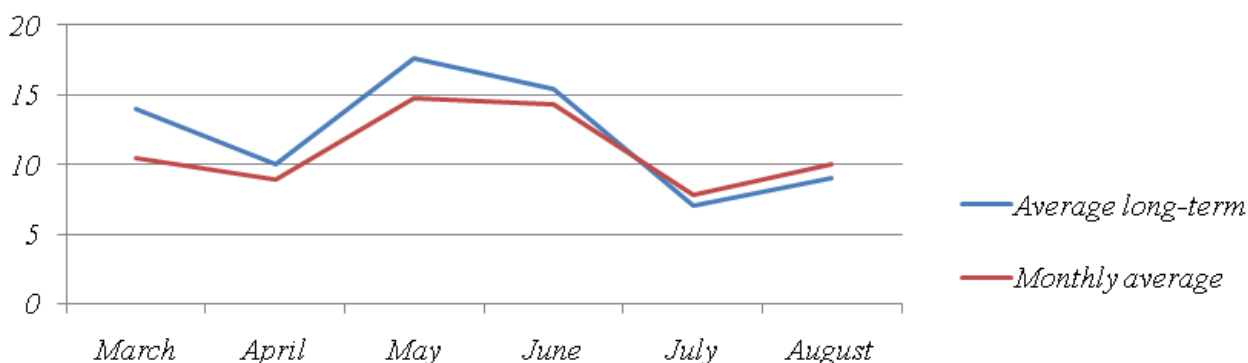


Fig. 1. Amount of precipitation for the growing season

Таблица 1
Основные морфологические параметры исходных форм томата (2017–2020 гг.)

Сорта	Длина главного стебля, см	Ветвистость, см	Габитус, см	Длина междоузлий, см	Размер листа, см	
					Длина	Ширина
Штамбовые						
Фонарик	55	2,1	72,4	5,1	8	5
Штамбовый 5	72	4,5	133,2	6,3	9	7
Кубань 557	63	5,5	98,5	5,6	11	8
ЛШ 2/11	87	3,2	164,6	3,7	9	6
ЛШ 4/22	66	6,1	83,2	4,8	11	8
ЛШ 7/03	83	3,8	134,1	4,1	10	7
Краснодарец 87	68	7,2	104,3	6,2	13	8
Обыкновенные						
РЛ 23/02	52	3,2	72,4	5,1	8	5
RL 31/04	68	4,7	107,5	5,8	11	7
RL 42/14	74	5,8	88,3	4,3	9	6
РЛ 16/11	88	3,3	124,1	3,2	10	7
РЛ 42/3	78	4,4	96,2	3,8	11	8
Ермак	68	3,6	104,5	4,0	8	7
F ₃ Л 17/11 × Л 14/07	86	7,1	134,3	6,2	12	8

Table 1
The main morphological parameters of the original forms of tomato (2017–2020)

Varieties	Length of the main stem, cm	Branching toast, cm	Habitus, cm	Length of internodes, cm	Leaf size, cm	
					Length	Width
Stamp						
Fonarik	55	2.1	72.4	5.1	8	5
Shtambovyuy 5	72	4.5	133.2	6.3	9	7
Kuban 557	63	5.5	98.5	5.6	11	8
LSh 2/11	87	3.2	164.6	3.7	9	6
LSh 4/22	66	6.1	83.2	4.8	11	8
LSh 7/03	83	3.8	134.1	4.1	10	7
Krasnodarets 87	68	7.2	104.3	6.2	13	8
Ordinary						
RL 23/02	52	3.2	72.4	5.1	8	5
RL 31/04	68	4.7	107.5	5.8	11	7
RL 42/14	74	5.8	88.3	4.3	9	6
RL 16/11	88	3.3	124.1	3.2	10	7
RL 42/3	78	4.4	96.2	3.8	11	8
Ermak	68	3.6	104.5	4.0	8	7
F ₃ L 17/11 × L 14/07	86	7.1	134.3	6.2	12	8

Содержание гумуса – до 1,0 %. Среднегодовая сумма осадков составляет 476 мм, сумма положительных температур – 3500–4000 °С [8, с. 16], [10, с. 20]. Учитывали также различия по признакам листа (величина, форма, окраска) и плода (масса, форма, окраска, биохимический состав). Закладку полевых опытов, фенологические наблюдения, учет урожая проводили согласно Методическим указаниям по селекции сортов и гибридов томата для открытого и защищенного грунта [11, с. 64], [14, с. 56]. Испытание проводили в сравнении с лучшими районированными сортами (стандартами) в орошаемых условиях. Характерной особенностью климата Южной прикаспийской (плодской) зоны является засушливость (рис. 1).

Результаты (Results)

В исследования были включены штамбовые сорта Штамбовый 5 и Фонарик, среднеспелый Кубань 557 и среднепозднеспелые Волгоградский 5/95 и Краснодарец 87. Они отличаются неполегающим стеблем, укороченными междоузлиями, ограниченным ростом и малым количеством боковых стеблей. Продолжительность вегетационного периода у раннеспелых составляет 94–99 суток, у среднеспелого сорта Кубань 557 – 102 суток, среднепозднеспелые Краснодарец 87 и Волгоградский 5/95 – 116 и 120 суток, соответственно.

Морфологические признаки, имеющие немаловажное значение в архитектонике и габитусе растений, определяют многие их хозяйственные свойства,

в частности величину урожая, продолжительность плодоношения, жизнестойкость [12, с. 38], [13, с. 71]. По характеру роста штамбовые отнесены к детерминантным с высотой главного стебля у раннеспелых 50–78 см, средне- и позднеспелых – 61–92 см. Сорты различаются также по стеблеобразованию и габитусу растений (таблица 1). Среднее количество ветвей у раннеспелых сортов Фонарик и Штамбовый 5 составило 2,1 и 4,5 шт., а габитус растений – 72,4 и 133,2 см соответственно. Штамбовые линии средне- и позднеспелой группы созреваемости имели габитус от 83 до 164,6 см при среднем количестве стеблей 3,2–6,1 шт.

Наибольший габитус отмечен у родительской линии ЛШ 2/11 164,6, являющийся результатом последующих порядков ветвления и формирующихся на них соцветий, обеспечивающих наиболее высокий урожай данной линии. Листья штамбовых сортов сильно гофрированные с толстой пластинкой от светло-зеленой (Фонарик) до темно-зеленой (Краснодарец 87) окраски. Сорты Краснодарец 87 и Кубань 557 имеют крупные широколанцетные листья длиной 11–13 см при ширине 8 см. Остальные сорта отличаются яйцевидно-овальными листьями длиной 8–9 см при ширине 5–7 см.

Из сортообразцов обыкновенного типа (не штамбовых) исследованы раннеспелые линия РЛ 23/02, РЛ 31/04, РЛ 42/14, РЛ 16/11, РЛ 42/3; образцы гибридного происхождения селекции ФАНЦ республики; по характеру роста они являются полудетерминантными и имеют длину главного стебля от 51 до 88 см (таблица 1). Количество ветвей – 3,2–5,8. Габитус растений характеризуется приподнятым – полустоячим стеблем с обхватом 130 см и средней облиственностью. Длина междоузлий составляет 3,2–5,8 см. Окраска листьев светло-зеленая, по форме яйцевидная у РЛ 31/04 и широколанцетная картофельная у РЛ 16/11. Различаются они и по длительности вегетационного периода – соответственно 100 и 108 суток. Растения сорта Ермак также полудетерминантные, отличаются распростертым по земле лежающим стеблем длиной до 68 см, габитусом 104,5 см и вегетационным периодом 106–108 суток. Количество ветвей – 3,6. Растения зеленые, среднеоблиственные с удлиненно-яйцевидной формой листа и длиной междоузлия 4,0 см. Гибрид F_3 Л 17/11 × Л 14/07 местной селекции, среднеспелый, детерминантного типа с длиной главного стебля 86 см и габитусом 134,3 см. Число ветвей составляет 7,1 шт., длина междоузлий – 6,2 см. Растения сильно облиственные, зеленые, листья удлиненно-яйцевидной формы, слабогофрированные.

Из приводимых в таблице 2 сведений важным показателем в морфологическом строении томата является длина междоузлий, способствующая заложению большого количества соцветий на 1 м². По количеству соцветий большого разброса среди образцов не наблюдается. Разброс величин от самой короткой длины соцветия до самой длинной составляет от 10,9 до 16,1 см. Самые короткие соцветия формируют F_1 РЛ 31/04, F_1 ЛШ 2/11. Самые длинные соцветия зафиксиро-

ваны у сортов Кубань 557 – 16,1 см и F_1 ЛШ 4/22 – 15,7 см. Анализ средней завязываемости плодов показывает, что на формирование урожайности данный показатель оказывает несущественное влияние. Нестабильная завязываемость объясняется экстремальными температурами, приводящими к стерилизации пыльцевых зерен и нарушению процесса опыления.

В ряде случаев инбредные линии с высокой комбинационной способностью получают путем отбора и самоопыления форм растений из лучших простых гетерозисных гибридов F_1 . Естественный и искусственный отбор форм в инбредных потомствах на погашение действия полудетерминантного гена приводит к отбору форм растений с повышенным содержанием благоприятных генов (с повышенной жизнеспособностью растений).

Согласно данным анализа взаимодействий «год – генотип» (таблица 2), условия года в значительной степени определяют массу плодов с одного растения (66,1 %), в то время как количество плодов и средний вес плода детерминированы в основном генотипом: 92,8 и 73,2 % соответственно. Количество и величина плодов – признаки с сильной генетической детерминированностью, являющиеся компонентами массы плодов, что показывает сильную зависимость последнего показателя от условий года. Явление объясняется тем, что масса плодов с одного растения коррелирует довольно высоко ($r = 0,42–0,67$) с величиной плодов и незначительно – с количеством плодов ($r = 0,15–0,11$) (по данным 2017–2020 гг.). Исходя из этих данных, можно предположить наличие взаимодействий неаллельных доминантных генов, обуславливающих и другие признаки и влияющих на проявление гетерозисного эффекта отдельных свойств растений гибридов F_1 .

Возможно, существенная зависимость массы плодов с одного растения от их величины, а последней – от условий года (16,8 %) и взаимодействий «год – генотип» (9,5 %) делают весьма зависимой продуктивность растений от условий года. Тем не менее внутрикомбинационные события и фактор отбора (2 беккроссные популяции F_3 Л 17/11 × Л 14/07, РЛ 31/04, РЛ 16/11) повлияли на соотношение таких показателей, как уровень и вариабельность признаков продуктивности у гибридных популяций. При сочетании оптимальных показателей продуктивности указанные популяции проявляли и наименьшую их вариабельность, чем представляют значительный практический интерес.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Результаты проведенных исследований позволяют оценить морфобиологические параметры родительских пар, различающихся по типу куста, количество и завязываемость соцветий, подобранных для гибридизации по контрастным признакам. Стабильность продуктивности растений томата детерминирована в основном генетически обусловленной нормой реакции размера плода на условия года. Гетерозис по признаку «общая урожайность» преобладает у изученных ги-

Таблица 2
Особенности закладки соцветий исследуемыми образцами томата и их характеристики томата (2017–2020 гг.)

Образец	Закладка плодовых соцветий (над каким листом), л/шт	Средняя длина соцветия, см	Средняя завязываемость, %	Количество соцветий, шт.	Длина междоузлия, см
Штамбовые					
Фонарик (стандарт)	8	12,3	72,3	10	4,1
Штамбовый 5	9	14,5	81,0	9	4,5
Кубань 557	10	16,1	74,9	9	4,7
ЛШ 2/11	10	11,4	64,6	8	4,4
ЛШ 4/22	9	15,7	72,5	9	3,8
ЛШ 7/03	8	12,2	65,6	10	4,3
Краснодарец 87	10	14,1	69,2	9	4,6
Обыкновенные					
РЛ 23/02	9	12,6	66,3	8	4,5
RL 31/04	7	10,9	68,2	9	4,4
RL 42/14	8	13,5	74,8	10	4,2
РЛ 16/11	8	11,7	71,6	10	5,1
РЛ 42/3	10	14,2	80,0	9	4,2
Ермак (стандарт)	9	13,7	73,7	9	4,3
F ₃ Л 17/11 × Л 14/07	8	12,3	76,2	10	4,4

Table 2
Features of laying inflorescences studied tomato samples and their characteristics of tomato (2017–2020)

Sample	Bookmark of fruit inflorescences	Average inflorescence length, cm	Average tying, %	When honoring inflorescences, pcs.	Length of internodes, cm
Stamp					
Fonarik	8	12.3	72.3	10	4.1
Shtambovyuy 5	9	14.5	81.0	9	4.5
Kuban 557	10	16.1	74.9	9	4.7
LSh 2/11	10	11.6	64.6	8	4.4
LSh 4/22	9	15.7	72.5	9	3.8
LSh 7/03	8	12.2	65.6	10	4.3
Krasnodarets 87	10	14.1	69.2	9	4.6
Ordinary					
RL 23/02	9	12.6	66.3	8	4.5
RL 31/04	7	10.9	68.2	9	4.4
RL 42/14	8	13.5	74.8	10	4.2
RL 16/11	8	11.7	71.6	10	5.1
RL 42/3	10	14.2	80.0	9	4.2
Ermak	9	13.7	73.7	9	4.3
F ₃ L 17/11 × L 14/07	8	12.3	76.2	10	4.4

бридов в 2019 г., а в 2020 г. признак промежуточно наследовался. Изучение гетерозиса у гибридов томата F₁ доказало неравноценный вклад материнской и отцовской форм в генотип потомства по количественным признакам. Гибридные комбинации с участием сортов Фонарик, Штамбовый 5, Кубань 557 и линий RL 31/04, РЛ 16/11, ЛШ 7/03, ЛШ 4/22 в качестве как материнских, так и отцовских являются наиболее продуктивными. Материнская форма больше влияет на гибридное потомство, поэтому в качестве нее в скрещиваниях предпочтительнее использовать более продуктивный сорт.

В ходе анализа взаимодействий «год – генотип» при формировании некоторых параметров продуктивности томата установлены значительные сходства распределения генотипов-родителей по уровню средних значений и варибельности показателей продуктивности растений томата. Выявлены ценные для селекции гибридные популяции F₃Л 17/11 × Л 14/07, RL 31/04, РЛ 16/11, сочетающие хорошие показатели продуктивности с невысокой их варибельностью.

**Анализ взаимодействий «год – генотип»
при формировании некоторых параметров продуктивности томата**

Источники вариабельности	Степень свободы	Средняя сумма квадратов	F	Вклад в источник вариабельности, %
Масса плодов с одного растения				
Год	2	4 244 681	42,52*	66,1
Генотип	6	1 846 703	17,14*	23,5
Взаимодействия «год – генотип»	12	594 332	6,73*	8,6
Остаточные эффекты	188	112 264		1,8
Количество плодов с одного растения				
Год	2	57,3	1,00*	1,6
Генотип	6	3 123,7	55,00*	92,8
Взаимодействия «год – генотип»	12	144,2	24,30*	4,2
Остаточные эффекты	181	57,3		1,4
Средняя масса плодов				
Год	2	6 126,4	29,24*	16,8
Генотип	6	25 321,2	120,67*	73,2
Взаимодействия «год – генотип»	12	3 196,2	17,00*	9,5
Остаточные эффекты	188	203,6		0,5

* Достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Table 3

Analysis of interactions of the year and genotype when forming some parameters of tomato productivity

Sources of variability	Degree of freedom	Average square	F	Contribution to the source of variability, %
Mass of fruit from a single plant				
Year	2	4 244 681	42.52*	66.1
Genotype	6	1 846 703	17.14*	23.5
Interactions "year – genotype"	12	594 332	6.73*	8.6
Residual effects	188	112 264		1.8
Number of fruit per plant				
Year	2	57.3	1.00*	1.6
Genotype	6	3 123.7	55.00*	92.8
Interactions "year – genotype"	12	144.2	24.30*	4.2
Residual effects	181	57.3		1.4
Average weight of fruit				
Year	2	6 126.4	29.24*	16.8
Genotype	6	25 321.2	120.67*	73.2
Interactions "year – genotype"	12	3 196.2	17.00*	9.5
Residual effects	188	203.6		0.5

* Reliably at the level of importance $p \leq 0,05$.

Библиографический список

1. Бухаров А. Ф. Разнокачественность семян: теория и практика (обзор) // Овощи России. 2020. № 2. С. 23–31.
2. Маскаленко О. А., Беляева А. В., Мальцева Д. А., Нековаль С. Н. Изучение и поддержание генетической коллекции томата ФГБНУ ВНИИБЗР // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы X Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар, 2017. С. 366–367.
3. Михня Н. И., Лупашку Г. А., Кристя Н. И., Кошалык К. В. Вариабельность и наследуемость устойчивости перспективных линий томата к высоким температурам // Овощи России. 2020. № 6. С. 47–50.
4. Михеев Ю. Г., Леунов В. И., Ванюшкина И. А., Корнилов А. С., Лапина Н. А., Синиченко Н. А. Создание нового исходного материала овощных культур с ценными хозяйственными признаками для условий Приморского края // Картофель и овощи. 2020. № 7. С. 33–36.
5. Пивоваров В. Ф., Солдатенко А. В., Пышная О. Н., Надежкин С. М., Гуркина Л. К. Овощеводство – одно из приоритетных направлений сельскохозяйственного производства // Овощи России. 2020. № 1. С. 3–15.
6. Савченко И. В. Выведение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений // Вестник Российской Академии наук. 2017. Т. 87. № 4. С. 318–321.
7. Соколова Е. В., Мерзлякова В. М. Продуктивность и биометрические показатели плодов томата в зависимости от освещенности // Картофель и овощи. 2019. № 1. С. 25–26.

8. Козлова И. В. Создание новых стерильных линий томата с ценными хозяйственными признаками в условиях юга России // Известия ФНЦО. 2020. № 2. С. 43–48.
9. Кондратьева И. Ю., Енгальчев М. Р. Линии-доноры ценных хозяйственных признаков и характер наследования этих признаков в потомстве у томата // Известия ФНЦО. 2020. № 2. С. 49–55.
10. Огнев В. В., Терешонкова Т. А., Ховрин А. Н. Томат: селекция на страже здоровья // Известия ФНЦО. 2020. № 2. С. 32–37.
11. Остонакулов Т. Э., Муратов О. Х. Сорты и гетерозисные гибриды томата для повторной культуры // Картофель и овощи. 2021. № 2. С. 16–18.
12. Чернова Т. В., Огнев В. В., Корсунов Е. И. Томаты на юге России // Картофель и овощи. 2019. № 11. С. 20–23.
13. Osei M. K., Prempeh R., Adjebeng-Danquah J., et al. Marker-Assisted Selection (MAS): A Fast-Track Tool in Tomato Breeding // Recent Advances in Tomato Breeding and Production (S. T. Nyaku and A. Danquah, Eds.). InTechOpen, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.76007.
14. Fentik D. A. Review on Genetics and Breeding of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) // Advances in Crop Science and Technology. 2017. No. 5. Article number 306.
15. Kulus D. Tomato molecular breeding – a mini-review of latest achievements // Nauka Przyroda Technologie. 2018. No. 12 (1). Pp. 65–72.

Об авторах:

Низами Мейлиханович Велижанов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела плодовоовощеводства, ORCID 0000-0003-1297-1624, AuthorID 286958; +7 (8722) 60-07-26, velizhanov65@mail.ru

¹ Федеральное аграрное научное учреждение Республики Дагестан, Махачкала, Россия

Evaluation of the original forms of tomato for heterosis breeding

N. M. Velizhanov¹✉

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

✉ E-mail: velizhanov65@mail.ru

Abstract. The aim of this work is to study tomato sorters with contrasting complementary in hybridization of morpho-biological properties favorable for the expression of the effect of heterosis. **Novelty.** Tomatoes as a culture are quite plastic and easily adapted to the most diverse soil-climatic conditions of cultivation. Detectable natural mutations were easily fixed by screenings and gave rise to new and new forms. These changes concerned many signs and properties and allowed practically to design tomato plants for specific human needs. **Methods.** The studies included stamp varieties: Shtambovy 5 and Fonarik, medium-ripe Kuban 557 and medium late-ripe Volgogradskiy 5/95 and Krasnodarets 87. The test was carried out in comparison with the best districted varieties (standards) in irrigated conditions. **Results.** By the nature of growth, the greatest habitus was observed in the parent line LS 2/11 164.6, which is a consequence of the subsequent orders of branching and the inflorescences formed on them, providing the highest yield of this line. According to the analysis of interactions, the year and genotype for the conditions of the year strongly determine the mass of fruits from one plant (66.1 %), while the number of fruits and the average weight of the fruit are determined mainly by the genotype: 92.8 and 73.2 %, respectively. The number and size of fruits are signs with strong genetic determinancy, which are components of the mass of fruits, which shows a strong dependence of the latter indicator on the conditions of the year. When combining optimal productivity indicators, they also showed the least variability, which is of considerable practical interest.

Keywords: tomato, sort-forming, ripening, habitus, fruit, yield, sustainability, evaluation.

For citation: Velizhanov N. M. Otsenka iskhodnykh form tomata dlya geterozisnoy selektsii [Evaluation of the original forms of tomato for heterosis breeding] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-2-9. (In Russian.)

Date of paper submission: 25.03.2021, **date of review:** 06.04.2021, **date of acceptance:** 10.09.2021.

References

1. Bukharov A. F. Raznokachestvennost' semyan: teoriya i praktika (obzor) [Seed diversity: theory and practice (review)] // Vegetables of Russia. 2020. No. 2. Pp. 23–31. (In Russian.)
2. Maskalenko O. A., Belyaeva A. V., Mal'tseva D. A., Nekoval' S. N. Izuchenie i podderzhanie geneticheskoy kolleksii tomata FGBNU VNIIBZR [Study and maintenance of the tomato genetic collection of the Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection] // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: materialy Kh Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh. Krasnodar, 2017. Pp. 366–367. (In Russian.)
3. Mikhnya N. I., Lupashku G. A., Kristya N. I., Koshalyk K. V. Variabel'nost' i nasleduemost' ustoychivosti perspektivnykh liniy tomata k vysokim temperaturam [Variability and a legacy of the stability of promising tomato lines to high temperatures] // Vegetables of Russia. 2020. No. 6. Pp. 47–50. (In Russian.)
4. Mikheev Yu. G., Leunov V. I., Vanyushkina I. A., Kornilov A. S., Lapina N. A., Sinichenko N. A. Sozdanie novogo iskhodnogo materiala ovoshchnykh kul'tur s tsennymi khozyaystvennymi priznakami dlya usloviy Primorskogo kraya [Creating a new source material of vegetable crops with valuable economic signs for the conditions of the Seaside region] // Potatoes and vegetables. 2020. No. 7. Pp. 33–36. (In Russian.)
5. Pivovarov V. F., Soldatenko A. V., Pyshnaya O. N., Nadezhkin S. M., Gurkina L. K. Ovoshchevodstvo – odno iz prioritnykh napravleniy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva [Vegetable production is one of the priority areas of agricultural production] // Vegetables of Russia. 2020. No. 1. Pp. 3–15. (In Russian.)
6. Savchenko I. V. Vyvedenie novykh sortov i gibridov sel'skokhozyaystvennykh rasteniy [Breeding new varieties and hybrids of agricultural plants] // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017. T. 87. No. 4. Pp. 318–321. (In Russian.)
7. Sokolova E. V., Merzlyakova V. M. Produktivnost' i biometricheskie pokazateli plodov tomata v zavisimosti ot osveshchennosti [Productivity and biometric indicators of tomato fruits depending on the light] // Potatoes and vegetables. 2019. No. 1. Pp. 25–26. (In Russian.)
8. Kozlova I. V. Sozdanie novykh steril'nykh liniy tomata s tsennymi khozyaystvennymi priznakami v usloviyakh yuga Rossii [Creation of new sterile tomato lines with valuable economic features in the conditions of southern Russia] // News of FSVC. 2020. No. 2. Pp. 43–48. (In Russian.)
9. Kondrat'eva I. Yu., Engalychev M. R. Linii-donory tsennykh khozyaystvennykh priznakov i kharakter nasledovaniya etikh priznakov v potomstve u tomata [Donor lines of valuable economic traits and the nature of inheritance of these traits in the offspring of tomato] // News of FSVC. 2020. No. 2. Pp. 49–55. (In Russian.)
10. Ognev V. V., Tereshonkova T. A., Khovrin A. N. Tomat: selektsiya na strazhe zdorov'ya [Tomato: selection on the guard of health] // News of FSVC. 2020. No. 2. Pp. 32–37. (In Russian.)
11. Ostonakulov T. E., Muratov O. Kh. Sorta i geterozisnye gibridy tomata dlya povtorno kul'tury [Varieties and heterosis hybrids of tomato for re-culture] // Potatoes and vegetables. 2021. No. 2. Pp. 16–18. (In Russian.)
12. Chernova T. V., Ognev V. V., Korsunov E. I. Tomaty na yuge Rossii [Tomatoes in southern Russia] // Potatoes and vegetables. 2019. No. 11. Pp. 20–23. (In Russian.)
13. Osei M. K., Prempeh R., Adjebeng-Danquah J., et al. Marker-Assisted Selection (MAS): A Fast-Track Tool in Tomato Breeding // Recent Advances in Tomato Breeding and Production (S. T. Nyaku and A. Danquah, Eds.). InTechOpen, 2018. DOI: 10.5772/intechopen.76007.
14. Fentik D. A. Review on Genetics and Breeding of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) // Advances in Crop Science and Technology. 2017. No. 5. Article number 306.
15. Kulus D. Tomato molecular breeding – a mini-review of latest achievements // Nauka Przyroda Technologie. 2018. No. 12 (1). Pp. 65–72.

Authors' information:

Nizami M. Velizhanov¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of horticulture, ORCID 0000-0003-1297-1624, AuthorID 286958; +7 (8722) 60-07-26, velizhanov65@mail.ru

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

Экологическая оценка влияния сельскохозяйственной деятельности на эмиссию углекислого газа из чернозема выщелоченного Тобол-Ишимского междуречья

М. Г. Касторнова¹, Е. А. Демин¹, Д. И. Еремин¹✉

¹ Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

✉ E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Аннотация. Цель настоящей работы – изучение эмиссии диоксида углерода с поверхности целинного и пахотного чернозема в течение вегетационного периода Тобол-Ишимского междуречья. **Методы.** Исследования проводили на целине, в чистом пару, под зерновыми культурами и кукурузой с мая по октябрь. Интенсивность выделения углекислого газа определяли методом Штатнова с титрованием в полевых условиях. **Результаты.** Исходя из ранее проведенных исследований, на основе научно обоснованных подходов, а также собственных экспериментальных данных изучена взаимосвязь между эмиссией углекислого газа и гидротермическими условиями гумусового слоя (0–30 см), а также определена степень влияния вида угодий и сельскохозяйственных культур на выделение CO₂ с поверхности чернозема выщелоченного. Установлено, что черноземы Западной Сибири характеризуются очень низкой биологической активностью в весенние и осенние периоды. Эмиссия CO₂ в мае в среднем составила 1,0–1,6 кг/га в час при коэффициенте вариации 8 %. Пик выделения углекислого газа в атмосферу приходится на июнь – июль (2,6–6,5 кг/га в час). Выявлено, что под зерновыми культурами газообразные потери C–CO₂ в летний период составляют 4,1–6,5 кг/га в час, а на участке чистого пара – 2,3–3,4 кг/га в час. Определяющую роль в интенсивности выделения углекислого газа играет температура почвы ($r = 0,7$). За годы исследований засушливые периоды отсутствовали, что не позволило установить достоверное влияние увлажнения почвы на эмиссию CO₂, коэффициент корреляции составил 0,2 ед. На основании полученных результатов была выявлена низкая степень (12,8 %) влияния вида угодий (целина/пашня) и культур (зерновые/кукуруза) на интенсивность выделения углекислоты в атмосферу с поверхности чернозема. Максимальная степень влияния была у гидротермических условий почвы (65 %), от которых зависела активность почвенной микробиоты и корневой системы растений. **Научная новизна.** Впервые для Тобол-Ишимского междуречья была изучена интенсивность выделения диоксида углерода с поверхности чернозема выщелоченного и установлена степень влияния антропогенного фактора на фоне особенностей гидротермического режима почвы.

Ключевые слова: эмиссия углекислого газа; круговорот углерода; биологическая активность почв; сельскохозяйственная деятельность; экологический мониторинг; антропогенный фактор; почвенное органическое вещество; карбоновый след.

Для цитирования: Касторнова М. Г., Демин Е. А., Еремин Д. И. Экологическая оценка влияния сельскохозяйственной деятельности на эмиссию углекислого газа из чернозема выщелоченного Тобол-Ишимского междуречья // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 10–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-10-20.

Дата поступления статьи: 02.09.2021, **дата рецензирования:** 06.09.2021, **дата принятия:** 09.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Почва является одним из главных поставщиков диоксида углерода в атмосферу нашей планеты. В общепланетарном масштабе с поверхности суши за год выделяется до 100 Гт CO₂ [1], но при этом значительная часть углерода сосредоточена в виде почвенного органического вещества [2]. Определение эмиссии углекислого газа с поверхности почвы лежит в основе экологического мониторинга [3]. Интенсивность выделения CO₂ имеет достоверную взаимосвязь с деятельностью аэробной микрофлоры,

которая минерализует в почве растительные остатки и гумусовые вещества [4], [5]. Поэтому выделяющийся из почвы диоксид углерода является информативным показателем функционального состояния всей экосистемы [6].

В современных условиях ведения сельского хозяйства биологическая активность почв существенно возросла. Причинами этого являются применение механической обработки почвы на большую глубину и ежегодный оборот пласта, что поддерживает в гумусовом слое очень высокую степень аэрации

[7], [8]. Также на биологическую активность влияют минеральные удобрения, внося которые аграрии стимулируют деятельность целлюлозоразрушающей микробиоты [9]. Но несмотря на столь серьезное проявление антропогенного фактора на землях сельскохозяйственного назначения, эмиссия углекислого газа с поверхности пашни изучена недостаточно и носит фрагментарный характер. Наиболее низкая степень изученности отмечается в Западной Сибири, где сельскохозяйственное производство появилось значительно позже, чем в европейской части России.

В ранних исследованиях почвоведов, биохимиков и физиологов отмечается, что объем диоксида углерода формируется за счет деятельности почвенной микробиоты и корневой системы произрастающей растительности [10]. Поэтому смена естественных фитоценозов на агроценозы вносит определенный вклад в изменение скорости выделения углекислого газа с поверхности почвы. Также нельзя отрицать и последствий глобального потепления, которое косвенно отражается в изменении поступления CO_2 в атмосферу [11]. Совокупность приведенных фактов свидетельствует об особой актуальности детального изучения эмиссии углекислого газа из почв, вовлеченных в сельскохозяйственный оборот. Особенно это актуально для черноземных почв, в которых сосредоточены огромные запасы углерода и азота в органических соединениях [12–14]. Совокупность данных элементов и благоприятные гидротермические условия гумусового слоя обуславливают очень высокую микробиологическую активность [15].

Целью настоящей работы была оценка выделения диоксида углерода с поверхности чернозема выщелоченного, образующегося в результате дыхания корней растений и жизнедеятельности почвенной микробиоты в зависимости от экологических факторов.

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальный участок, где проводили сезонные наблюдения за эмиссией углекислого газа из почвы, располагается в северной лесостепи Тюменской области ($56^{\circ}20'$ с. ш.; $66^{\circ}33'$ в. д.) Тобол-Ишимского междуречья. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, сформировавшийся на карбонатных лёссовидных суглинках. Формула генетического профиля: A_{max} (30 см) – A (10 см) – AB_1 (8 см) – B_2 (52 см) – B_k (65 см) – C_k . Рельеф участка – слабоволнистая равнина с значительным региональным уклоном в северо-восточном направлении. Почва участка характеризуется близкой к нейтральной реакцией среды ($\text{pH} = 6,5\text{--}6,8$ ед.); высокой емкостью катионного обмена (38–42 ммоль / 100 г почвы) при степени насыщенности основаниями 90–92 %. Содержание органического углерода в пахотном горизонте составляет 5,8–5,9 %. Общие запасы $C_{\text{орг}}$ в метровом слое достигают 270 т/га, 80 % из них сосредоточены в слое 0–50 см.

Почвенный покров Тобол-Ишимского междуречья развивается в условиях среднеконтинентального

климата. Среднегодовая температура воздуха составляет $0,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое значение осадков – 374 мм, 80 % из которых выпадает в теплый период (с апреля по октябрь). Гидротермический коэффициент территории, где располагается экспериментальный участок, – 1,2 ед., что соответствует периодически промывному типу водного режима. Глубина промерзания варьирует по годам и территории – от 75 до 225 см, что обуславливает неравномерность протекания биологических процессов в почве [16].

Изучение эмиссии диоксида углерода с поверхности пахотного и целинного чернозема проводили с мая по октябрь (6 раз в месяц с интервалом 5 суток) в 2016–2020 гг. на стационарной площадке кафедры почвоведения и агрохимии, расположенной в Заводоуковском районе Тюменской области.

Схема опыта предусматривала одновременное измерение выделяющегося углекислого газа с поверхности целинного участка и пашни. Ботанический состав целины представлен злаково-бобовыми растительными ассоциациями с преобладанием порезника сибирского (*Libanotis sibirica*), вероники колосистой (*Veronica spicata*), чины луговой (*Lathyrus pratensis*), тимофеевки луговой (*Phleum pratense*), лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis*). На пашне присутствовали площадки без растительности (чистый пар); зерновые культуры сплошного сева (яровая пшеница, ячмень и овес) и пропашные культуры, представленные кукурузой, выращиваемой по зерновой технологии. Система основной обработки почвы на пашне отвальная, разноглубинная: под зерновые культуры вспашка велась на 20–22 см; под кукурузу – 25–27 см. Технология выращивания и ухода за культурами общепринятая для северной лесостепи Западной Сибири [17], [18].

Определение углекислого газа проводили адсорбционным методом в модификации И. Н. Шаркова [19]. В опыте использовали сосуды из полипропилена диаметром 10 см и высотой 15 см. Сосуд-изолятор устанавливали на поверхности почвы и заглубляли на 5 см. В месте установки сосуда надземную часть растений срезали на уровне почвы. Внутри ставили пластиковую чашку Петри диаметром 6 см с 10 мл гидроксида натрия (1,0 н). Сосуд плотно закрывали крышкой. Через сутки (24 часа) извлекали чашку и в полевых условиях титровали раствор соляной кислоты (0,2 н). Выделенное почвой за экспозицию количество CO_2 рассчитывали с учетом холостого титрования (щелочь на период экспозиции помещали в сосуд без почвы объемом, равным объему свободного пространства в рабочем сосуде). Параллельно с определением эмиссии диоксида углерода измеряли температуру и отбирали агрохимическим шупом образцы почвы для определения влажности пахотного слоя (0–30 см). Математическую обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты (Results)

Эмиссия диоксида углерода почвами имеет ярко выраженную динамику в течение теплого периода. Она зависит от сочетания различных факторов: температуры и режима увлажнения почвы; физиологического состояния произрастающих в данный момент растений и микробных сообществ. В агроэкосистемах на характер выделения углекислого газа из почвы влияют механические обработки, минеральные и органические удобрения, виды сельскохозяйственных растений [20–22]. Однако антропогенное воздействие может оказать влияние только в границах общей динамики эмиссии CO₂, ограниченной гидротермическими (климатическими) условиями региона.

Наши исследования показали, что величина выделения углекислого газа из чернозема в атмосферу в лесостепной зоне Западной Сибири отличается очень сильной неравномерностью в течение вегетационного периода (Cv более 75 %) и по годам наблю-

дений (Cv = 25–45 %). Характер эмиссии CO₂ чернозема выщелоченного определяется, как показывают многочисленные исследования, гидротермическим режимом почв [23]. Погодные условия в годы проведения исследований (2016–2020 гг.) различались по температурному режиму, но не имели достаточного варьирования по увлажнению. Это дало возможность установить положительную корреляцию между температурой почвы и эмиссией углекислого газа ($r = 0,7$). Взаимосвязь между влажностью пахотного горизонта и дыханием почвы установить не удалось – коэффициент корреляции был 0,4 ед. За годы исследований влажность в слое 0–30 см целинного участка не опускалась ниже 17 % от массы почвы (рис. 1). На участке пашни диапазон варьирования влажности пахотного горизонта был значительно шире, но по причине влияния элементов системы земледелия установить достоверную зависимость между увлажнением и эмиссией углекислого газа не представлялось возможным.

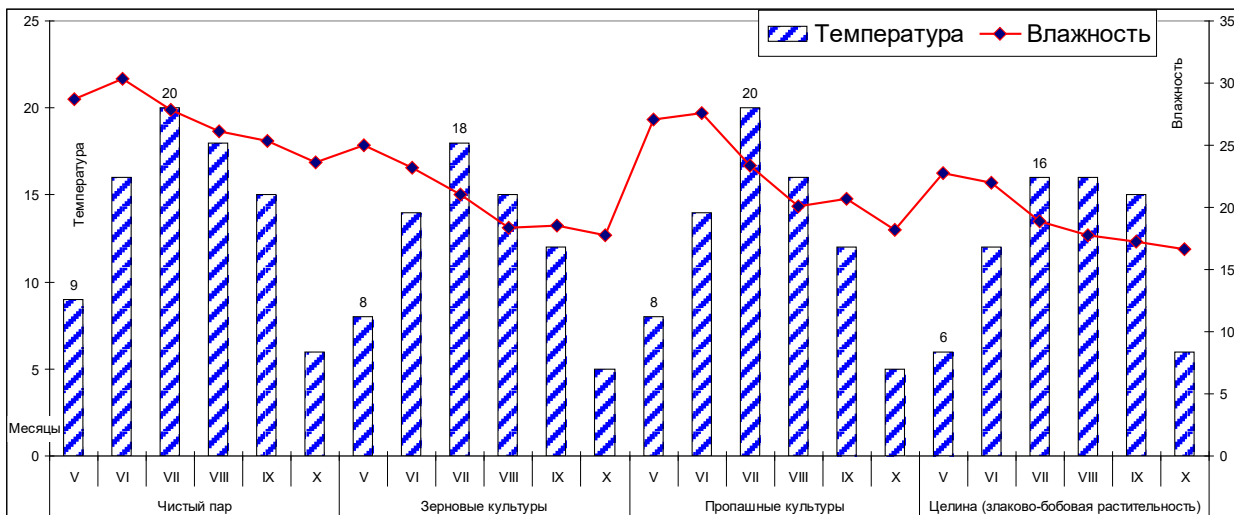


Рис. 1. Динамика влажности (% от массы почвы) и температуры (°C) пахотного (гумусового) слоя чернозема выщелоченного, 2016–2020 гг.

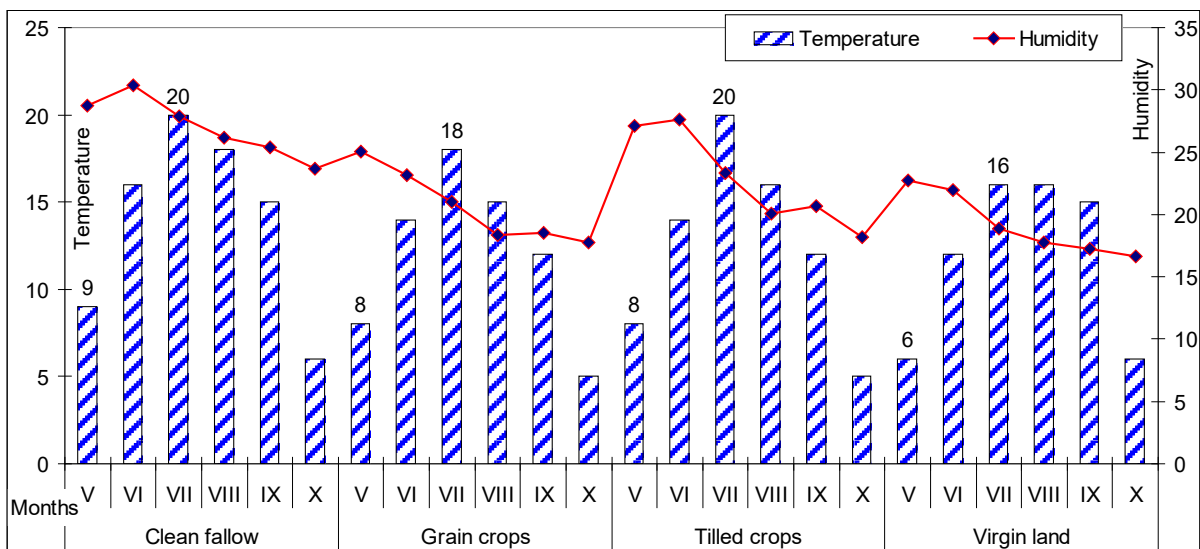


Fig. 1. Dynamics of humidity (% of soil mass) and temperature (°C) of the arable (humus) layer of leached chernozem, 2016–2020

Во все годы наблюдений наименьшим выделением углекислого газа характеризовались весенний (май) и осенний (октябрь) месяцы. В среднем за годы исследований эмиссия CO_2 в мае составила на целине 1,6 кг/га в час, тогда как на пахотном участке – 1,0–1,3 кг/га (рис. 2). Наличие в опытах чистого пара, который в течение вегетационного периода находился без растительности, дало возможность установить вклад почвенной микробиоты и корней в газообразные потери углерода из чернозема. На долю дыхания корней многолетней травяной растительности (целина) приходилось 38 % с варьированием по годам от 22 до 40 %. Соответственно, 62 % газообразных потерь углерода приходилось на аэробную микрофлору.

Посев зерновых культур и кукурузы в лесостепной зоне Зауралья приходится в среднем на вторую – третью декаду мая, поэтому не менее 20 суток почва находится без растительности, а следовательно,

выделение CO_2 идет только за счет микробиоты. В третьей декаде появляются всходы и эмиссия углекислого газа возрастает относительно чистого пара. В среднем за май под посевами зерновых культур и кукурузы она не имеет достоверных различий и составляет 1,2–1,3 кг/га в час. В жаркий год (2020) дыхание почвы возрастало до 1,7–1,9 кг/га в час.

Гидротермические условия июня в лесостепной зоне Западной Сибири сильно варьируют по годам. В наших исследованиях средняя температура почвы на целине изменялась в диапазоне от 10 до 14 °С при влажности от 19 до 29 %. Это оказывает серьезное влияние на активность микробиоты и деятельность корней. Интенсивность выделения углекислого газа на целине в среднем за годы исследований составила 4,6 кг/га в час. На участке чистого пара эта величина была в 2 раза меньше (2,3 кг/га), что указывает на равнозначность микробиоты и корней в формировании газообразных потерь углерода в начале лета.

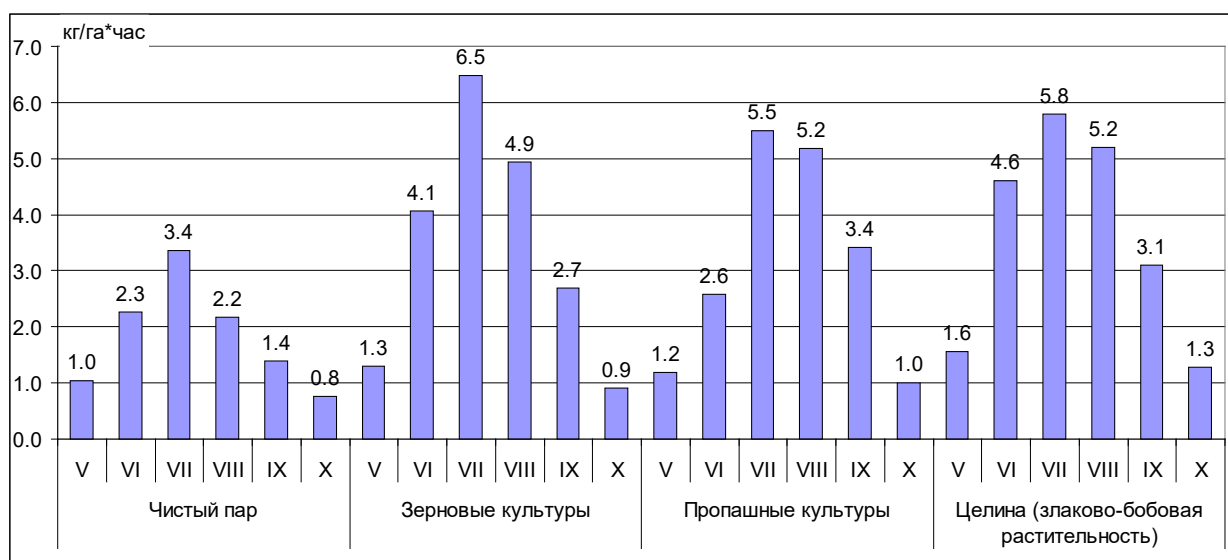


Рис. 2. Эмиссия углекислого газа с поверхности чернозема выщелоченного в течение вегетационного периода (2016–2020 гг.), кг/га в час

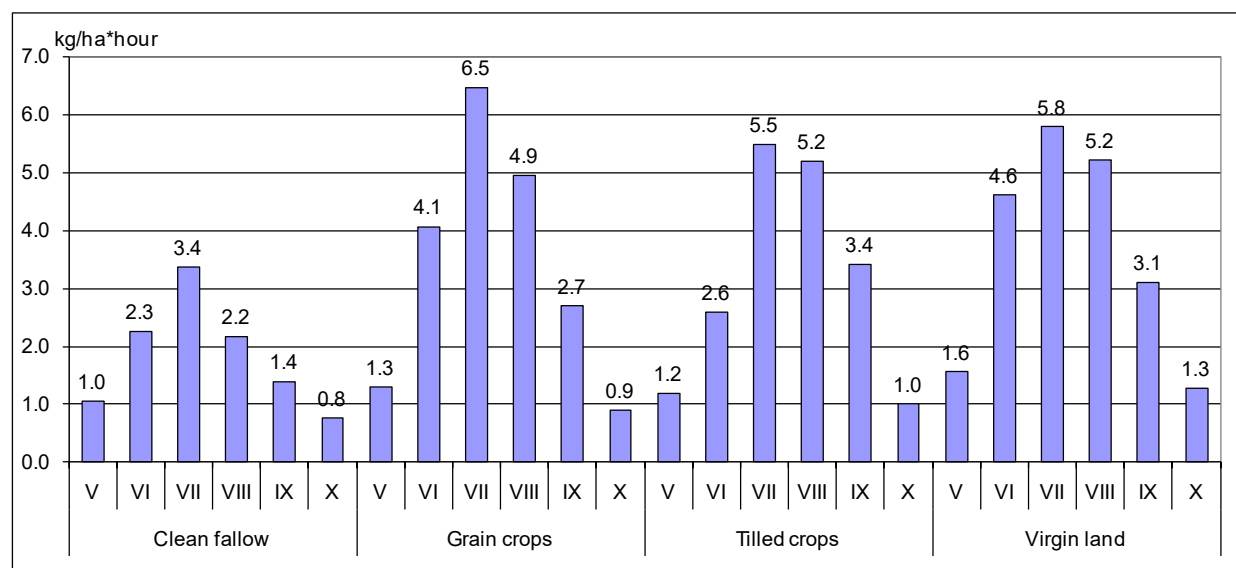


Fig. 2. Carbon dioxide emission from the surface of leached chernozem during the growing season (2016–2020), kg/ha per hour

Зерновые культуры в июне формируют в слое 0–30 см корневую систему, схожую по биомассе с многолетними травами целины [24]. Поэтому эмиссия углекислого газа в этот месяц незначительно уступает целине. Однако нужно отметить и факт активного применения минеральных удобрений под зерновые культуры, которые значительно усиливают микробиологическую активность, что было доказано в проведенных ранее исследованиях кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья [25]. Под кукурузой дыхание почвы было значительно ниже, чем под зерновыми культурами, и больше соответствовало значениям чистого пара, чем целине. Данный факт обусловлен незначительной корневой массой кукурузы в этот месяц, что является ее биологической особенностью.

Погода июля лесостепной зоны Зауралья характеризуется высокой температурой воздуха при нестабильном атмосферном увлажнении [26], что отражается на гидротермических условиях плодородного слоя почвы. Средняя влажность слоя 0–30 см в июле на целине составляет 19 % от массы почвы; на пашне она варьирует от 21 (зерновые) до 28 (чистый пар) %. Столь существенная разница влажности обусловлена различной эффективностью поглощения растениями и физическим испарением на изучаемых площадках.

Температурный режим чернозема выщелоченного в июле остается в пределах биологического оптимума, что при достаточном увлажнении обуславливает максимальную эмиссию диоксида углерода на протяжении вегетационного периода. На целине она достигает 5,8 кг/га в час, что на 20 % выше значений июня. В это же время на участке чистого пара также происходит увеличение потерь C–CO₂, но в меньшей степени, чем на целине, – 3,4 кг/га в час. Вклад корневой системы в эмиссию составляет 41 %. Максимальная величина выделения CO₂ в атмосферу из чернозема была отмечена на участке с зерновыми культурами – 6,5 кг/га, что на 11 % выше значений целины. В июле кукуруза формирует мощную корневую систему, роль которой в газообразных поте-

рях углерода составляет 38 % при общей эмиссии 5,5 кг/га в час.

Температурный режим и влажность слоя 0–30 см в августе не имеют существенных отличий от июля, поэтому на целине эмиссия углекислого газа оставалась на уровне 5,2 кг/га в час с варьированием по годам от 4,3 (2016 г.) до 5,9 (2020 г.) кг/га. 2020 год характеризовался пониженной влажностью (13,5 мм) и повышенной температурой (18,1 °C) относительно 2016 года. Однако выделение почвой CO₂ было достоверно выше. Это указывает на то, что для почв Западной Сибири определяющим фактором эмиссии диоксида углерода в первую очередь является температура.

Было установлено, что в августе эмиссия углекислого газа с поверхности чистого пара уменьшилась с 3,4 до 2,2 кг/га в час. Гидротермические условия в августе были оптимальны, поэтому причиной снижения биологической активности чернозема мог стать дефицит растительных остатков. На участке зерновых культур выделение CO₂ уменьшилось с 6,5 до 4,9 кг/га в час.

Осенний период в лесостепи Западной Сибири в целом характеризуется пониженными температурами воздуха на фоне частых затяжных дождей. Это отражается на гидротермических условиях пахотного слоя. В среднем за годы исследований температура почвы в слое 0–30 см на целине составила 15 °C при варьировании по годам в пределах 12,7–18,5 °C. Влажность в среднем была равна 17 % от массы почвы. Несмотря на относительно удовлетворительные гидротермические условия в гумусовом слое, эмиссия углекислого газа уменьшилась, достигнув 3,1 кг/га в час. Чуть меньше выделилось CO₂ на участке с зерновыми культурами, которые были убраны во второй половине сентября. Под пропашными культурами эмиссия диоксида углерода составила 3,4 кг/га в час. На участке без растительности (чистый пар) биологическая активность была более чем в 2 раза ниже значений целины, что обусловлено дефицитом растительных остатков.

Таблица 1
Результаты двухфакторного дисперсионного анализа эмиссии углекислого газа с поверхности чернозема выщелоченного

Источник вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{теор.}}$	Влияние, %
Угодье/культуры	57	3	19,9	48,3	2,7	12,8
Гидротермические условия пахотного слоя	288	5	57,5	147,3	2,3	65,0
Взаимодействие	36	15	2,4	6,1	1,8	8,2

Table 1
Results of two-factor dispersion analysis of carbon dioxide emissions from the surface of leached chernozem

Source of variation	Sum of squares	Degrees of freedom	Variance	F_{fact}	F_{theor}	Influence, %
Land/culture	57	3	19.9	48.3	2.7	12.8
Hydrothermal conditions of the arable layer	288	5	57.5	147.3	2.3	65.0
Interaction	36	15	2.4	6.1	1.8	8.2

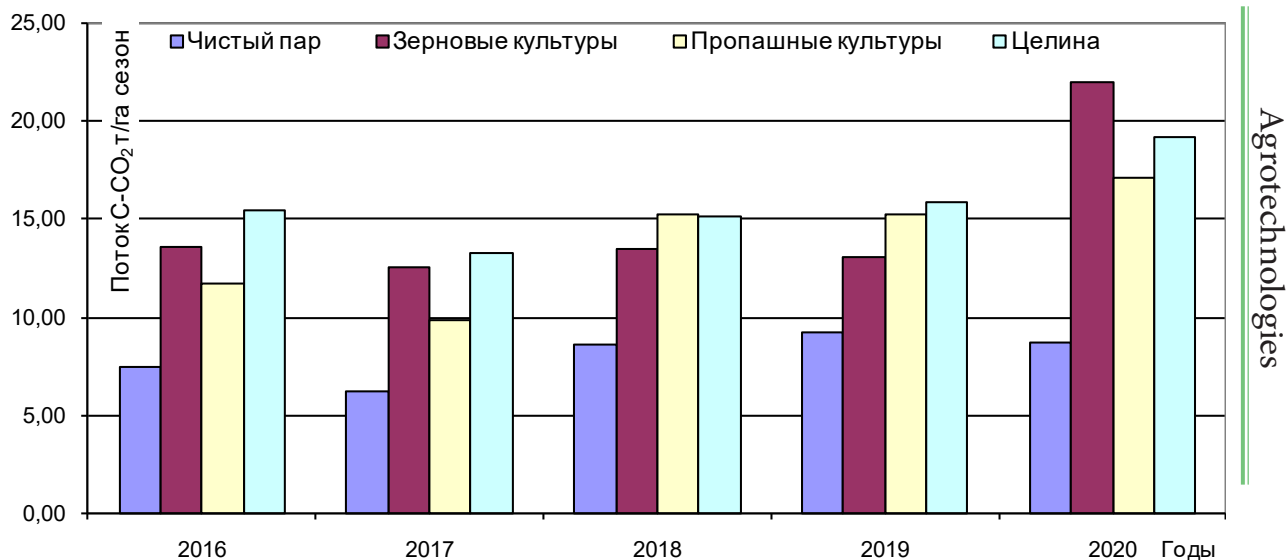


Рис. 3. Суммарный поток углерода в виде углекислоты с поверхности чернозема выщелоченного за период с мая по октябрь, кг C-CO₂/га за сезон

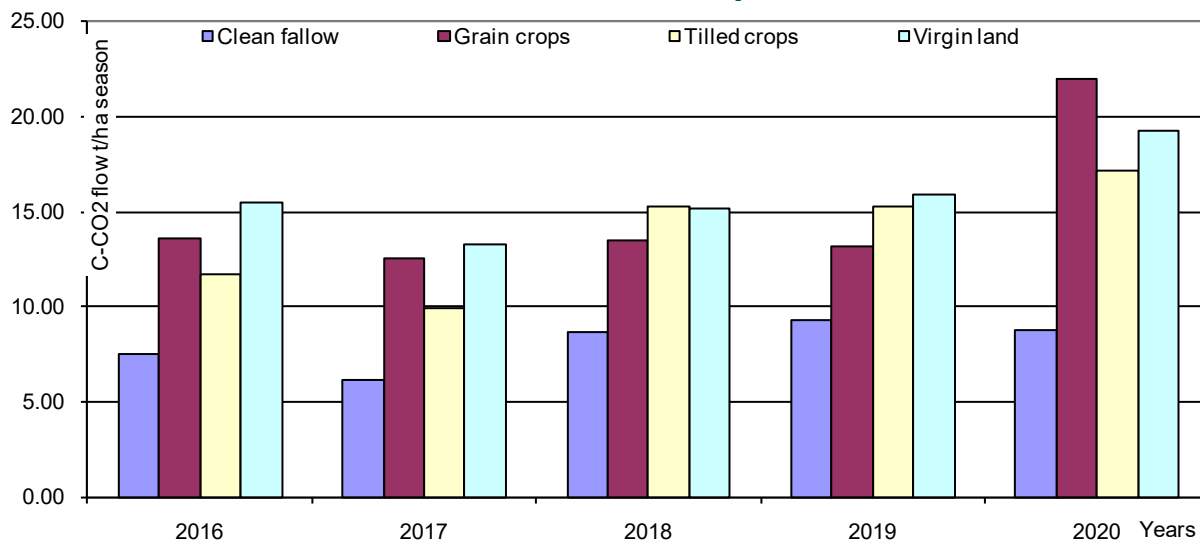


Fig. 3. Total carbon flux in the form of carbon dioxide from the surface of leached chernozem for the period from May to October, kg of C-CO₂/ha per season

В октябре эмиссия CO₂ на целине и пашне становится минимальной и варьирует в пределах от 0,8 (чистый пар) и до 1,3 кг/га в час (зерновые культуры). На основании проведенных исследований установлено, что высокая биологическая активность чернозема выщелоченного характерна только для периода с июня по сентябрь.

Дисперсионный анализ показал, что эмиссия диоксида углерода достоверно зависит от вида угодий (целина/пашня) и высеваемых культур (зерновые/пропашные): $F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$ при дисперсии 19,9 (таблица 1). Степень влияния составила 12,8 %. Максимальным влиянием на биологическую активность почвы и выделение с ее поверхности углекислого газа обладают гидротермические условия пахотного слоя – 65,0 %. Дисперсия данного источника вариации была существенно выше, достигая 57,5. Взаимодействие двух факторов имеет минимальную степень влияния – 8,2 %.

Для оценки вклада пахотных почв в карбоновый след необходим анализ суммарной эмиссии углекислого газа за сезон. Основными экологическими факторами, определяющими серьезное варьирование выделяющегося углекислого газа в течение вегетационного периода и по годам, являются температурный режим почвы и нестабильное увлажнение плодородного слоя. Помимо этого, накладываются определенные антропогенные факторы в виде высеваемой культуры, наличия в севообороте чистых паров, механической обработки и минеральных удобрений [27], [28]. В среднем за вегетационный период (май – октябрь) эмиссия диоксида углерода с поверхности целинного участка достигла 15,8 т/га, что соответствовало 2,6 т/га в месяц (рис. 3). Межгодовая вариабельность суммарных сезонных потоков углекислого газа составила 29 %. Как отмечают В. Н. Кудеяров и И. Н. Курганова [29], интенсивность выделения CO₂ почвами Российской Федерации в течение вегетационного периода может достигать

10–12 т/га. Поскольку участок чистого пара был освобожден от растительности на протяжении всего вегетационного периода, это дало возможность определить вклад почвенной микробиоты в газо-выделение чернозема выщелоченного. В среднем за годы с поверхности черного пара выделялось в атмосферу 8,1 т С–СО₂/га в сезон с варьированием в пределах 7,5–9,3 т/га. Межгодовая вариабельность составила 19 %, что соответствовало средней степени изменчивости.

Выращивание зерновых и пропашных культур предусматривает определенное воздействие на почву. Механическая обработка почвы значительно повышает аэрацию плодородного слоя, а минеральные удобрения активизируют почвенную микробиоту и усиливают дыхание корневой массы [30]. В среднем сезонная эмиссия углекислого газа на этих вариантах не имела существенных отличий – 14,9 и 13,8 т/га соответственно. Однако размах значений сильно отличался. На участке зерновых культур в годы исследований выделялось от 12,5 (2017 г.) до 22,0 (2020 г.) т/га диоксида углерода. Межгодовая вариабельность была максимальной в опыте – 105 %. Вариант, где высевали кукурузу (пропашная культура), характеризовался меньшим размахом значений – от 9,9 до 17,1 т С–СО₂/га за сезон. Коэффициент вариабельности на этом варианте был значительно меньше (63 %), но также соответствовал высокой степени изменчивости. Вклад корневой массы зерновых культур в дыхание почвы составил 46 %, кукурузы – 41 % от сезонной эмиссии СО₂ с поверхности пахотного чернозема выщелоченного.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В ходе проведенных многолетних исследований было установлено, что интенсивность выделения СО₂ с поверхности почвы существенно варьировала на протяжении вегетационного периода. Эмиссия в значительной степени зависела от погодных и гидротермических условий в определенный год исследований. Выявлен минимум биологической активности в мае и октябре, где эмиссия углекислого газа не превышала 2 кг/га в час. Лимитирующим фактором биологической активности стала температура гумусового горизонта. Максимум интенсивности выделения СО₂ с поверхности отмечался во все годы исследований в июле – августе. Эмиссия диоксида углерода на пашне зависела от вида выращиваемой культуры – доля влияния составила 12,8 %. Чистый пар характеризовался минимальным выделением СО₂ в атмосферу на протяжении всего вегетационного периода – 1,0–3,4 кг/га в час, тогда как в посевах зерновых культур – 0,9–6,5 кг/га в час. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири на эмиссию углекислого газа с поверхности чернозема выщелоченного оказывали влияние гидротермические условия (65 %), складывающиеся в слое 0–30 см. Вклад пахотных черноземов Западной Сибири в карбоновый след атмосферы планеты составляет 8,1–14,9 т С–СО₂/га за вегетационный период (май – октябрь), что не превышает значений целины, где эмиссия диоксида углерода равна 15,8 т/га. Посевы зерновых и пропашных культур обуславливают очень сильную межгодовую вариабельность дыхания почвы – коэффициент вариации достигает 105 и 63 % соответственно.

Библиографический список

1. Quere C. Le. Global carbon budget // *Earth System Science Data*. 2016. No. 8. Pp. 605–649.
2. Dencső M., Horel Á., Tóth E., Bogunovic I. Effects of environmental drivers and agricultural management on soil CO₂ and N₂O emissions // *Agronomy*. 2021. Vol. 11. No. 1. DOI: 10.3390/agronomy11010054.
3. Jain A., Yang X., Khesghi H., McGuire A. D., Post W., Kicklighter D. Nitrogen attenuation of terrestrial carbon cycle response to global environmental factors // *Global Biogeochemistry Cycles*. 2009. No. 23. Article number GB4028.
4. Ахтямова А. А. Использование соломы для стабилизации гумусового состояния чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Тюмень, 2018. 18 с.
5. Akhtyamova A. A., Kulyasova O. A. Nutrient Concentration of Straw during its Degradation in the Conditions of Forest-Steppe Zone of Trans-Urals // *International scientific and practical conference "AgroSMART – Smart solutions for agriculture"* (AgroSMART 2018). Series: *Advances in Engineering Research*. Tyumen, 2018. Pp. 6–10. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.2.
6. Мильхеев Е. Ю. Оценка дыхания лугово-болотных почв дельты р. Селенги (Западное Забайкалье) // *Агрохимия*. 2020. № 1. С. 70–74.
7. Рзаева В. В. Качество основной обработки почвы в Северной лесостепи Тюменской области // *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 12 (135). С. 29–33.
8. Миллер Е. И., Рзаева В. В., Миллер С. С. Агрофизические свойства и урожайность кукурузы в зависимости от основной обработки почвы в Северной лесостепи Тюменской области // *Аграрный вестник Урала*. 2018. № 9 (176). С. 9–13.
9. Еремин Д. И., Попова О. Н. Влияние минеральных удобрений на интенсивность разложения целлюлозы в пахотном черноземе лесостепной зоны Зауралья // *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. 2016. № 4 (35). С. 27–33.
10. Yevdokimov I. V., Larionova A. A., Lopes De Gerenyu V. O. Experimental assessment of the contribution of plant root respiration to the emission of carbon dioxide from the soil // *Eurasian Soil Science*. 2010. Vol. 43. No. 12. Pp. 1373–1381. DOI: 10.1134/S1064229310120070.

11. Розенберг Г. С., Коломыц Э. Г. Моделирование углеродного баланса лесных экосистем при глобальном потеплении // Вестник экологического образования в России. 2016. Т. 1. С. 10–12.
12. Еремин Д. И. Минеральные удобрения и плодородие Сибирского чернозема. Результаты многолетних исследований // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 4 (24). С. 36–40.
13. Демин Е. А., Барабанщикова Л. Н. Динамика поглощения азота кукурузой, выращиваемой в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (65). С. 9–13.
14. Ульянова О. А., Кураченко Н. Л., Чупрова В. В. Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Агрехимия. 2010. № 1. С. 10–19.
15. Майсямова Д. Р., Еремин Д. И. Изменение микрофлоры пахотного чернозема лесостепной зоны Зауралья под действием механической обработки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (183). С. 17–27.
16. Eremin D. Soils swelling as a regional feature of Western Siberia // MATEC Web of Conferences, St. Petersburg, December 20–22, 2017. St. Petersburg: EDP Sciences, 2018. Article number 02017. DOI: 10.1051/mateconf/201817002017.
17. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Тюменской области в условиях 2015 года / Н. В. Перфильев, Е. П. Ренев, В. Н. Тимофеев, О. А. Вьюшина. Тюмень: Типография ООО «Печатник», 2015. 28 с.
18. Eremin D. I., Renev E. P. Dynamics of agrochemical properties of gray forest soil of the Western Siberia's sub-boreal zone affected by a long-term agricultural exploitation // BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference. Tyumen, 2021. Article number 03006. DOI: 10.1051/bioconf/20213603006.
19. Шарков И. Н. Совершенствование абсорбционного метода определения выделения CO₂ из почвы в полевых условиях // Почвоведение. 1987. № 1. С. 127–133.
20. Sherstobitov S. The results of the differential mineral fertilization in the automatic mode according to the task map // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Workshop “Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019”. Krasnoyarsk, 2019. Article number 62011. DOI: 10.1088/1757-899X/537/6/062011.
21. Логинов Ю. П., Казак А. А., Гайзатулин А. С., Симакова Т. В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность сортов картофеля в условиях органического земледелия // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2021. № 1 (62). С. 21–28. DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.003.
22. Lyubimova A. V., Tobolova G. V., Eremin D. I., Loskutov I. G. Dynamics of the genetic diversity of oat varieties in the Tyumen region at avenin-coding loci // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. Vol. 24. No. 2. Pp. 123–130. DOI: 10.18699/VJ20.607.
23. Кравцов Ю. В. Гидротермический режим южных черноземов и лугово-черноземных почв Ишимской степи // Вестник Тюменского государственного университета. 2006. № 5. С. 76–82.
24. Еремина Д. В., Фисунов Н. В., Ахтямова А. А. Оптимизационная модель гумусообразования пахотных черноземов за счет использования соломы зерновых культур // Агротехнологическая политика России. 2017. № 6 (66). С. 15–19.
25. Попова О. Н. Влияние минеральных удобрений на целлюлозоразлагающую способность чернозема выщелоченного // Научные достижения и открытия современной молодежи: актуальные вопросы и инновации: сборник статей победителей международной научно-практической конференции. Пенза, 2017. С. 35–39.
26. Иваненко А. С., Кулясова О. А. Агротехнологические условия Тюменской области. Тюмень: изд-во ТГСХА, 2008. 208 с.
27. Перфильев Н. В. Научные основы оптимизации системы обработки темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье. Новосибирск: Ареал, 2014. 308 с.
28. Русакова И. В., Еремина Р. Ф., Чуян Н. А. [и др.]. Технологии использования соломы и растительных остатков агроценозов на удобрение. Владимир: Всероссийский научно-исследовательский, конструкторский и проектно-технологический институт органических удобрений и торфа Российской академии сельскохозяйственных наук, 2008. 133 с.
29. Kudayarov V. N., Kurganova I. N. Respiration of Russian soils: Database analysis, long-term monitoring, and general estimates // Eurasian Soil Science. 2005. Vol. 38. No. 9. Pp. 983–992.
30. Dhaliwal S. S., Naresh R. K., Gupta R. K., Panwar A. S., Mahajan N. C., Singh R., Mandal A. Effect of tillage and straw return on carbon footprints, soil organic carbon fractions and soil microbial community in different textured soils under rice-wheat rotation: a review // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 2020. Vol. 19 (1). Pp. 103–115. DOI: 10.1007/s11157-019-09520-1.

Об авторах:

Марина Геннадьевна Касторнова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения и агрохимии, ORCID 0000-0001-8528-277X, AuthorID 790888; +7 (3452) 29-01-27

Евгений Александрович Демин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2542-3678, AuthorID 872421; +7 (3452) 29-01-27

Дмитрий Иванович Еремин¹, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры почвоведения и агрохимии, ORCID 0000-0002-3672-6060, AuthorID 318870; +7 912 927-13-86, soil-tyumen@yandex.ru

¹ Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Ecological assessment of the impact of agricultural activity on the emission of carbon dioxide from the leached chernozem of the Tobol-Ishim interfluve

M. G. Kastornova¹, E. A. Demin¹, D. I. Eremin¹✉

¹ State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

✉ E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

Abstract. The purpose of this work is to study carbon dioxide emissions from the surface of virgin and arable chernozem during the growing season of the Tobol-Ishim interfluve. **Methods.** The study was conducted on virgin land, in pure steam, under grain crops and corn from May to October. The intensity of carbon dioxide release was determined by the method of Shtatnov with titration in the field. **Results.** Based on previous studies, based on scientifically based approaches, as well as our own experimental data, the relationship between carbon dioxide emission and hydrothermal conditions of the humus layer (0–30 cm) was investigated, and the degree of influence of the type of land and crops on the release of CO₂ from the surface of leached chernozem was determined. It has been established that the chernozems of Western Siberia are characterized by very low biological activity in the spring and autumn periods. CO₂ emissions in May averaged 1.0–1.6 kg/ha per hour with a coefficient of variation of 8 %. The peak release of carbon dioxide into the atmosphere occurs in June–July (2.6–6.5 kg/ha per hour). It was revealed that under grain crops the gaseous losses of C–CO₂ in the summer period amount to 4.1–6.5 kg/ha per hour, and in the area of pure steam – 2.3–3.4 kg/ha. The determining role in the intensity of carbon dioxide release is played by the soil temperature ($r = 0.7$). During the years of research, there were no dry periods, which did not allow us to establish a reliable effect of soil moisture on CO₂ emissions, the correlation coefficient was 0.2 units. Based on the results obtained, a low degree (12.8 %) of the influence of the type of land (virgin land/arable land) and crops (cereals/corn) on the intensity of carbon dioxide release into the atmosphere from the surface of chernozem was revealed. The maximum degree of influence was in hydrothermal soil conditions (65 %), on which the activity of the soil microbiota and the root system of plants depended. **Scientific novelty.** For the first time, the intensity of carbon dioxide release from the surface of leached chernozem was studied for the Tobol-Ishim interfluve and the degree of influence of the anthropogenic factor against the background of the hydrothermal regime of soil was established.

Keywords: carbon dioxide emission; carbon cycle; biological activity of soils; agricultural activity; environmental monitoring; anthropogenic factor; soil organic matter, carbon footprint.

For citation: Kastornova M. G., Demin E. A., Eremin D. I. Ekologicheskaya otsenka vliyaniya sel'skohozyaystvennoy deyatel'nosti na emissiyu uglekislogo gaza iz chernozema vyshchelochennogo Tobol-Ishimskogo mezhdurech'ya. [Ecological assessment of the impact of agricultural activity on carbon dioxide emissions from the leached chernozem of the Tobol-Ishim interfluve] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 10–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-10-20. (In Russian.)

Date of paper submission: 02.09.2021, **date of review:** 06.09.2021, **date of acceptance:** 09.09.2021.

References

1. Quere C. Le. Global carbon budget // Earth System Science Data. 2016. No. 8. Pp. 605–649.
2. Dencső M., Horel Á., Tóth E., Bogunovic I. Effects of environmental drivers and agricultural management on soil CO₂ and N₂O emissions // Agronomy. 2021. Vol. 11. No. 1. DOI: 10.3390/agronomy11010054.
3. Jain A., Yang X., Khesghi H., McGuire A.D., Post W., Kicklighter D. Nitrogen attenuation of terrestrial carbon cycle response to global environmental factors // Global Biogeochemistry Cycles. 2009. No. 23. Article number GB4028.
4. Akhtyamova A. A. Ispol'zovanie solomy dlya stabilizatsii gumusovogo sostoyaniya chernozema vyshchelochennogo lesostepnoy zony Zaural'ya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [The use of straw to stabilize the humus state of the leached chernozem of the forest-steppe zone of the Trans-Urals: abstract of the dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Tyumen, 2018. 18 p. (In Russian.)
5. Akhtyamova A. A., Kulyasova O. A. Nutrient Concentration of Straw during its Degradation in the Conditions of Forest-Steppe Zone of Trans-Urals // International scientific and practical conference "AgroSMART - Smart solu-

tions for agriculture” (AgroSMART 2018). Series: Advances in Engineering Research. Tyumen, 2018. Pp. 6–10. DOI: 10.2991/agrosmart-18.2018.2. (In Russian.)

6. Mil’kheev E. Yu. Otsenka dykhaniya lugovo-bolotnykh pochv del’ty r. Selengi (Zapadnoe Zabaykal’e) [Assessment of respiration of meadow-marsh soils of the delta of the Selenga River (Western Transbaikalia)] // *Agrokimiya*. 2020. No. 1. Pp. 70–74. (In Russian.)

7. Rzaeva V. V. Kachestvo osnovnoy obrabotki pochvy v Severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [The quality of basic tillage in the Northern forest-steppe of the Tyumen region] // *Vestnik KrasGAU*. 2017. No. 12 (135). Pp. 29–33. (In Russian.)

8. Miller E. I., Rzaeva V. V., Miller S. S. Agrofizicheskie svoystva i urozhaynost’ kukuruzy v zavisimosti ot osnovnoy obrabotki pochvy v Severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2018. No. 9 (176). Pp. 9–13. (In Russian.)

9. Eremin D. I., Popova O. N. Vliyaniye mineral’nykh udobreniy na intensivnost’ razlozheniya tsellyulozy v pakhotnom chernozeme lesostepnoy zony Zaural’ya [The effect of mineral fertilizers on the intensity of cellulose decomposition in the arable chernozem of the forest-steppe zone of the Trans-Urals] // *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural’ya*. 2016. No. 4 (35). Pp. 27–33. (In Russian.)

10. Yevdokimov I. V., Larionova A. A., Lopes De Gerenyu V. O. Experimental assessment of the contribution of plant root respiration to the emission of carbon dioxide from the soil // *Eurasian Soil Science*. 2010. Vol. 43. No. 12. Pp. 1373–1381. DOI: 10.1134/S1064229310120070.

11. Rozenberg G. S., Kolomyts E. G. Modelirovaniye uglerodnogo balansa lesnykh ekosistem pri global’nom po-
teplenii [Modeling of the carbon balance of forest ecosystems under global warming] // *Vestnik ekologicheskogo obrazovaniya v Rossii*. 2016. T. 1. Pp. 10–12. (In Russian.)

12. Eremin D. I. Mineral’nye udobreniya i plodorodie Sibirskogo chernozema. Rezul’taty mnogoletnykh issledovaniy [Mineral fertilizers and fertility of Siberian chernozem. Results of many years of research] // *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2017. No. 4 (24). Pp. 36–40. (In Russian.)

13. Demin E. A., Barabanshchikova L. N. Dinamika pogloshcheniya azota kukuruzoy, vyrashchivaemoy v lesostepnoy zone Zaural’ya [Dynamics of nitrogen uptake by corn grown in the forest-steppe zone of the Trans-Urals] // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021. No. 2 (65). Pp. 9–13. (In Russian.)

14. Ul’yanova O. A., Kurachenko N. L., Chuprova V. V. Vliyaniye sistemy udobreniya na plodorodie chernozema vyshchelochnogo Krasnoyarskoy lesostepi [The effect of the fertilizer system on the fertility of leached chernozem of the Krasnoyarsk forest-steppe] // *Agrokimiya*. 2010. No. 1. Pp. 10–19. (In Russian.)

15. Maysyamova D. R., Eremin D. I. Izmeneniye mikroflory pakhotnogo chernozema lesostepnoy zony Zaural’ya pod deystviem mekhanicheskoy obrabotki [Changes in the microflora of arable chernozem of the forest-steppe zone of the Trans-Urals under the influence of mechanical processing] // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020. No. 1 (183). Pp. 17–27. (In Russian.)

16. Eremin D. Soils swelling as a regional feature of Western Siberia // *MATEC Web of Conferences*, St. Petersburg, December 20–22, 2017. St. Petersburg: EDP Sciences, 2018. Article number 02017. DOI 10.1051/mateconf/201817002017.

17. Rekomendatsii po provedeniyu vesenne-polevykh rabot v Tyumenskoy oblasti v usloviyakh 2015 goda [Recommendations for conducting spring field work in the Tyumen region in 2015] / N. V. Perfil’ev, E. P. Renev, V. N. Timofeev, O. A. V’yushina. Tyumen: Tipografiya OOO “Pechatnik”, 2015. 28 p. (In Russian.)

18. Eremin D. I., Renev E. P. Dynamics of agrochemical properties of gray forest soil of the Western Siberia’s sub-boreal zone affected by a long-term agricultural exploitation // *BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference*. Tyumen, 2021. Article number 03006. DOI: 10.1051/bioconf/20213603006.

19. Sharkov I. N. Sovershenstvovaniye absorbtionnogo metoda opredeleniya vydeleniya SO₂ iz pochvy v polevykh usloviyakh [Improvement of the absorption method for determining the release of CO₂ from the soil in the field] // *Pochvovedenie*. 1987. No. 1. Pp. 127–133. (In Russian.)

20. Sherstobitov S. The results of the differential mineral fertilization in the automatic mode according to the task map // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: International Workshop “Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019”*. Krasnoyarsk, 2019. Article number 62011. DOI: 10.1088/1757-899X/537/6/062011.

21. Loginov Yu. P., Kazak A. A., Gayzatulin A. S., Simakova T. V. Vliyaniye elementov tekhnologii vozdevlyaniya na urozhaynost’ sortov kartofelya v usloviyakh organicheskogo zemledeliya [The influence of elements of cultivation technology on the yield of potato varieties in organic farming] // *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel’skokhozyaystvennoy akademii im. V. R. Filippova*. 2021. No. 1 (62). Pp. 21–28. DOI: 10.34655/bgsha.2021.62.1.003. (In Russian.)

22. Lyubimova A. V., Tobolova G. V., Eremin D. I., Loskutov I. G. Dynamics of the genetic diversity of oat varieties in the Tyumen region at avenin-coding loci // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020. Vol. 24. No. 2. Pp. 123–130. DOI: 10.18699/VJ20.607.

23. Kravtsov Yu. V. Gidrotermicheskiy rezhim yuzhnykh chernozemov i lugovo-chernozemnykh pochv Ishimskoy stepi [Hydrothermal regime of southern chernozems and meadow-chernozem soils of the Ishim steppe] // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. 2006. No. 5. Pp. 76–82. (In Russian.)
24. Eremina D. V., Fisunov N. V., Akhtyamova A. A. Optimizatsionnaya model' gumusoobrazovaniya pakhotnykh chernozemov za schet ispol'zovaniya solomy zernovykh kul'tur [Optimization model of humus formation of arable chernozems due to the use of grain straw] // Agro – food policy in Russia. 2017. No. 6 (66). Pp. 15–19. (In Russian.)
25. Popova O. N. Vliyanie mineral'nykh udobreniy na tsellyulozorazlagayushchuyu sposobnost' chernozema vyshchelochennogo [The effect of mineral fertilizers on the cellulose-decomposing capacity of leached chernozem] // Nauchnye dostizheniya i otkrytiya sovremennoy molodezhi: aktual'nye voprosy i innovatsii: sbornik statey pobediteley mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Penza, 2017. Pp. 35–39. (In Russian.)
26. Ivanenko A. S., Kulyasova O. A. Agroklimaticheskie usloviya Tyumenskoj oblasti [Agro-climatic conditions of the Tyumen region]. Tyumen: izd-vo TGSKhA, 2008. 208 p. (In Russian.)
27. Perfil'ev N. V. Nauchnye osnovy optimizatsii sistemy obrabotki temno-seroy lesnoy pochvy v Severnom Zaural'e [Scientific bases of optimization of the dark gray forest soil treatment system in the Northern Trans-Urals]. Novosibirsk: Areal, 2014. 308 p. (In Russian.)
28. Rusakova I. V., Eremina R. F., Chuyan N. A., et al. Tekhnologii ispol'zovaniya solomy i rastitel'nykh ostatkov agrotsenozov na udobrenie [Technologies of using straw and plant residues of agrocenoses for fertilizer]. Vladimir: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy, konstruktorskiy i proektno-tekhnologicheskij institut organicheskikh udobreniy i torfa Rossiyskoj akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk, 2008. 133 p. (In Russian.)
29. Kudayarov V. N., Kurganova I. N. Respiration of Russian soils: Database analysis, long-term monitoring, and general estimates // Eurasian Soil Science. 2005. Vol. 38. No. 9. Pp. 983–992.
30. Dhaliwal S. S., Naresh R. K., Gupta R. K., Panwar A. S., Mahajan N. C., Singh R., Mandal A. Effect of tillage and straw return on carbon footprints, soil organic carbon fractions and soil microbial community in different textured soils under rice-wheat rotation: a review // Reviews in Environmental Science and Bio/Technology. 2020. Vol. 19 (1). Pp. 103–115. DOI: 10.1007/s11157-019-09520-1.

About the authors:

Marina G. Kastornova¹, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of soil science and agrochemistry, ORCID 0000-0001-8528-277X, AuthorID 790888; +7 (3452) 29-01-27

Evgeniy A. Demin¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0003-2542-3678, AuthorID 872421; +7 (3452) 29-01-27

Dmitriy I. Eremin¹, doctor of biological sciences, associate professor, professor of the department of soil science and agrochemistry, ORCID 0000-0002-3672-6060, AuthorID 318870; +7 912 927-13-86, soil-tyumen@yandex.ru

¹ State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Tyumen, Russia

Экологические условия произрастания и изменчивость основных морфобиологических показателей дикорастущих форм винограда Кубани

И. В. Горбунов¹✉, А. А. Лукьянов¹, С. С. Михайловский¹

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. Цель данной научной работы заключалась в поиске и изучении разнообразия дикоросов винограда как будущих перспективных источников селекционно ценных признаков на примере территории природного заказника «Красный лес». **Научная новизна.** Анализ современной научной литературы по изучению биоразнообразия семейства *Vitaceae* Juss. показал, что практически отсутствует научная информация по кубанским дикорастущим формам и автохтонам винограда. Данная статья представляет собой начало новой большой научно-исследовательской работы по изучению дикоросов винограда Кубани, исследуемых на территории Краснодарского края, в частности, в государственном природном заказнике «Красный лес». **Методы.** В работе использовались следующие методы: маршрутно-рекогносцировочный (во время экспедиций), традиционные геоботанические и ампелографические, аналитический. **Результаты.** Обнаружено 5 изолированных друг от друга популяций дикорастущего винограда на территории природного заказника «Красный лес». Эти формы впервые изучены и описаны по эколого-географическим условиям произрастания и морфологическим признакам вегетативной и генеративной сфер растений винограда. Выявлена значительная изменчивость некоторых показателей: открытость коронки молодого побега и ее степень паутинистого опушения, степень щетинистого и паутинистого опушения нижней стороны сформированного листа, форма и гофрированность листовой пластинки и др. При этом грозди у исследуемых дикорастущих форм винограда мелкие, рыхлые; ягоды тоже мелкие, в основном черного цвета, сладкого терпкого вкуса. Наличие повреждений вредителями и болезнями визуально не обнаружено. Данные изолированные популяции винограда гипотетически могут принадлежать к *Vitis vinifera* ssp. *Silvestris* Gmel. или его разновидности var. *Tirica* Negr. (дикий лесной виноград). Взяты пробы для дальнейшего генетического анализа с целью подтверждения или опровержения представленной выше гипотезы. **Практическая значимость.** Исследуемые дикорастущие формы винограда могут быть использованы как перспективные источники хозяйственно ценных селекционных признаков при создании новых устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды сортов, гибридных или клоновых форм винограда.

Ключевые слова: дикорастущая форма, виноград, морфологический признак, изменчивость, популяция.

Для цитирования: Горбунов И. В., Лукьянов А. А., Михайловский С. С. Экологические условия произрастания и изменчивость основных морфобиологических показателей дикорастущих форм винограда Кубани // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 21–30. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-21-30.

Дата поступления статьи: 21.12.2020, **дата рецензирования:** 04.02.2021, **дата принятия:** 10.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

К роду *Vitis* L. (семейству *Vitaceae* Juss.) относят порядка 70 древесных лиан, распространенных в основном в умеренных районах Северного полушария [1]. Дикорастущий виноград *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* Gmel. и его вариации – это лесные вьющиеся растения, произрастающие отдельными популяциями или даже единичными растениями.

По литературным данным мировых исследований, дикорастущий подвид культурного винограда (*Vitis vinifera* ssp. *silvestris* Gmel.) – это предок существующих культурных сортов [2–4]. Это долгоживущий вид, возраст которого может достигать 300 лет. Кора серовато-бурая или красно-коричневая, тонкобороздчатая. Листья очередные, различной формы – пятиугольной, округлой или почковидной, 5–9 см длиной, 3- или 5-лопастные, сильно или слабо надрезанные, по краю неравномерно острозубчатые, с широкой, реже узкой открытой черешковой вырезкой, большая часть с плоским дном; опушение нижней стороны сформированного листа паутинистое, щетинистое или смешанное, разной интенсивности, но преимуще-

щих культурных сортов [2–4]. Это долгоживущий вид, возраст которого может достигать 300 лет. Кора серовато-бурая или красно-коричневая, тонкобороздчатая. Листья очередные, различной формы – пятиугольной, округлой или почковидной, 5–9 см длиной, 3- или 5-лопастные, сильно или слабо надрезанные, по краю неравномерно острозубчатые, с широкой, реже узкой открытой черешковой вырезкой, большая часть с плоским дном; опушение нижней стороны сформированного листа паутинистое, щетинистое или смешанное, разной интенсивности, но преимуще-

щественно листья сильно- или среднеопушенные. Цветки двудомные. Тычиночные цветки с длинными тычинками и рудиментарной завязью. У пестичных цветков тычиночные нити короткие, отогнутые в сторону. Соцветия рыхлые, средней длины. Грозди во время плодоношения рыхлые, ветвистые, пониклые, 10–15 см длиной. Ягоды обычно черные или красновато-черные, шаровидные, 6–8 (10) мм в диаметре. Кожица плотная с сочной мякотью, обычно кислого или кисло-сладкого вкуса. Семена винограда очень мелкие, яйцевидные, серовато-красноватые или красновато-коричневые с коротким носиком длиной до 1 мм. В одной ягоде их может быть от 1 до 4 шт. Цветут дикорастущие формы винограда в мае – июне, плоды созревают в сентябре.

Виноград считается единственным видом культурных растений, который имеет евразийское аборигенное происхождение, появился около 65 млн лет назад [5]. Если заглянуть в историю, то намного позже его разделили на подвиды, что было связано с морфологическими особенностями винограда [6]. Это уникальное растение еще и потому, что является главной сельскохозяйственной культурой, и потому, что имеет древние исторические связи с развитием человеческой культуры и цивилизации.

Аборигены и дикоросы винограда из различных географических зон виноградарства являются ценнейшим материалом генофонда и селекции данной культуры. Их исследование наряду с молекулярно-генетическими анализами дает возможность глубже раскрыть вопрос о происхождении винограда – более или менее близких или отдаленных генотипов.

В литературе можно найти научные сведения о крымских, дагестанских, донских и других аборигенных формах винограда [7–11]. Но информация по дикорастущим или автохтонным кубанским формам практически отсутствует. На территории государственного природного заказника «Красный лес» подобные исследования проводятся впервые.

Таким образом, в данной статье отражены результаты новых научных исследований (а именно эколого-биологические и морфологические особенности дикоросов винограда), проводимых на территории природного заказника «Красный лес». Важно отметить, что это лишь начало многолетней научно-исследовательской работы по изучению происхождения дикоросов винограда Кубани и выявления среди них источников, а в дальнейшем и доноров устойчивости к различного рода биотическим и абиотическим факторам среды. А конечная цель данного исследования – привлечение выделенных устойчивых дикорастущих форм в селекционный процесс, выделение новых источников устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды и пополнение генофонда винограда.

Цель работы – поиск и изучение новых кубанских дикорастущих форм рода *Vitis* L., произрастающих на территории Краснодарского края в государственном природном заказнике «Красный лес» и представляю-

щих огромный научный интерес для генетики и селекции винограда.

Задачи исследования:

- найти дикорастущие формы винограда на территории природного заказника «Красный лес»;
- сделать подробное описание экологических условий их произрастания;
- провести измерения основных морфометрических параметров вегетативной и генеративной сфер найденных растений винограда;
- изучить изменчивость основных морфологических признаков дикорастущего винограда на эндогенном и межпопуляционном уровнях;
- осуществить отбор проб с виноградных дикорастущих лоз для дальнейшего ДНК-анализа с целью определения более близких и отдаленных генотипов исследуемых виноградных растений.

Методология и методы исследования (Methods)

Изучение экологических, биологических и морфологических особенностей дикорастущих форм винограда осуществлялось в ходе экспедиций, проводимых в 2020 году на территории государственного природного заказника «Красный лес».

В ходе исследования применялись следующие методы:

- маршрутно-рекогносцировочный (территория исследования (в данном случае – заповедника) покрывалась равномерной сетью маршрутов, во время следования по которым производилось составление флористических описаний);
- традиционные геоботанические [12], при этом на геоботанических бланках проводилось описание растительности, рельефа местообитаний, структуры и флористического состава фитоценозов;
- морфометрические (определение морфологических показателей вегетативных и генеративных сфер растений дикоросов винограда проводилось с использованием ампелографического описания культурного винограда по методике М. А. Лазаревского) [13], при этом выделены более изменчивые морфологические признаки исследуемых растений дикорастущего винограда;
- статистические (с использованием пакета анализа данных в программе Excel);
- аналитические.

Взяты пробы (апикальная часть молодого побега) для молекулярно-генетического анализа исследуемых форм винограда.

Результаты (Results)

Тип климата территории заказника можно определить как средиземноморский с влиянием климата умеренных широт [14]. Средняя годовая температура воздуха составляет 12,1–12,2 °С, средняя температура января – 2–3 °С, июля – 23,3–23,5 °С. Средняя годовая величина осадков находится в пределах 570–700 мм.

Государственный природный заказник «Красный лес» имеет территорию площадью 5232,1 га. Это один из наиболее крупных лесных массивов равнинной степной части Краснодарского края, представ-

ляющий собой остатки лесных массивов, которые когда-то широкой полосой обрамляли по правому ее берегу русло реки Кубань, до самой ее дельты. В настоящее время он выглядит как островок, который на протяжении 6 км омывается ее водами. Насаждения естественного происхождения представлены дубом черешчатым, который является основной лесообразующей породой данного массива и включает свежую и влажную группы типов леса. Спутниками дуба являются ясень высокий (*Fraxinus excelsior*), граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), клен полевой (*Acer campestre*), клен татарский (*Acer tataricum*), груша кавказская (*Pyrus caucasica*), яблоня восточная (*Malus orientalis*), ильм. Возраст дубовых насаждений колеблется от 60 до 100 лет. Средний диаметр – 24–28 см, максимальный – 44 см. Средняя высота насаждений – 24,0–28,5 м. Полнота насаждений – 0,7 ед. Бонитет – 2.

В настоящее время значительная часть насаждений дуба сменилась по разным причинам ясенем высоким, который представляет собой устойчивый производный от дуба тип древостоя. Возраст ясеневых насаждений естественного происхождения – 60–80

лет. Его средняя высота варьирует от 23,0 до 29,0 м при диаметре 18–28 см, бонитет – 1. Встречаются более старые деревья. Во влажной группе типов леса в составе насаждений единично примешиваются тополь белый, а также ива белая. В пределах лесного массива «Красный лес» встречаются искусственные посадки из дуба черешчатого, а также дуба черешчатого и ясеня высокого. Их возраст – 40–50 лет. Высота – 18–20 м. В пределах лесных культур подлесок отсутствует. Имеет место частичное задернение в смешанных дубово-ясеневых и ясеневых культурах (таблица 1).

Подлесок хорошо выражен и представлен кизилом мужским, свидиной южной, боярышником однопестичным и пятипестичным, лещиной обыкновенной, барбарисом обыкновенным, бузиной черной, калиной обыкновенной, шиповником, ежевикой сизой, алычой, сливой колючей, бересклетом европейским и др. Из лиан в пойменных массивах встречается виноград лесной, который местами образует густые, труднопроходимые заросли, реже по опушкам. В прирусловой части можно встретить хмель обыкновенный.

Таблица 1
Эколого-географическая характеристика местообитаний исследуемых популяций дикорастущего винограда

№	Местонахождение	Рельеф	Крутизна склона, град.	Экспозиция склона	Тип растительности	Тип почвы
1	Заказник	Равнина	0	–*	Дубово-ясеневый лес	Коричневая дерновая карбонатная
2	Пойма старого русла реки Кубань	Понижение	2–3	ЮЗ	Ясеневый лес	Коричневая карбонатная
3	Пойма старого русла реки Кубань	Понижение	2–3	ЮЗ	Ясеневый лес	Коричневая карбонатная
4	Пойма старого русла реки Кубань	Понижение	2–3	ЮЗ	Ясеневый лес	Коричневая карбонатная
5	Заказник	Равнина	0	–	Дубово-ясеневый лес	Коричневая дерновая карбонатная

Примечание. * Нет склона, ровный участок.

Table 1
Ecological and geographical characteristics of the habitats of the studied populations of wild grapes

No.	Location	Relief	Steepness of slope, degrees	Exposition of the slope	Type of vegetation	Soil type
1	Nature reserve	Plain	0	–*	Oak-ash forest	Brown turf carbonate
2	Floodplain of the old course of the Kuban river	Lowering the terrain	2–3	SW	Ash forest	Brown carbonate
3	Floodplain of the old course of the Kuban river	Lowering the terrain	2–3	SW	Ash forest	Brown carbonate
4	Floodplain of the old course of the Kuban river	Lowering the terrain	2–3	SW	Ash forest	Brown carbonate
5	Nature reserve	Plain	0	–	Oak-ash forest	Brown turf carbonate

Note. * No slope, flat area.

Травяной покров в сомкнутых лесных массивах задернения не образует. Общее проективное покрытие – 30 %, в окнах полога оно может достигать 70 %. Состав: фиалка лесная, воробейник пурпурный, молочай миндалевидный, гравилат городской, герань Роберта, подмаренник цепкий, вечерница лесная. Местами наблюдается в виде растительных синузий развитие крапивы, в зарослях которой вкраплен гравилат городской, чистец лесной, повой лесной, вьюнок и др. В тенистых местах обычно растут двулепестник парижский, чистотел большой, а на опушках, у тропинок и дорог – ясcolка лесная, мята длиннолистная, вязель пестрый, зверобой продырявленный, ежа сборная.

Подрост представлен экземплярами ясеня высокого – 5,0 тыс. шт/га, дуба черешчатого – 1,8 тыс. шт/га, клена полевого – 2,0 тыс. шт/га, который приурочен в основном к окнам полога, а также к опушечной части древостоев.

В результате экспедиций найдено пять популяций дикорастущих форм винограда, которые отличаются друг от друга по морфологическим признакам вегетативных и генеративных сфер. Популяции № 2–4 произрастают вдоль старого русла реки Кубань, протяженность которого несколько километров, находятся на небольшом расстоянии друг от друга и имеют при этом разные морфологические показатели вегетативных органов. Все растения винограда имеют большой возраст, судя по диаметру лозы (от 7 см и выше) и ее неоднократному отмиранию и возобновлению. Популяции № 1 и № 5 далеко изолированы друг от друга и от предыдущих популяций (более 2 км) и имеют значительные различия как между собой, так и в сравнении с популяциями № 2, № 3 и № 4.

Популяция № 1. Имеет типичные морфологические признаки дикорастущего винограда: открытая или слегка открытая верхушка (коронка) молодого побега, слабая степень паутинистого и средняя степень щетинистого опушения коронки молодого побега, сильное опушение нижней и верхней сторон молодого и сформированного листа, сильно рассеченная листовая пластинка с глубокими верхними боковыми вырезками. Растения в данной популяции визуально имеют здоровый вид, полноценно цвели и плодоносили, вредители и болезни не обнаружены. Грозди у растений винограда в данной популяции мелкие, рыхлые. Ягоды мелкие, сочные, с толстой кожурой, в биологической зрелости имели черную окраску и сладкий терпкий вкус, но с приятной свежестью. Созревание ягод наблюдалось во второй декаде сентября. Семян в ягоде в среднем 2 шт., они мелкие, округлые, красновато-коричневые.

Популяция № 2. Обладает следующими морфологическими особенностями: слегка или наполовину открытая верхушка (коронка) молодого побега, высокая степень паутинистого и щетинистого опушения коронки молодого побега и молодого листа, средняя степень паутинистого опушения нижней и верхней сторон сформированного листа, листовая пластинка

может быть пятиугольной формы с очень глубокими верхними боковыми вырезками и округлой формы почти без вырезок. Растения в данной популяции имеют эндогенную изменчивость формы листа и верхних боковых вырезок. Визуально вредителей и болезней не обнаружено. Грозди мелкие и очень рыхлые. Ягоды мелкие, округлые, сочные, с толстой кожурой, красновато-черные или черные, с кисло-сладким вкусом и умеренной терпкостью. Созревание ягод проходило во второй декаде сентября. Семян в ягоде 1–2 шт., они мелкие, округлые, серовато-бурые.

Популяция № 3. Особенности в морфологии растений винограда в данной популяции являются слегка открытая коронка молодого побега, высокая степень паутинистого и щетинистого опушения коронки молодого побега, а также нижней и верхней сторон молодого и сформированного листа, сильно рассеченная трехлопастная листовая пластинка с очень глубокими верхними боковыми вырезками дельтовидной или пятиугольной формы. Растения в данной популяции визуально имеют здоровый вид, полноценно цвели и плодоносили, вредители и болезни не обнаружены. Грозди у растений винограда в данной популяции мелкие, рыхлые. Ягоды мелкие, в биологической зрелости имели красновато-черный цвет и кисло-сладкий терпкий вкус. Созревание ягод наблюдалось во второй декаде сентября.

Популяция № 4. Данная популяция отличается от остальных следующими признаками: наполовину открытая верхушка молодого побега, средняя степень паутинистого и щетинистого опушения коронки молодого побега, а также нижней и верхней сторон молодого и сформированного листа, щетинистое опушение междоузлий, почти округлая листовая пластинка с очень мелкими верхними боковыми вырезками или практически с их отсутствием. Растения в данной популяции также визуально имеют здоровый вид, полноценно цвели и плодоносили, вредители и болезни не обнаружены. Грозди также мелкие и очень рыхлые. Ягоды мелкие, сочные, с толстой кожурой, в биологической зрелости черные с кисло-сладким терпким вкусом. Созревание – вторая декада сентября. Семена мелкие, округлые, красновато-коричневые, в среднем 1–2 шт.

Популяция № 5. Отличительными характеристиками в морфологии растений винограда в данной популяции можно назвать открытую верхушку (коронку) молодого побега, слабую степень паутинистого и щетинистого опушения коронки молодого побега, а также нижней и верхней сторон молодого листа, практическое отсутствие опушения сформированных листьев, листовую пластинку дельтовидной формы со слабо выраженными лопастями и очень мелкими верхними боковыми вырезками. Растения в данной популяции визуально здоровы, полноценно цвели и плодоносили, на момент изучения не обнаружены вредители и болезни. Грозди у растений винограда в данной популяции мелкие, рыхлые. Ягоды мелкие, в биологической зрелости имели красновато-черный цвет и

кисло-сладкий терпкий вкус. Созревание ягод наблюдалось во второй декаде сентября. Семена мелкие, округлые, красновато-коричневые, в среднем 2–3 шт.

В итоге изучено более 40 количественных и качественных морфологических признаков вегетативных и генеративных органов дикорастущего винограда, часть которых наиболее изменчива (таблица 2).

Например, форма верхушки (коронки) молодого побега варьирует в данном случае от открытой до наполовину открытой. Паутинистое опушение нижней стороны листа – от среднего (3 балла) до очень густого (5 баллов), а щетинистое опушение сформированного листа – от редкого до сильного. Форма листа также изменчива в значительной степени как на межпопуляционном, так и на эндогенном уровнях, она может быть дельтовидной, пятиугольной или даже округлой (рис. 1).

Значительно изменчива глубина верхних боковых вырезок от мелких и почти отсутствующих до очень глубоких, что также выражено и на эндогенном уровне. Встречались сформированные листья на одном виноградном растении с практически цельной листовой округлой пластинкой и рассеченной пятиугольной или дельтовидной.

Изучение урожайности исследуемых дикорастущих форм оценивали визуально, при этом наблюдались грозди в значительном количестве, что говорит об их неплохой продуктивности (рис. 2).

Грозди у исследуемых дикорастущих форм винограда чаще всего мелкие и рыхлые. Ягоды также мелкие, в биологической зрелости имеют красновато-черную и черную окраску. Вкус ягод сладкий или кисло-сладкий терпкий, но приятной свежести. Созревание происходит во второй или третьей декаде сентября.

Таблица 2

Межпопуляционная изменчивость некоторых количественных морфологических признаков вегетативных органов дикорастущего винограда (заказник «Красный лес», 2020)

№ п/п	Признак	Номер популяции				
		K1	K2	K3	K4	K5
1	Длина листа	8,8 ± 0,3	7,7 ± 0,3	7,2 ± 0,3	8,5 ± 0,3	10,7 ± 0,1
2	Ширина листа	8,7 ± 0,2	7,8 ± 0,3	8,5 ± 0,3	8,5 ± 0,3	8,9 ± 0,2
3	Длина черешка	5,5 ± 0,1	5,5 ± 0,1	5,5 ± 0,1	5,7 ± 0,1	5,8 ± 0,1
4	Длина междоузлий молодого побега	5,1 ± 0,4	6,2 ± 0,3	7,0 ± 0,2	6,5 ± 0,3	6,2 ± 0,3
5	Число лопастей листа	5,0 ± 0,01	5,0 ± 0,01	3,0 ± 0,01	5,0 ± 0,01	5,0 ± 0,01
6	Длина зубчиков листа	0,8 ± 0,002	0,5 ± 0,001	0,3 ± 0,001	0,5 ± 0,001	0,6 ± 0,001
7	Ширина зубчиков листа	0,6 ± 0,002	0,4 ± 0,001	0,4 ± 0,001	0,6 ± 0,001	0,6 ± 0,001
8	Гофрированность листа*	4,0 ± 0,01	3,0 ± 0,01	4,0 ± 0,01	5,0 ± 0,01	3,0 ± 0,01
9	Длина соцветия	10,2 ± 0,2	7,0 ± 0,6	6,8 ± 0,6	6,2 ± 0,6	8,8 ± 0,4
10	Длина ягоды	0,9 ± 0,002	0,8 ± 0,002	0,7 ± 0,002	0,8 ± 0,002	0,9 ± 0,002
11	Ширина ягоды	0,9 ± 0,002	0,8 ± 0,002	0,7 ± 0,002	0,8 ± 0,002	0,9 ± 0,002
12	Количество семян в ягоде	2,0 ± 0,03	1,0 ± 0,07	1,0 ± 0,07	2,0 ± 0,07	2,0 ± 0,07

Примечание. * Степень гофрированности поверхности верхней стороны сформированного листа оценивается в баллах по 5-балльной шкале, где 1 – отсутствует, 2 – слабая, 3 – средняя, 4 – сильная, 5 – очень сильная.

Table 2

Inter-population variability of some quantitative morphological features of vegetative organs of wild grapes (reserve "Krasnyy les", 2020)

No.	Feature	Number of the population				
		K1	K2	K3	K4	K5
1	Length of the leaf	8.8 ± 0.3	7.7 ± 0.3	7.2 ± 0.3	8.5 ± 0.3	10.7 ± 0.1
2	Width of the leaf	8.7 ± 0.2	7.8 ± 0.3	8.5 ± 0.3	8.5 ± 0.3	8.9 ± 0.2
3	Length of the stem	5.5 ± 0.1	5.5 ± 0.1	5.5 ± 0.1	5.7 ± 0.1	5.8 ± 0.1
4	Length of the internodes of the young escape	5.1 ± 0.4	6.2 ± 0.3	7.0 ± 0.2	6.5 ± 0.3	6.2 ± 0.3
5	Number of lobes leaf	5.0 ± 0.01	5.0 ± 0.01	3.0 ± 0.01	5.0 ± 0.01	5.0 ± 0.01
6	Length of the clove leaf	0.8 ± 0.002	0.5 ± 0.001	0.3 ± 0.001	0.5 ± 0.001	0.6 ± 0.001
7	Width of the clove leaf	0.6 ± 0.002	0.4 ± 0.001	0.4 ± 0.001	0.6 ± 0.001	0.6 ± 0.001
8	Leaf corrugation*	4.0 ± 0.01	3.0 ± 0.01	4.0 ± 0.01	5.0 ± 0.01	3.0 ± 0.01
9	Length of inflorescence	10.2 ± 0.2	7.0 ± 0.6	6.8 ± 0.6	6.2 ± 0.6	8.8 ± 0.4
10	Berry length	0.9 ± 0.002	0.8 ± 0.002	0.7 ± 0.002	0.8 ± 0.002	0.9 ± 0.002
11	Width of berries	0.9 ± 0.002	0.8 ± 0.002	0.7 ± 0.002	0.8 ± 0.002	0.9 ± 0.002
12	Number of seeds in a berry	2.0 ± 0.03	1.0 ± 0.07	1.0 ± 0.07	2.0 ± 0.07	2.0 ± 0.07

Note. * The degree of corrugation of the surface of the upper side of the formed sheet is estimated in points on a 5-point scale, where 1 – absent, 2 – weak, 3 – medium, 4 – strong, 5 – very strong.

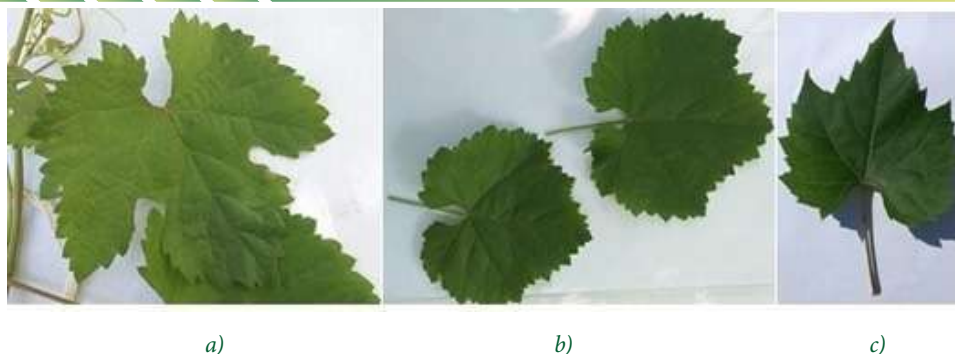


Рис. 1. Форма листовой пластинки у исследуемых дикоросов «Красного леса»: а) пятиугольная, б) округлая, в) дельтовидная
 Fig. 1. The shape of the leaf blade in the studied wild plants of the “Krasnyy les”: а) pentagonal, б) rounded, в) deltoid



Рис. 2. Плодоношение дикорастущих форм винограда: а) в июле, б) в сентябре
 Fig. 2. Fruiting of wild grape forms: а) in July, б) in September

Наличие поврежденных дикорастущих популяций винограда вредителями и болезнями визуально обнаружено не было. В перспективе данные растения можно проверить на выявление новых источников или доноров устойчивости к различным биотическим и абиотическим факторам среды, в том числе и к патогенной микрофлоре.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В результате экспедиционных исследований в государственном природном заказнике «Красный лес» найдено пять изолированных друг от друга популяций дикорастущего винограда. Эти формы впервые изучены и описаны по эколого-географическим условиям произрастания и морфологическим признакам вегетативной и генеративной сфер растений винограда. При изучении морфологии органов растений ди-

корастущего винограда обнаружена изменчивость некоторых показателей вегетативных органов. В частности, установлено, что на эндогенном уровне форма листа может быть как пятиугольной, так и округлой, степень гофрированности верхней стороны листовой пластинки – от средней до сильной, степень открытости верхушки молодого побега – от полностью открытой до полузакрытой, степень опушения коронки молодого побега – от средней до сильной, а также значительно варьируют размерные показатели листа, зубчиков, междоузлий и др.

На межпопуляционном уровне также наблюдаются значительные вариации качественных и количественных морфологических признаков вегетативной сферы исследуемых дикорастущих виноградных растений. Так, например, глубина верхних боковых

вырезок листовой пластинки меняется от мелких и почти отсутствующих до очень глубоких. При этом в первом случае листья имеют округлую форму с мелкими выпуклыми зубчиками (длина зубчика меньше его ширины) или дельтовидную форму с острыми удлиненными зубчиками (длина зубчика больше его ширины), а во втором случае – пятиугольные с прямыми или прямо выпуклыми зубчиками, которые имеют примерно равную длину и ширину.

Степень опушения молодых листьев значительна изменчива. Так, например, у популяции К5 опушения практически нет, а у остальных меняется от средней (К2, К3) до очень сильной (К1, К4). Паутинистое опушение нижней и верхней сторон сформированного листа меняется от слабого до сильного, то же касается и щетинистого опушения жилок нижней стороны листа и коронки молодого побега. Междоузлия имеют на межпопуляционном уровне различную длину и степень опушения.

Кроме того, наблюдалась изменчивость таких признаков как степень антоциановой окраски брюшной и спинной сторон и узлов молодых побегов, а также коронки молодого побега. Популяции К1 и К5 имели ярко выраженную антоциановую окраску спинной стороны побегов и узлов и легкую степень антоциановой окраски верхушки молодых побегов. А у популяций К2–К4 эти показатели были слабо выражены или отсутствовали вовсе, как, например, у популяции К3.

Изучение урожайности исследуемых дикорастущих форм оценивали визуально, при этом наблюдались грозди с ягодами в значительном количестве, что говорит об их неплохой продуктивности. Грозди у исследуемых дикорастущих форм винограда мелкие, рыхлые, длиной не более 10 см; ягоды тоже мелкие, округлые (0,6–0,9 см в диаметре), сочные, с толстой кожурой, в основном черного или красновато-черного цвета с кисло-сладким терпким вкусом; семена мелкие, округлые, чаще всего красновато-коричнево-

го цвета в количестве от одного до трех штук в ягоде. Наличие повреждений вредителями и болезнями визуально не обнаружено. Изменчивость качественных и количественных признаков генеративных органов не большая.

Выводы:

- обнаружены дикорастущие формы винограда на территории природного заказника «Красный лес»;
- сделано подробное описание их экологических условий произрастания;
- проведены измерения основных морфометрических параметров вегетативной и генеративной сфер найденных растений винограда;
- изучена изменчивость основных морфологических признаков дикорастущего винограда на эндогенном и межпопуляционном уровнях;
- осуществлен отбор проб с виноградных дикорастущих лоз для дальнейшего ДНК-анализа с целью определения более близких и отдаленных генотипов исследуемых виноградных растений.

Для современной фундаментальной и прикладной науки очень важны поиск и выделение новых доноров устойчивости среди кубанских дикорастущих форм рода *Vitis* L., произрастающих в местах древних поселений территории государственного природного заповедника «Утриш» Краснодарского края. Они представляют огромный научный интерес для генетики и селекции винограда, так как остро стоит проблема в России о создании высокопродуктивных и высокоустойчивых районированных отечественных сортов. Поэтому данные исследования необходимы для привлечения перспективных по устойчивости дикорастущих форм в дальнейший селекционный процесс, выделения новых источников устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды и пополнения генофонда винограда.

Благодарности (Acknowledgements)

Данное исследование проводилось в рамках проекта гранта РФФИ (договор № 19-416-230025).

Библиографический список

1. Olmo H. P. The origin and domestication of vinifera grape // The origin and ancient history of wine. Luxembourg: Gordon and Breach, 1995. Pp. 31–43.
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 // Molecular Biotechnology. 2015. No. 57. P. 709.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Гориславец С. М., Рисованная В. И., Волков Я. А., Колосова А. А., Володин В. А. Поиск и оценка дикорастущих форм винограда, произрастающих на территории Ялтинского горно-лесного природного заповедника с использованием молекулярных маркеров // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017. № 1. С. 19–21.
7. Аджиев А. М., Зармаев А. А., Аджиева С. А. Дагестан – исторический центр естественного формообразования винограда // Виноделие и виноградарство. 2015. № 6. С. 36–39.
8. Ганич В. А., Наумова Л. Г., Матвеева Н. В. Донские аборигенные сорта винограда – основа качественного виноделия // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Т. 54. С. 139–147.

9. Ильницкая Е. Т., Токмаков С. В., Супрун И. И., Макаркина М. В. Фингерпринтинг аборигенных дагестанских сортов винограда по данным микросателлитного анализа // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015. № 31 (1). С. 13–20.
10. Gorbunov I. V., Ilnitskaya E. T., Lukyanov A. A., Mikhailovsky S. S., Makarkina M. V., Pankin M. I., Bykhalova O. N. Variety of wild-growing grapes of the Utrish reserve // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems. 2020. Vol. 548. Article number 42050. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042050.
11. Gorbunov I. V., Mikhailovsky S. S., Bykhalova O. N. Wild plants of Kuban grapes, their ecological and biological features of growth // Web of Conferences (France). 2020. Article number 02007. DOI: 10.1051/bioconf/20202502007.
12. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / О. Артаев, Д. И. Башмаков, О. В. Безина [и др.] ; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. 412 с.
13. Лазаревский М. А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону, 1963. 151 с.
14. Ткаченко Ю. Ю., Денисов В. И. Особенности климата прибрежной зоны Северо-Восточной части Черного моря. Ростов-на-Дону, 2015. 79 с.
15. Ильницкая Е. Т., Горбунов И. В., Макаркина М. В., Токмаков С. В., Михайловский С. С., Панкин М. И. Изучение морфологических и генетических показателей дикорастущего винограда на территории заповедника Утриш // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 62 (2). С. 14–24.
16. Горбунов И. В., Лукьянов А. А., Быхалова О. Н. Морфологические особенности кубанских дикорастущих форм винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. № 65 (5). 2020. С. 70–82.
17. Ганя А. И. Перспективы изучения и консервация диких родичей культурных растений в Молдове // Идеи Н. И. Вавилова в современном мире: материалы IV Вавиловской международной конференции. Москва, 2017. С. 115–116.
18. 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.
19. 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.
20. Microsatellites by profile [e-resource] // International Variety Catalogue VIVC. Julius Kuhn-Institut, 2020. URL: <http://www.vivc.de>. (date of reference: 15.01.2021).

Об авторах:

Иван Викторович Горбунов¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник, заведующий лабораторией, ORCID 0000-0002-4702-9148, AuthorID 90294638; +7 938 506-42-97, wunsch27@mail.ru

Алексей Александрович Лукьянов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, ORCID 0000-0001-7317-9150, AuthorID 162225; +7 918 447-93-81, lykaleks@mail.ru

Станислав Сергеевич Михайловский, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-2085-835X, Author ID 668783; +7 918 368-12-40, rivacase@inbox.ru

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

Ecological conditions of growth and variability of the main morpho-biological indicators of wild forms of Kuban grapes

I. V. Gorbunov¹✉, A. A. Lukyanov¹, S. S. Mikhaylovskiy¹

¹ Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking-branch of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Anapa, Russia

✉E-mail: wunsch27@mail.ru

Abstract. The purpose of this scientific work was to find and study the diversity of wild grapes as future promising sources of breeding and valuable traits on the example of the territory of the natural reserve “Krasnyy les”. **Scientific novelty.** Analysis of modern scientific literature on the study of the biodiversity of the Vitaceae Juss family. He showed that there is practically no scientific information on the Kuban wild forms and autochthons of grapes. This article is the beginning of a new large research work on the study of wild grapes of Kuban, studied in the territory of the Krasnodar Territory, in particular, in the state nature reserve “Krasnyy les”. **Methods.** The following methods were used: route-reconnaissance (during expeditions), traditional geobotanical and ampelographic, analytical. **Results.**

5 isolated populations of wild grapes were found on the territory of the natural reserve “Krasnyy les”. These forms were first studied and described according to the ecological and geographical conditions of growth and morphological features of the vegetative and generative spheres of grape plants. Significant variability of some indicators was revealed, for example: the openness of the crown of a young shoot and its degree of spider pubescence, the degree of bristly and spider pubescence of the underside of the formed leaf, the shape and corrugation of the leaf blade, etc. At the same time, the clusters of the studied wild forms of grapes are small, loose; the berries are also small, mostly black in color with a sweet tart taste. The presence of damage by pests and diseases is not visually detected. These isolated grape populations may hypothetically belong to *Vitis vinifera* ssp. *Silvestris* Gmel. or its varieties var. *Tipica* Negr. (wild forest grapes). Samples were taken for further genetic analysis in order to confirm or refute the above hypothesis. **Practical significance.** The studied wild-growing forms of grapes can be used as promising sources of economically valuable breeding traits in the creation of new varieties, hybrid or clonal forms of grapes that are resistant to abiotic and biotic environmental factors.

Keywords: wild form, grapes, morphological feature, variability, population.

For citation: Gorbunov I. V., Lukyanov A. A., Mikhaylovskiy S. S. Ekologicheskie usloviya proizrastaniya i izmenchivost' osnovnykh morfo-biologicheskikh pokazateley dikorastushchikh form vinograda Kubani [Ecological conditions of growth and variability of the main morpho-biological indicators of wild forms of Kuban grapes] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 21–30. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-21-30. (In Russian.)

Date of paper submission: 21.12.2020, **date of review:** 04.02.2021, **date of acceptance:** 10.09.2021.

References

1. Olmo H. P. The origin and domestication of vinifera grape // The origin and ancient history of wine. Luxembourg: Gordon and Breach, 1995. Pp. 31–43.
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 // Molecular Biotechnology. 2015. No. 57. P. 709.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Gorislavets S. M., Risovannaya V. I., Volkov Ya. A., Kolosova A. A., Volodin V. A. Poisk i otsenka dikorastushchikh form vinograda, proizrastayushchikh na territorii Yaltinskogo gorno-lesnogo prirodnogo zapovednika s ispol'zovaniem molekulyarnykh markerov [Search and evaluation of wild forms of grapes growing on the territory of the Yalta mountain-forest nature reserve, using molecular markers. Viticulture and winemaking] // Magarach. Viticulture and winemaking. 2017. No. 1. Pp. 19–21. (In Russian).
7. Adzhiev A. M., Zarmaev A. A., Adzhieva S. A. Dagestan – istoricheskiy tsentr estestvennogo formoobrazovaniya vinograda [Dagestan is the historical center of natural shaping of grapes] // Vinodelie i vinogradarstvo. 2015. No. 6. Pp. 36–39. (In Russian.)
8. Ganich V. A., Naumova L. G., Matveeva N. V. Donskie aborigennyye sorta vinograda – osnova kachestvennogo vinodeliya [Don native grape varieties are the basis of high-quality winemaking] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2018. T. 54. Pp. 139–147. (In Russian.)
9. Ilnitskaya E. T., Tokmakov S. V., Suprun I. I., Makarkina M. V. Fingerprinting aborigennykh dagestanskikh sortov vinograda po dannym mikrosatelitnogo analiza [Fingerprinting of native Dagestan grape varieties according to microsatellite analysis data] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2015. No. 31 (1). Pp. 13–20. (In Russian.)
10. Gorbunov I. V., Ilnitskaya E. T., Lukyanov A. A., Mikhailovsky S. S., Makarkina M. V., Pankin M. I., Bykhalova O. N. Variety of wild-growing grapes of the Utrish reserve // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Biological Technologies in Agriculture: from Molecules to Ecosystems. 2020. Vol. 548. Article number 42050. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042050.
11. Gorbunov I. V., Mikhailovsky S. S., Bykhalova O. N. Wild plants of Kuban grapes, their ecological and biological features of growth // Web of Conferences (France). 2020. Article number 02007. DOI: 10.1051/bioconf/20202502007.
12. Metody polevykh ekologicheskikh issledovaniy: ucheb. posobie [Methods of field environmental research: a textbook] / O. Artaev, D. I. Bashmakov, O. V. Bezina [i dr.]; redkol.: A. B. Ruchin (otv. red.) [i dr.]. Saransk : Izd-vo Mordovskogo universiteta, 2014. 412 p. (In Russian.)
13. Lazarevskiy M. A. Izuchenie sortov vinograda [Study of grape varieties]. Rostov-on-Don, 1963. 151 p. (In Russian.)

14. Tkachenko Yu. Yu., Denisov V. I. Osobennosti klimata pribrezhnoy zony Severo-Vostochnoy chasti Chernogo moraya [Climate features of the coastal zone of the Northeastern part of the Black Sea]. Rostov-on-Don, 2015. 79 p. (In Russian).
15. Il'nitskaya E. T., Gorbunov I. V., Makarkina M. V., Tokmakov S. V., Mikhaylovskiy S. S., Pankin M. I. Izucheniye morfologicheskikh i geneticheskikh pokazateley dikorastushchego vinograda na territorii zapovednika Utrish [Study of morphological and genetic parameters of wild grapes on the territory of the Utrish Nature Reserve] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020. No. 62 (2). Pp. 14–24. (In Russian.)
16. Gorbunov I. V., Luk'yanov A. A., Bykhalova O. N. Morfologicheskie osobennosti kubanskikh dikorastushchikh form vinograda [Morphological features of Kuban wild grape forms] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2020. No. 65 (5). Pp. 70–82. (In Russian.)
17. Ganya A. I. Perspektivy izucheniya i konservatsiya dikikh rodichey kul'turnykh rasteniy v Moldove [Prospects for the study and conservation of wild relatives of cultivated plants in Moldova] // Idei N. I. Vavilova v sovremennom mire: materialy IV Vavilovskoy mezhdunarodnoy konferentsii. 2017. Pp. 115–116. (In Russian.)
18. 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.
19. 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.
20. Microsatellites by profile [e-resource] // International Variety Catalogue VIVC. Julius Kuhn-Institut, 2020. URL: <http://www.vivc.de> (date of reference: 15.01.2021).

Authors' information:

Ivan V. Gorbunov¹, candidate of biological sciences, researcher, head of the laboratory, ORCID 0000-0002-4702-9148, AuthorID 90294638; +7 938 506-42-97, wunsch27@mail.ru
 Aleksey A. Lukyanov¹, candidate of agricultural sciences, director, ORCID 0000-0001-7317-9150, AuthorID 162225; +7 918 447-93-81, lykaleks@mail.ru
 Stanislav S. Mikhaylovskiy¹, junior researcher, ORCID 0000-0002-2085-835X, AuthorID 668783; +7 918 368-12-40, rivacase@inbox.ru

¹Anapa zonal experimental station of viticulture and winemaking – branch of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Anapa, Russia

Продолжительность продуктивной жизни коров симментальской породы

Л. П. Игнатьева¹✉, А. А. Сермягин¹

¹Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика

Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉E-mail: ignatieva-lp@mail.ru

Аннотация. Цель исследований заключалась в оценке продолжительности продуктивной жизни коров симментальской породы. **Методы.** Исследования были проведены на коровах симментальской породы, разводимых в 14 регионах РФ, общее поголовье составило 8832 головы. Расчет коэффициентов наследуемости и корреляции (генетической и паратипической природы) был осуществлен по методу ограниченного максимального правдоподобия с помощью программ RENUMF90 и REMLF90. **Результаты.** Установлена достаточно сильная взаимосвязь между продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и возрастом выбытия в лактациях $r = +0,795$, продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и пожизненной продуктивностью в пределах $+0,669 \dots +0,714$. Однако взаимосвязь возраста выбытия в лактациях и пожизненной продуктивности умеренная – от $+0,261$ до $+0,316$. Умеренная отрицательная взаимосвязь получена между возрастом выбытия в лактациях и удоом за 1 лактацию от $-0,472$ до $-0,486$. Средняя взаимосвязь выявлена между удоом за 1 лактацию и пожизненным удоом от $+0,567$ до $+0,588$. Низким возрастом выбытия отличались коровы Алтайского края (3,08 лактации, или 61,6 месяца), Республики Мордовия (3,38 лактации, или 62,4 месяца) и Липецкой области (3,40 лактации или 65,7 месяца), в то время как наибольшая продолжительность продуктивной жизни отмечалась у животных Брянской (5,48 лактации, или 86,9 месяца) и Иркутской (4,57 лактации, или 77,1 месяца) областей. Лидирующие позиции по пожизненному удою коров в выборке занимали Брянская (23 630 кг молока), Тюменская (18 156 кг) и Иркутская (17 751 кг) области, тогда как аутсайдерами являлись регионы традиционного разведения скота – Алтайский край (12 658 кг), Республика Башкирия (12 482 кг). **Научная новизна.** Для популяции симментальского скота Российской Федерации впервые проведена оценка селекционно-генетических параметров пожизненной продуктивности и продолжительности продуктивной жизни коров симментальской породы в зависимости от региона разведения.

Ключевые слова: продолжительность продуктивной жизни, возраст выбытия, молочная продуктивность, пожизненная продуктивность, коэффициент корреляции, симментальская порода.

Для цитирования: Игнатьева Л. П., Сермягин А. А. Продолжительность продуктивной жизни коров симментальской породы // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 31–39. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-31-39.

Дата поступления статьи: 02.08.2021, **дата рецензирования:** 10.08.2021, **дата принятия:** 10.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

В последние годы в странах с развитым молочным скотоводством большое внимание уделяется такому показателю, как продолжительность хозяйственного использования, или продолжительность продуктивной жизни коровы (ППЖ). Продолжительность хозяйственного использования коровы может быть рассчитана как возраст в отелах, возраст в лактациях, количество дней (месяцев) между первым отелом и выбраковкой, возраст на момент выбраковки, выживаемость до определенного возраста [1], [2], [8], [9].

В молочном скотоводстве при современных условиях содержания и кормления животных отмечается короткий срок хозяйственного использования коров. В настоящее время средняя продолжительность продуктивной жизни коровы в стаде находится в преде-

лах от 2,4 до 3,6 лактации [3], [4], [10–12]. Кроме того, чтобы корова приносила прибыль, продолжительность продуктивной жизни должна быть больше, чем точка ее окупаемости, которая обычно достигается после 1,5 лактации [13].

По данным ВНИИПлем за 2020 год [7], в племенных стадах симментальской породы возраст в отелах составил 3,11, у родственных пород, в частности сычевской, он составил 3,42 отела, у красно-пестрой – 2,78, у голштинской красно-пестрой масти он минимальный – 2,20 отела. На уровне регионов РФ максимальный возраст в отелах у коров симментальской породы в Республике Саха (Якутия) – 4,69 отела, в Волгоградской области – 4,50 отела, минимальный – в Новосибирской (2,20 отела), Белгородской областях (2,40 отела) и Республике Татарстан (2,40 отела) [5], [6].

Зарубежными исследователями установлено, что продолжительность продуктивной жизни как генетический признак имеет низкий коэффициент наследуемости. Оценки наследуемости варьировались от 0,03 до 0,10 при измерении долголетия как возраста между первым отелом и выбраковкой [14], от 0,002 до 0,031, когда наследуемость определяли с интервалом в 1, 3, 6 и 12 месяцев после первого отела. Однако эти оценки увеличились от 0,115 до 0,149 при расчете в период 72 месяца после первого отела. Коэффициент наследуемости ниже 0,15 считается низким, а прямой отбор по таким признакам приводит к медленным генетическим улучшениям [15]. Следовательно, поскольку наследуемость продуктивного долголетия низкая, окружающая среда играет определяющую роль и является фундаментальной при оценке продолжительности жизни коров [16].

В Канаде средний возраст выбраковки составляет от 61,7 до 63,7 месяца [17]. В Нидерландах продолжительность жизни постоянно увеличивалась с 65,2 до 72,1 месяца [18]. Долголетие в Швеции находится на уровне от 60,0 до 60,5 месяца [19]. В США сначала наблюдалось снижение продолжительности продуктивного использования коров с 36,5 до 28,4 месяца (от первого отела до выбраковки), однако начиная с 2009 г. в связи с быстрым внедрением геномного тестирования в США племенная ценность по показателю продолжительности продуктивной жизни стала существенно увеличиваться за счет снижения интервала между поколениями быков и повышения скорости генетического прогресса [20]. В Новой Зеландии измеряют долголетие как выживаемость до определенного возраста, при этом доля коров, доживающих до следующей лактации, была почти идентичной во всех возрастных группах (6–7 лет, 7–8 лет, 8-летние и 9-летние) [21]. В Дании в 1990-х гг. коровы имели среднюю продолжительность продуктивной жизни приблизительно 825 дней, однако в 2018 г. она увеличилась до 975 дней. В то же время продуктивное долголетие в Дании остается ниже, чем в других странах Европы, и сопоставимо с оценками в Северной Америке [22].

Преждевременное выбытие животных оказывает отрицательное влияние на процесс воспроизводства стада, затрудняет работу по генетическому совершенствованию скота, приводит к увеличению материальных затрат на выращивание и формирование основного поголовья и в итоге ведет к повышению себестоимости производства продукции. Удлинить сроки продуктивного долголетия – важнейшая проблема в разведении скота всех отраслей животноводства.

Таким образом, цель исследований заключалась в оценке продолжительности продуктивной жизни коров симментальской породы.

Методология и методы исследования (Methods)

Для формирования базы данных коров симментальской породы была использована информация племенного учета ИАС «СЕЛЭКС». В анализ были

включены племенные заводы и репродукторы по разведению крупного рогатого скота симментальской породы 14 регионов РФ: Воронежская, Липецкая, Орловская, Тюменская, Саратовская, Иркутская, Тамбовская, Новосибирская, Брянская, Оренбургская области, а также Алтайский край и республики Башкортостан, Хакасия, Мордовия. Поголовье, которое было включено в исследования, составило 8832 голов коров, отелившихся в период с 1998 по 2018 гг.

Анализируемые показатели: удой за 305 дней первой лактации (У305), массовая доля жира и белка в молоке коров (МДЖ и МДБ соответственно), количество молочного жира и белка (КМЖ и КМБ соответственно), возраст выбытия коров в лактациях (ВВЛ), продолжительность продуктивного использования коров от возраста первого отела до выбытия в месяцах (ППЖм) и днях (ППЖд), пожизненная продуктивность (УП), количество молочного жира (КЖП) и белка (КБП) за продуктивную жизнь, удой на один день продуктивной жизни (УДПЖ).

Расчет генетических и фенотипических коэффициентов корреляции был проведен с использованием метода ограниченного максимального правдоподобия с помощью программ RENUMF90 и REMLF90 (Introduction to BLUPF90 suite programs Standard Edition, Y. Masuda, 2019) [23]. Статистическая обработка аналитических данных проводилась на ПК с использованием пакета анализа из программного приложения Microsoft Excel 2013.

Результаты (Results)

Был проведен расчет коэффициентов наследуемости и корреляции между основными селекционными признаками коров симментальской породы, данные приведены в таблице 1. В результате расчетов установлено, что наследуемость продолжительности продуктивной жизни у коров симментальской породы очень низкая, о чем говорят низкие коэффициенты наследуемости: $h^2 = 0,038$ по возрасту выбытия коров в лактациях и $h^2 = 0,071$ по продолжительности продуктивной жизни коровы (в месяцах, расчет от отела до выбытия). Следовательно, на продолжительность продуктивной жизни коровы огромное влияние оказывает внешняя среда (условия содержания и кормления, преждевременное выбытие коров от различных заболеваний, травм, послеродовых осложнений и т. д.).

Выявлена достаточно сильная взаимосвязь между продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и возрастом выбытия в лактациях ($r = +0,795$), продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и пожизненной продуктивностью ($r = +0,714$), продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и суммарного количества жира ($r = +0,669$) и белка за продуктивную жизнь ($r = +0,713$) (табл. 1). Однако взаимосвязь возраста выбытия в лактациях и пожизненной продуктивности умеренная ($r = +0,316$), как и возраста выбытия в лактациях и суммарного количества жира ($r = +0,261$) и белка за продуктивную жизнь ($r = +0,289$).

Коэффициенты корреляции в популяции симментальской породы
(генетические корреляции ниже диагонали, фенотипические корреляции выше диагонали)

	ППЖм	ВВЛ	УДПЖ	У305	МДЖ	КМЖ	МДБ	КМБ	ПУ	КЖП	КБП
ППЖм	1	0,909	-0,054	0,119	-0,062	0,101	-0,131	0,089	0,817	0,813	0,807
ВВЛ	0,795	1	0,023	0,090	-0,072	0,070	-0,129	0,062	0,814	0,819	0,816
УДПЖ	0,003	0,149	1	0,122	0,016	0,117	0,028	0,123	0,128	0,119	0,122
У305	0,047	-0,484	-0,413	1	0,075	0,967	0,080	0,978	0,324	0,328	0,326
МДЖ	0,196	-0,098	0,043	0,009	1	0,314	0,611	0,194	0,003	0,062	0,030
КМЖ	0,031	-0,486	-0,356	0,992	0,124	1	0,232	0,979	0,309	0,328	0,318
МДБ	0,127	0,211	-0,028	-0,194	0,776	-0,111	1	0,274	-0,065	-0,031	-0,019
КМБ	0,054	-0,472	-0,439	0,997	0,065	0,994	-0,127	1	0,297	0,308	0,308
ПУ	0,714	0,316	-0,338	0,567	0,103	0,571	0,296	0,591	1	0,967	0,970
КЖП	0,669	0,261	-0,259	0,587	0,246	0,613	0,385	0,617	0,975	1	0,993
КБП	0,713	0,289	-0,290	0,588	0,140	0,599	0,318	0,614	0,990	0,991	1

Примечание. ППЖм – продолжительность продуктивной жизни в месяцах; ВВЛ – возраст выбытия в лактациях;

УДПЖ – удой на один день продуктивной жизни; У305 – удой за 305 дней первой лактации; МДЖ (МДБ) – массовая доля жира (белка) в молоке в первую лактацию; КМЖ (КМБ) – количество молочного жира (белка) в молоке за первую лактацию;

ПУ – пожизненный удой; КЖП (КБП) – суммарное количество жира (белка) в молоке коров за продуктивную жизнь.

Table 1
Correlation parameter in the Simmental cattle population
(coefficients: genetic correlation below diagonal, phenotypic correlation above diagonal)

	LPL	AC	MY1D	MY305	FC	MF	PC	MP	MYLP	MFLP	MPLP
LPL	1	0.909	-0.054	0.119	-0.062	0.101	-0.131	0.089	0.817	0.813	0.807
AC	0.795	1	0.023	0.090	-0.072	0.070	-0.129	0.062	0.814	0.819	0.816
MY1D	0.003	0.149	1	0.122	0.016	0.117	0.028	0.123	0.128	0.119	0.122
MY305	0.047	-0.484	-0.413	1	0.075	0.967	0.080	0.978	0.324	0.328	0.326
FC	0.196	-0.098	0.043	0.009	1	0.314	0.611	0.194	0.003	0.062	0.030
MF	0.031	-0.486	-0.356	0.992	0.124	1	0.232	0.979	0.309	0.328	0.318
PC	0.127	0.211	-0.028	-0.194	0.776	-0.111	1	0.274	-0.065	-0.031	-0.019
MP	0.054	-0.472	-0.439	0.997	0.065	0.994	-0.127	1	0.297	0.308	0.308
MYLP	0.714	0.316	-0.338	0.567	0.103	0.571	0.296	0.591	1	0.967	0.970
MFLP	0.669	0.261	-0.259	0.587	0.246	0.613	0.385	0.617	0.975	1	0.993
MPLP	0.713	0.289	-0.290	0.588	0.140	0.599	0.318	0.614	0.990	0.991	1

Note. LPL – the length of the productive life in months; AC – age of culling in lactations; MY1D – milk yield for 1 day lactation, kg;

MY305 – milk yield to 305 days of 1st lactation, kg; FC (PC) – fat (protein) content of 1st lactation, %; MF (MP) – milk fat (protein) of 1st lactation, kg;

MYLP – milk yield of the lifelong productivity, kg MFLP (MPLP) – milk fat (protein) of the lifelong productivity, kg

Практически отсутствует взаимосвязь между продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и удоем на один день продуктивной жизни ($r = +0,003$), стоит отметить, что корреляция между возрастом выбытия в лактация и удоем на один день продуктивной жизни очень слабая ($r = +0,149$), но она все же выше в сравнении предыдущим показателем. Так же очень слабая связь выявлена между продолжительностью продуктивной жизни в месяцах и молочной продуктивностью по первой лактации в пределах $+0,031...+0,047$. Это говорит о том, что между данными показателями нет четкой линейной зависимости, т. е. признаки не влияют друг на друга. Однако умеренная отрицательная взаимосвязь установлена между возрастом выбытия в лактациях и удоем за первую лактацию ($r = -0,484$), массовой долей жира за первую лактацию ($r = -0,486$) и белка ($r = -0,472$). Это говорит о том, что в половине случаев чем выше удой за первую лактацию, тем раньше корова выбывает из стада.

Между удоем на один день продуктивной жизни и молочной продуктивностью выявлена отрицательная взаимосвязь, умеренной силы с молочной продуктивностью за первую лактацию ($-0,356...-0,439$) и слабой силы с пожизненной продуктивностью ($-0,259...-0,338$).

Средняя взаимосвязь установлена между удоем за первую лактацию и пожизненным удоем ($r = +0,567$), суммарным количеством жира ($r = +0,587$) и белка ($r = +0,588$) за продуктивную жизнь.

В заключение можно сделать вывод, что чем выше удой за первую лактацию, тем выше и пожизненная продуктивность коров, однако с повышением удоя за первую лактацию срок хозяйственного использования коров снижается.

Были изучены параметры продуктивного долголетия коров в популяции симментальского скота России. В среднем по всей популяции симментальской породы РФ возраст первого отела составил 30,2 ме-

сяца, возраст выбытия – 3,48 лактации (68,2 месяца, или 1160 дней), удой за 305 дней первой лактации – 5033 кг молока с содержанием жира 3,90 % и белка 3,15 %, пожизненный удой – 14 008 кг молока, суммарное количество жира – 541,8 кг, белка – 436,4 кг за продуктивную жизнь.

Анализируя данные таблицы 2, можно отметить, что высокие значения по пожизненному удою были у коров симментальской породы разводимых в Брянской (23 630 кг молока), Тюменской (18 156 кг) и Иркутской (17 751 кг) областях, а низкие показатели – у

коров Алтайского края (12 658 кг) и Республики Башкирия (12 482 кг). Стоит отметить, что ранним возрастом выбытия отличались коровы симментальской породы Алтайского края с показателями - 3,08 лактации (или 61,6 месяца), Республики Мордовия – 3,38 лактации (или 62,4 месяца) и Липецкой области – 3,40 лактации (или 65,7 месяца), в то время как высокие показатели продолжительности продуктивной жизни оказались у животных Брянской (5,48 лактации, или 86,9 месяца) и Иркутской (4,57 лактации, или 77,1 месяца) областей.

Таблица 2

Продолжительность продуктивной жизни и показатели пожизненной продуктивности коров симментальской породы по регионам

Регион		ВПО, месяцев	Возраст выбытия			УДПЖ, кг	Первая лактация			Пожизненная продуктивность		
			Лактаций	Месяцев*	Дней*		У305, кг	МДЖ, %	МДБ, %	УП, кг	КМЖ, кг	КМБ, кг
Алтайский край	<i>M</i>	28,9	3,08	61,6	993,8	13,4	5063	4,00	3,06	12658	507,6	379,6
	$\pm t$	0,07	0,03	0,34	10,3	0,39	27	0,01	0,01	148	6,0	4,6
Республика Мордовия	<i>M</i>	26,3	3,38	62,4	1099,7	10,8	4829	3,82	3,18	12351	475,2	392,6
	$\pm t$	0,33	0,14	1,69	56,1	0,28	142	0,01	0,01	790	30,4	25,2
Липецкая область	<i>M</i>	28,0	3,40	65,7	1146,8	12,4	5959	3,83	3,25	14381	556,0	468,4
	$\pm t$	0,16	0,05	0,66	18,5	0,14	63	0,01	0,01	295	11,4	9,5
Республика Башкирия	<i>M</i>	31,2	3,46	66,9	1084,3	11,2	4275	3,83	3,15	12482	477,9	189,4
	$\pm t$	0,30	0,05	0,66	18,2	0,10	24	0,01	0,01	258	9,8	9,2
Воронежская область	<i>M</i>	27,6	3,49	66,5	1184,5	11,9	5212	3,81	3,16	14548	562,7	450,6
	$\pm t$	0,21	0,09	1,17	35,6	0,25	98	0,01	0,01	601	23,9	19,5
Тамбовская область	<i>M</i>	28,5	3,54	67,9	1198,1	10,6	4792	3,72	2,99	13473	488,0	381,4
	$\pm t$	0,30	0,10	1,30	38,5	0,40	85	0,03	0,02	812	24,5	23,3
Оренбургская область	<i>M</i>	31,8	3,59	72,7	1246,9	10,7	4238	3,78	3,22	13565	490,2	412,3
	$\pm t$	0,15	0,04	0,55	15,9	0,08	21	0,01	0,01	210	8,0	6,8
Орловская область	<i>M</i>	30,8	3,73	72,8	1278,8	12,3	5740	3,88	3,17	15809	615,3	502,9
	$\pm t$	0,24	0,06	0,89	25,0	0,15	59	0,00	0,01	365	14,2	11,6
Саратовская область	<i>M</i>	33,8	3,74	77,7	1336,2	11,1	5081	3,71	3,21	15376	578,0	498,6
	$\pm t$	0,32	0,07	0,85	24,5	0,15	60	0,01	0,01	394	14,8	12,6
Тюменская область	<i>M</i>	28,1	3,74	73,9	1391,7	13,2	6412	4,12	3,25	18156	665,4	522,2
	$\pm t$	0,19	0,08	1,05	32,5	0,22	113	0,01	0,01	535	21,3	16,6
Новосибирская область	<i>M</i>	31,7	3,77	69,0	1135,8	13,8	5422	3,75	3,22	15519	591,3	509,9
	$\pm t$	0,22	0,09	1,14	34,1	0,15	66	0,01	0,01	484	18,4	15,6
Республика Хакасия	<i>M</i>	32,5	3,80	75,3	1304,0	10,2	4532	4,02	3,09	13134	525,7	405,1
	$\pm t$	0,17	0,05	0,75	22,2	0,09	31	0,01	0,01	244	9,8	7,5
Иркутская область	<i>M</i>	29,4	4,57	77,1	1453,5	11,9	4289	3,81	2,95	17751	673,9	536,5
	$\pm t$	0,45	0,17	2,02	62,2	0,22	74	0,03	0,04	906	34,5	27,8
Брянская область	<i>M</i>	32,9	5,48	86,9	1645,7	14,2	3996	3,87	3,34	23630	924,0	793,8
	$\pm t$	0,30	0,08	0,91	26,4	0,12	38	0,01	0,01	481	18,9	16,3

Примечание. ВПО – возраст первого отела, месяцев; УДПЖ – удой на один день продуктивной жизни, кг; У – удой, кг, МДЖ (МДБ) – массовая доля жира (белка) в молоке, %; КМЖ (КМБ) – количество молочного жира (белка) в молоке, кг; *- продолжительность продуктивной жизни от первого отела до выбытия в месяцах (днях).

The length of the productive life and the lifelong productivity of cows Simmental breed on the different region

Region		AFC, months	Age of culling			MYID, kg	First lactations			The lifelong productivity		
			Lactations	Months*	Days*		MY, kg	FC, %	PC, %	MY, kg	MF, kg	MP, kg
Altai region	M	28.9	3.08	61.6	993.8	13.4	5063	4.00	3.06	12658	507.6	379.6
	± m	0.07	0.03	0.34	10.3	0.39	27	0.01	0.01	148	6.0	4.6
Republic of Mordovia	M	26.3	3.38	62.4	1099.7	10.8	4829	3.82	3.18	12351	475.2	392.6
	± m	0.33	0.14	1.69	56.1	0.28	142	0.01	0.01	790	30.4	25.2
Lipetsk region	M	28.0	3.40	65.7	1146.8	12.4	5959	3.83	3.25	14381	556.0	468.4
	± m	0.16	0.05	0.66	18.5	0.14	63	0.01	0.01	295	11.4	9.5
Republic of Bashkiria	M	31.2	3.46	66.9	1084.3	11.2	4275	3.83	3.15	12482	477.9	189.4
	± m	0.30	0.05	0.66	18.2	0.10	24	0.01	0.01	258	9.8	9.2
Voronezh region	M	27.6	3.49	66.5	1184.5	11.9	5212	3.81	3.16	14548	562.7	450.6
	± m	0.21	0.09	1.17	35.6	0.25	98	0.01	0.01	601	23.9	19.5
Tambov region	M	28.5	3.54	67.9	1198.1	10.6	4792	3.72	2.99	13473	488.0	381.4
	± m	0.30	0.10	1.30	38.5	0.40	85	0.03	0.02	812	24.5	23.3
Orenburg region	M	31.8	3.59	72.7	1246.9	10.7	4238	3.78	3.22	13565	490.2	412.3
	± m	0.15	0.04	0.55	15.9	0.08	21	0.01	0.01	210	8.0	6.8
Orel region	M	30.8	3.73	72.8	1278.8	12.3	5740	3.88	3.17	15809	615.3	502.9
	± m	0.24	0.06	0.89	25.0	0.15	59	0.00	0.01	365	14.2	11.6
Saratov region	M	33.8	3.74	77.7	1336.2	11.1	5081	3.71	3.21	15376	578.0	498.6
	± m	0.32	0.07	0.85	24.5	0.15	60	0.01	0.01	394	14.8	12.6
Tyumen region	M	28.1	3.74	73.9	1391.7	13.2	6412	4.12	3.25	18156	665.4	522.2
	± m	0.19	0.08	1.05	32.5	0.22	113	0.01	0.01	535	21.3	16.6
Novosibirsk region	M	31.7	3.77	69.0	1135.8	13.8	5422	3.75	3.22	15519	591.3	509.9
	± m	0.22	0.09	1.14	34.1	0.15	66	0.01	0.01	484	18.4	15.6
Republic of Khakassia	M	32.5	3.80	75.3	1304.0	10.2	4532	4.02	3.09	13134	525.7	405.1
	± m	0.17	0.05	0.75	22.2	0.09	31	0.01	0.01	244	9.8	7.5
Irkutsk region	M	29.4	4.57	77.1	1453.5	11.9	4289	3.81	2.95	17751	673.9	536.5
	± m	0.45	0.17	2.02	62.2	0.22	74	0.03	0.04	906	34.5	27.8
Bryansk region	M	32.9	5.48	86.9	1645.7	14.2	3996	3.87	3.34	23630	924.0	793.8
	± m	0.30	0.08	0.91	26.4	0.12	38	0.01	0.01	481	18.9	16.3

Note. AFC – age of first calving, months; MYID – milk yield for 1 day lactation, kg; MY – milk yield, kg; FC (PC) – fat (protein) content, %; MF (MP) – milk fat (protein), kg; * – the length of productive life from first calving to culling in months (days).

Высокой молочной продуктивностью за первую лактацию отличаются коровы Тюменской области (6412 кг молока с жирностью 4,12 % и белковостью 3,25 % при не самом большом возрасте выбытия – 3,74 лактации, или 73,9 месяцев), по пожизненной продуктивности они уступают только животным Брянской области с показателем 18 156 кг молока. В пяти регионах разведения симментальской породы (Орловская, Саратовская, Тюменская, Новосибирская области и Республика Хакасия), где возраст выбытия коров находился на практически равном уровне (3,73–3,80 лактации), пожизненная продуктивность сильно не отличалась и была в пределах 15 376–15 809 кг, за исключением Тюменской области, где она выше (18 156 кг) за счет высокой продуктивности за лактацию, и

Республики Хакасия, где она ниже (13 134 кг) за счет более низкой продуктивности за лактацию.

При возрасте выбытия коров от 3,49 до 3,59 лактации пожизненная продуктивность была на уровне 13 473–14 548 кг молока, а при выбытии в более раннем возрасте (менее 3,49 лактации) пожизненная продуктивность составила 12 351–12 658 кг молока, за исключением коров Липецкой области, где она была выше (14 381 кг молока) за счет более высокой продуктивности за лактацию.

В связи с тем, что уровень молочной продуктивности в регионах разный, как и возраст выбытия коров, нами был рассчитан такой показатель, как удой на один день продуктивной жизни, чтобы определить, где удой выше: у коров с высокой продуктивностью

и коротким сроком хозяйственного использования или с низкой продуктивностью, но длинным сроком хозяйственного использования. В результате установлено, что в популяции симментальской породы высоким удоем на один день продуктивной жизни отличаются коровы Брянской области – 14,2 кг молока, т. е. животные с низкой продуктивностью по первой лактации (3996 кг молока), но высокой продолжительностью продуктивной жизни (5,48 лактации, или 1645,7 дня) и пожизненной продуктивностью 23 630 кг молока.

Однако далее следуют Новосибирская и Тюменская области, где удои на один день продуктивной жизни – соответственно 13,8 кг и 13,2 кг, при этом продолжительность продуктивной жизни в этих регионах составила 3,77 (1135,8 дня) и 3,74 лактации (1391,7 дня), а пожизненная продуктивность – на уровне 15 519 кг и 18 156 кг соответственно. Такие высокие показатели связаны, скорее всего, с высоким уровнем молочной продуктивности за лактацию, в частности, по первой лактации удои в этих регионах составили 5422 кг и 6412 кг соответственно, что значительно выше, чем у коров Брянской области. Выделяется Алтайский край, несмотря на то что возраст выбытия коров там самый низкий (3,08 лактации, или 993,8 дня), как и пожизненная продуктивность 12 658 кг молока, однако удои на один день продуктивной жизни достаточно высоки (13,4 кг), что также говорит о высоком уровне молочной продуктивности за лактацию у коров.

Это еще раз подтверждает, что селекционная работа с симментальской породой в каждом отдельном регионе Российской Федерации ведется по-разному и не имеет единой стратегии (программы разведения), в частности, по такому важному показателю, как продолжительность продуктивной жизни коровы.

Возраст первого отела у коров симментальской породы отличался значительной вариабельностью в разных регионах разведения и не имел четкой тенденции в зависимости от продолжительности продуктивной жизни. Наблюдается небольшая тенденция снижения возраста первого отела у коров при более коротком

сроке хозяйственного использования. Так, при возрасте выбытия животных до 3,54 лактации возраст первого отела составил менее 30 месяцев, в среднем от 26,3 (Республика Мордовия) до 28,9 месяца (Алтайский край), за исключением Республики Башкирия, где он выше (31,2 месяца). При возрасте выбытия коров более 3,59 лактации возраст первого отела находился в пределах от 29,4 (Иркутская область) до 33,8 месяца (Саратовская область), за исключением животных Тюменской области, где он меньше (всего 28,1 месяца).

Фенотипические тренды по возрасту выбытия животных в лактациях, возрасту первого отела, пожизненного удою, выхода молочного жира и белка за жизнь в связи с годами рождения животных (с 2001 по 2015 гг.) имели отрицательную динамику – снижались из года в год.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

При рассмотрении фенотипические показатели продолжительности продуктивной жизни коров по регионам была отмечена значительная их вариабельность, что указывает на отсутствие в программе разведения симменталов целей по работе с данными селекционными параметрами. Полученный низкий коэффициент наследуемости по продолжительности продуктивной жизни коровы показал, что огромное влияние на него оказывает внешняя среда. Также установлено, что чем выше удои за первую лактацию, тем выше и пожизненная продуктивность коров, однако с повышением удою за первую лактацию срок хозяйственного использования коров снижается. Поэтому для дальнейшего совершенствования симментальской породы в России необходимо четко определить, что является важнее: повышение молочной продуктивности или увеличение сроков хозяйственного использования коров симментальской породы, так как эти показатели являются антагонистами.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследования выполнены в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № 0445-2021-0016.

Библиографический список

1. Бекенев В. А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 655–666.
2. Часовщикова М. А. Молочная продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (53). С. 109–113. DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14109.
3. Тагуева О. В., Кольцов Д. Н. Влияние генетических факторов на пожизненную продуктивность коров Вазузского типа сычевской породы // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 11 (53). Ч. 5. С. 47–52.
4. Чеченихина О. С., Кашанцева Е. С., Степанова Ю. А., Смирнов М. Н. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в разных экологических областях Урала // Вестник НГАУ. 2019. № 3 (52). С. 120–126. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-52-3-120-126.
5. Корякина Л. П. Симментальский скот центральной Якутии и его продуктивное долголетие // Современные вопросы ветеринарии Республики Саха (Якутия): сборник материалов научно-методической конференции факультета ветеринарной медицины, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Ставрополь, 2020. С. 158–161.

6. Анисимова Е. И., Катмаков П. С. Продуктивное долголетие и пожизненная продуктивность симментальских коров Поволжья // *Аграрная Россия*. 2020. № 10. С. 38–42. DOI: 10.30906/1999-5636-2020-10-38-42.
7. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2020 год). Москва: ФГБНУ ВНИИплем, 2021. 265 с.
8. Van Doormaal B. J., Schaeffer L. R., Kennedy B. W. Estimation of genetic parameters for stayability in Canadian Holsteins // *Journal of Dairy Science*. 1985. No. 68. Pp. 1763–1769. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(85)81025-0.
9. Fetrow J., Nordlund K. V., Norman H. D. Fetrow J. Invited review: Culling: nomenclature, definitions, and recommendations // *Journal of Dairy Science*. 2006. No. 89. Pp. 1896–1905. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72257-3.
10. Doornewaard G. J., Reijs J. W., Beldman A. C. G., Jager J. H., Hoogeveen M. W. Sectorrapportage duurzame zuivelketen: Prestaties 2017 in perspectief. Wageningen: Wageningen Economic Research, 2018. 225 p.
11. Schuster J. C., Barkema H. W., De Vries A., Kelton D. F., Orsel K., Invited review: Academic and applied approach to evaluating longevity in dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2020. Vol. 103. Iss. 12. Pp. 11008–11024. DOI: 10.3168/jds.2020-19043.
12. Council on Dairy Cattle Breeding. Trend in productive life for Holstein or Red and White [e-resource]. URL: <https://queries.uscdeb.com/eval/summary/trend.cfm?RMenu=HO.l#StartBody> (date of reference: 15.05.2020).
13. Canadian Dairy Network. When do your cows pay back their debt? [e-resource]. URL: <https://www.cdn.ca/document.php?id=527> (date of reference: 15.05.2020).
14. Shabalina T., Yin T., König S. Influence of common health disorders on the length of productive life and stayability in German Holstein cows // *Journal of Dairy Science*. 2020. No. 103. Pp. 583–596. DOI: 10.3168/jds.2019-16985.
15. Cassell B. G. Using heritability for genetic improvement. Publication 404-084. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. 2009. 4 p.
16. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F., Brito L. F., Martin P., Baes C. F. A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle // *Journal of Dairy Science*. 2018. No. 100. Pp. 10251–10271. DOI: 10.3168/jds.2017-12968.
17. Lactanet. Herd management score – 2009 [e-resource]. URL: <http://www.canwestdhi.com/Herd%20Reports/Annual/HrdMgmtScr.pdf> (date of reference: 15.05.2020).
18. Coöperatie CRV. Bedrijven en koeien in cijfers [e-resource]. URL: <https://www.cooperatie-crv.nl/downloads/stamboek/bedrijven-en-koeien-in-cijfers/> (date of reference: 15.05.2020).
19. Swedish Dairy Association. Husdjursstatistik (Cattle Statistics) [e-resource]. URL: <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/mer-om-mjolk> (date of reference: 15.05.2020).
20. Hutchison J. L., Cole J. B., Bickhart D. M.. Short communication: Use of young bulls in the United States // *Journal of Dairy Science*. 2014. No. 97. Pp. 3213–3220. DOI: 10.3168/jds.2013-7525.
21. Dairy NZ. New Zealand dairy statistics 2017–2018 [e-resource]. URL: <https://www.dairynz.co.nz/media/5790451/nz-dairy-statistics-2017-18.pdf> (date of reference: 15.05.2020).
22. SEGES. Årsstatistik Avl 2019 [e-resource]. URL: https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Avl/Avlsstatistik/Sider/aarsstat_2019.pdf?download=true (date of reference: 19.10.2020).
23. Introduction to BLUPF90 suite programs Standard Edition / Y. Masuda. University of Georgia, 2019. 199 p.

Об авторах:

Лариса Павловна Игнатьева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-2625-6912, AuthorID 330584; ignatieva-lp@mail.ru

Александр Александрович Сермягин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; popgen@vij.ru

¹ Федеральное научное учреждение «ВНИИ зооветеринарии» – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

Length of productive life the cows of Simmental breed

L. P. Ignatyeva¹✉, A. A. Sermyagin¹

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

✉E-mail: ignatieva-lp@mail.ru

Abstract. The purpose of the research was to assess the duration of the length of productive life of Simmental cows. **Methods.** The research was carried out on Simmental cows bred in 14 regions of the Russian Federation, the total livestock was 8 832 heads. The calculation of the heritability coefficients and correlation (genetic and paratypic) was carried out by using the programs RENUMF90 and REMLF90. **Results.** A fairly strong relationship was established

between the duration of a productive life (months) and the age of culling (lactations) $r = +0.795$, the length of productive life (months) and lifetime productivity within the range of $+0.669 \dots +0.714$. However, the relationship between the age of culling (lactations) and lifetime productivity is moderate, from $+0.261$ to $+0.316$. A moderate negative relationship was obtained between the age of culling (lactations) and milk yield per first lactation from -0.472 to -0.486 . The average relationship was found between milk yield per first lactation and lifetime productivity from $+0.567$ to $+0.588$. Cows of the Altai Territory (3.08 lactations or 61.6 months), the Republic of Mordovia (3.38 lactations or 62.4 months) and the Lipetsk region (3.40 lactations or 65.7 months) were distinguished by low age of culling. While the greatest length of productive life was noted in animals and Bryansk (5.48 lactations or 86.9 months) and Irkutsk regions (4.57 lactations or 77.1 months). Bryansk (23 630 kg of milk), Tyumen (18 156 kg) and Irkutsk (17 751 kg) regions occupied the leading positions in lifetime productivity of cows in the sample, while the outsiders were the regions of traditional cattle breeding – Altai Territory (12 658 kg of milk), the Republic of Bashkiria (12 482 kg). **Scientific novelty.** For the population Simmental cattle of the Russian Federation, for the first time, an assessment of selection and genetic parameters of lifelong productivity and length of productive life of Simmental cows was carried out, depending on the breeding region.

Keywords: length of productive life, age of culling, milk production, lifetime productivity, correlation parameter, Simmental breed.

For citation: Ignatyeva L. P., Sermyagin A. A. Prodolzhitel'nost' produktivnoy zhizni korov simmental'skoy porody [Length of productive life the cows of Simmental breed] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 31–39. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-31-39. (In Russian.)

Date of paper submission: 02.08.2021, **date of review:** 10.08.2021, **date of acceptance:** 10.09.2021.

References

1. Bekenev V. A. Produktivnoe dolgoletie zhivotnykh, sposoby ego prognozirovaniya i prodleniya (obzor) [Productive longevity of animals, methods of predicting and prolonging it (review)] // Agricultural Biology. 2019. T. 54. No. 4. Pp. 655–666. (In Russian.)
2. Chasovshchikova M. A. Molochnaya produktivnost' i prodolzhitel'nost' khozyaystvennogo ispol'zovaniya korov cherno-pestroy porody [Milk productivity and duration of economic use of black-and-white cows] // Izvestiya Saint-Petersburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universita. 2018. No. 4 (53). Pp. 109–113. DOI 10.24411/2078-1318-2018-14109. (In Russian.)
3. Tatueva O. V., Kol'tsov D. N. Vliyanie geneticheskikh faktorov na pozhiznennuyu produktivnost' korov Vazuzskogo tipa sychevskoy porody [The influence of genetic factors on the lifelong productivity of cows of the Vazuz type of the Sychevskaya breed] // International Research Journal. 2016. No. 11 (53) Part 5. Pp. 47–52. (In Russian.)
4. Chechenikhina O. S., Kashchantseva E. S., Stepanova Yu. A., Smirnov M. N. Produktivnoe dolgoletie korov cherno-pestroy porody v raznykh ekologicheskikh oblastiakh Urala [Productive longevity of black-and-white cows in different ecological areas of the Ural zone] // Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2019. No. 3 (52). Pp. 120–126. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-52-3-120-126. (In Russian.)
5. Koryakina L. P. Simmental'skiy skot tsentral'noy Yakutii i ego produktivnoe dolgoletie [Simmental cattle of central Yakutia and its productive longevity] // Sovremennye voprosy veterinarii Respubliki Sakha (Yakutija): sbornik materialov nauchno-metodicheskoy konferentsii fakul'teta veterinarnoy meditsiny, posvyashchennoy 75-letiyu Pobedy v Velikoy Otechestvennoy voyne. Stavropol, 2020. Pp. 158–161. (In Russian.)
6. Anisimova E. I., Katmakov P. S. Produktivnoe dolgoletie i pozhiznennaya produktivnost' simmental'skikh korov Povolzh'ya [Productive longevity and lifelong productivity of Simmental cows in the Volga region] // Agrarian Russia. 2020. No. 10. Pp. 38–42. DOI: 10.30906/1999-5636-2020-10-38-42. (In Russian.)
7. Ezhegodnik po plemennoj rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii (2020 god) [Yearbook on pedigree work in dairy cattle breeding on the farms of Russian Federation (2020)]. Moscow: VNIIPlem, 2021. 265 p. (In Russian.)
8. Van Doormaal B. J., Schaeffer L. R., Kennedy B. W. Estimation of genetic parameters for stayability in Canadian Holsteins // Journal of Dairy Science. 1985. No. 68. Pp. 1763–1769. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(85)81025-0.
9. Fetrow J., Nordlund K. V., Norman H. D. Fetrow J. Invited review: Culling: nomenclature, definitions, and recommendations // Journal of Dairy Science. 2006. No. 89. Pp. 1896–1905. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72257-3.
10. Doornewaard G. J., Reijs J. W., Beldman A. C. G., Jager J. H., Hoogeveen M. W. Sectorrapportage duurzame zuivelketen: Prestaties 2017 in perspectief. Wageningen: Wageningen Economic Research, 2018. 225 p.
11. Schuster J. C., Barkema H. W., De Vries A., Kelton D. F., Orsel K., Invited review: Academic and applied approach to evaluating longevity in dairy cows // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103. Iss. 12. Pp. 11008–11024. DOI: 10.3168/jds.2020-19043.
12. Council on Dairy Cattle Breeding. Trend in productive life for Holstein or Red and White [e-resource]. URL: <https://queries.uscdcb.com/eval/summary/trend.cfm?RMenu=HO.l#StartBody> (date of reference: 15.05.2020).

13. Canadian Dairy Network. When do your cows pay back their debt? [e-resource]. URL: <https://www.cdn.ca/document.php?id=527> (date of reference: 15.05.2020).
14. Shabalina T., Yin T., König S. Influence of common health disorders on the length of productive life and stayability in German Holstein cows // *Journal of Dairy Science*. 2020. No. 103. Pp. 583–596. DOI: 10.3168/jds.2019-16985.
15. Cassell B. G. Using heritability for genetic improvement. Publication 404-084. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA. 2009. 4 p.
16. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F., Brito L. F., Martin P., Baes C. F. A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle // *Journal of Dairy Science*. 2018. No. 100. Pp. 10251–10271. DOI: 10.3168/jds.2017-12968.
17. Lactanet. Herd management score – 2009 [e-resource]. URL: <http://www.canwestdhi.com/Herd%20Reports/Annual/HrdMgmtScr.pdf> (date of reference: 15.05.2020).
18. Coöperatie CRV. Bedrijven en koeien in cijfers [e-resource]. URL: <https://www.cooperatie-crv.nl/downloads/stamboek/bedrijven-en-koeien-in-cijfers/> (date of reference: 15.05.2020).
19. Swedish Dairy Association. Husdjursstatistik (Cattle Statistics) [e-resource]. URL: <https://www.vxa.se/fakta/styrning-och-rutiner/mer-om-mjolk> (date of reference: 15.05.2020).
20. Hutchison J. L., Cole J. B., Bickhart D. M. Short communication: Use of young bulls in the United States // *Journal of Dairy Science*. 2014. No. 97. Pp. 3213–3220. DOI: 10.3168/jds.2013-7525.
21. Dairy NZ. New Zealand dairy statistics 2017–2018 [e-resource]. URL: <https://www.dairynz.co.nz/media/5790451/nz-dairy-statistics-2017-18.pdf> (date of reference: 15.05.2020).
22. SEGES. Årsstatistik Avl 2019 [e-resource]. URL: https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Avl/Avlsstatistik/Sider/aarsstat_2019.pdf?download=true (date of reference: 19.10.2020).
23. Introduction to BLUPF90 suite programs Standard Edition / Y. Masuda. University of Georgia, 2019. 199 p.

Authors' information:

Larisa P. Ignatyeva¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-2625-6912, AuthorID 330584; ignatieva-lp@mail.ru

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

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

Хроническая фистула для изучения микробиома слепой кишки кролика

Г. Ю. Косовский¹✉, Е. С. Колесник¹, Д. В. Попов¹

¹ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени

В. А. Афанасьева, Родники, Россия

✉ E-mail: niipzk@mail.ru

Аннотация. Цель настоящей работы – апробация устройства для изучения микробиома желудочно-кишечного тракта млекопитающих. Исследование количественного и качественного состава микробиоты органов пищеварения – одно из перспективных направлений в метагеномике. Полученные знания об организации генома микробиоценоза, определение видового состава и изучение метаболических взаимосвязей между его представителями не только позволяют расширить понимание его роли в процессе эволюции, видо- и пороодообразования, но и дают научно аргументированную основу для целенаправленного изменения микробиома с целью формирования фенотипа (оптимизация биоконверсии корма, повышение общей резистентности и т. д.). **Научная новизна.** Впервые через хроническую фистулу выделены, культивированы и описаны основные характеристики целлюлозолитических бактерий, выделенных из химуса слепой кишки кролика. **Методы.** Для проведения исследований, направленных на изучение микробиома млекопитающих и его коррекции, возникает необходимость в разработке методов получения образцов микробиома от экспериментальных животных. Для получения доступа к химусу слепой кишки 7 кроликам на срок до 3 месяцев были установлены разработанные в ФГБНУ НИИПЗК хронические фистулы. После установки фистул у животных не отмечалось никаких негативных проявлений, не было обнаружено изменений в аппетите, на 9-е сутки определено полное заживление раны кожи. В ходе диагностических лапаротомий, проведенных через 3 месяца после установки фистул, ни у одного исследуемого животного не выявлено патологических процессов. **Результаты.** Изучены характеристики целлюлозолитических бактерий слепой кишки кролика *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens*. Приведены данные по их ферментному воздействию на составляющие рационов, продуктам ферментации, сбраживанию и образованию органических веществ и химических соединений.

Ключевые слова: кролик, микробиом, целлюлосомы, фистула, химус, *Butirivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*.

Для цитирования: Косовский Г. Ю., Колесник Е. С., Попов Д. В. Хроническая фистула для изучения микробиома слепой кишки кролика // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 40–47. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-40-47.

Дата поступления статьи: 06.07.2021, **дата рецензирования:** 20.07.2021, **дата принятия:** 02.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Метагеномика является перспективным направлением, имеет огромную научную значимость, при этом знания, полученные при изучении этой области, позволяют повысить эффективность различных отраслей животноводства [1]. Известно, что симбионты микробиома оказывают влияние практически на все физиологические процессы организма: от формирования иммунитета и резистентности [2] до процессов пищеварения и воспроизводства [3]. Накопленные знания показывают, что изменения микробиома животных в ходе доместикационного процесса, связанные с общей нишей, формируемой вместе с человеком, влияют не только на поведенческие, но и на фенотипические признаки [4]. Изучение микробиома желудочно-кишечного тракта млекопитающих в настоящее время является актуальной темой, так как в последние годы активно развивается теория о

его роли в процессах эволюции и доместикации [4]. Формирование общей ниши оказывает влияние на адаптацию видо- и пороодообразования млекопитающих и микробиома. Микробиом кишечника является одним из факторов, формирующих изменения рациона, фенотипическую изменчивость и адаптивный потенциал млекопитающих [4]. Последние данные свидетельствуют о том, что бактериальный дисбиоз может способствовать психическим расстройствам, индуцированным цитокин-опосредованными реакциями, наблюдаемыми у пациентов с кишечными заболеваниями [5], [6]. В настоящее время исследования микробиома одомашненных видов животных имеют большое значение, так как продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных ценных видов и пород животных могут быть улучшены целенаправленным изменением качественного и количественного состава микробиома. Однако организация этого процесса

является сложной задачей из-за недостаточно изученной роли симбионтов микробиома различных видов животных и взаимодействия «микробиом – хозяин».

В кролиководстве одним из актуальных направлений является изучение микробиоценоза слепой кишки кролика [7]. Значимость этого направления определяется, прежде всего, тем, что целлюлоза (клетчатка), являясь основным структурным компонентом оболочек растительных клеток, не метаболизируется ферментной системой кролика [8], а этот процесс обеспечивается ферментами бактерий, локализуемыми в слепой кишке [9]. Переваримость сырой клетчатки у кроликов составляет приблизительно 20 % в грубых кормах и до 45 % в травяном корме и зерне [10]. Поскольку основная роль микробиома слепой кишки заключается в ферментации клетчатки, наибольший интерес представляет определение целлюлозолитической активности бактерий слепой кишки, при этом при проведении исследований с целью изучения организации геномов микробиома слепой кишки кролика необходимой задачей остается выявление видового состава и метаболических взаимосвязей между его представителями.

Целлюлазы (целлюлозолитические ферменты) – ферменты класса гидролаз, катализирующие гидролиз 1,4-гликозидных связей в молекуле целлюлозы с образованием набора олигосахаридов различной степени полимеризации вплоть до мономера – глюкозы [11]. Целлюлосомы являются одной из наиболее эффективных систем для расщепления целлюлозы. Этот мультиферментный внеклеточный комплекс включает в себя различные гидролитические ферменты [12]. Активность целлюлосом была тщательно изучена у многих целлюлозолитических бактерий [12]. Среди анаэробных бактерий один из известных продуцентов целлюлаз *Bacteroides cellulosolvens* первоначально был выделен из осадка сточных вод [13] и имеет способность связывать и разлагать кристаллическую целлюлозу [14]. *B. cellulosolvens* содержит самые большие некаталитические целлюлосомные субъединицы, известные до настоящего времени, что указывает на наличие особенно сложной целлюлосомной системы [15]. Из неспорообразующих анаэробных микроорганизмов в слепой кишке кролика доминируют грамположительные бифидобактерии [16]. Симбиотическая роль в отношении бифидобактерий с макроорганизмом очень важна и заключается как в участии в процессе пищеварения, так и в формировании резистентности и иммунных свойств организма. Благодаря способности к адгезии обеспечивается поверхностное прикрепление бифидобактерий к слизистой кишечника, тем самым обеспечивается их

участие в пристеночном пищеварении, ферментации субстратов и конкуренции за пищевую нишу с другими представителями микробиоты кишечника. В результате колонизации бифидобактериями слизистой кишечника на его поверхности образуются биопленки, которые препятствуют размножению патогенных и условно патогенных бактерий, тем самым обеспечивая формирование локальной резистентности [17]. Способность к образованию ацетата, лактата, летучих жирных кислот, лизоцимоподобных и других веществ с антибактериальной активностью определяет их антагонистическая активность. При использовании аммиака в просвете кишечника для синтеза собственных структурных белков бифидобактерии подавляют токсинообразование и разрушают токсины патогенных бактерий и кормов, тем самым существенно снижая токсическую нагрузку на печень [18].

Для проведения долговременных исследований процессов физиологии пищеварения млекопитающих, получения доступа к химусу, желудочному соку, содержимому кишечника применяют методы, основанные на канюлировании органов пищеварительной системы на различных уровнях. Для этого млекопитающим в зависимости от целей и задач исследования в органы пищеварительной системы хирургическим способом устанавливают специальные устройства – фистулы (канюли), обеспечивающие возможность получать содержимое органа (химус, желудочный сок) пищеварительной системы либо вводить во внутреннюю полость органа терапевтические препараты, микроорганизмы, компоненты корма. Сегодня разработано и проведено множество исследований, направленных на изучение процессов пищеварения млекопитающих, в том числе и изучение активности целлюлаз в пищеварительном тракте кроликов *in vivo*¹, которые имеют как преимущества, так и недостатки².

Целью исследования является разработка хронической фистулы и изучение ферментативной активности целлюлозолитических бактерий слепой кишки *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens* на примере domestцированного вида сельскохозяйственных животных – *Oryctolagus cuniculus war. domestica*.

Методология и методы исследования (Methods)

Фистула. Разработанная фистула представляет собой пластиковую трубку с монолитно выполненными на ее дистальном конце крыльями, которые препятствуют выпадению фистулы из органа пищеварительной системы, при этом фистула фиксируется резиновыми валиками на слепой кишке и коже животного и имеет завинчиваемую пробку.

¹ Пат. 2470293 Российская Федерация, МПК G01N 33/00 (2006.01). Способ определения активности целлюлазы в пищеварительном тракте кроликов *in vivo* / Гаврикова Е. И., Лактионов К. С., Лактионова Т. К. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Орел ГАУ. – № 2011146841/15; заявл. 17.11.2011; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35.

² Пат. 198197 Российская Федерация, МПК G09B 23/28 (2006.01), A61B 17/22 (2006.01), A61B 17/50 (2006.01). Фистула для изучения физиологических процессов пищеварения у млекопитающих / Косовский Г. Ю., Попов Д. В.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ НИИПЗК. – № 2020106301; заявл. 10.02.2020; опубл. 23.06.2020, Бюл. № 18.

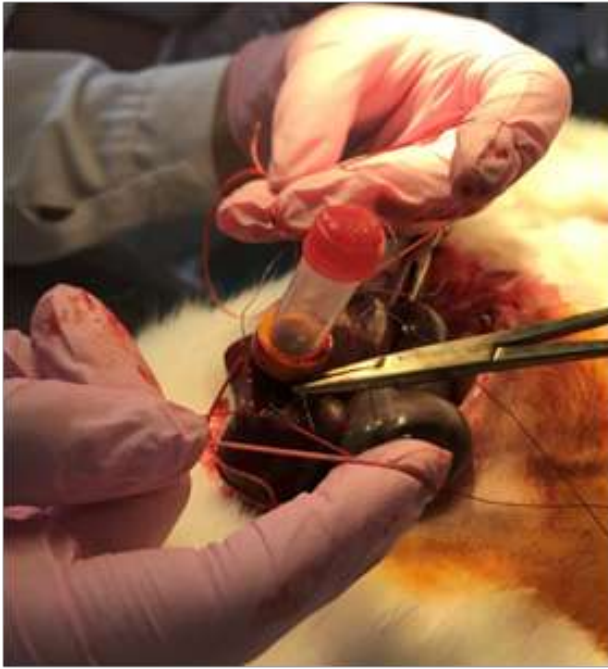


Рис. 1. Установка фистулы на слепую кишку кролика
Fig. 1. Installation of a fistula on a rabbit's cecum



Рис. 2. Установленная фистула (вид со стороны кожи)
Fig. 2. Installed fistula (skin view)

Хирургическая установка фистулы. Перед операцией кроликов выдерживали на голодной диете в течение 12 часов с неограниченным доступом к воде. Для премедикации применяли атропина сульфат 0,1 % (0,5 мл), наркоз проводили препаратом «Пропофол» 20 %. Препарат вводили внутривенно, дозировали индивидуально по рефлексам из расчета изначальной дозы 7,5–15 мг/кг.

Животное располагали на операционном столе лежа на спине. Операционное поле выбривали от шерсти, обрабатывали по Филончикову – Гросси-ху и изолировали с помощью нетканой одноразовой салфетки и цапок. Хирургический доступ проводили согласно топографии слепой кишки. Все кровотечения из сосудов кожи, подкожной жировой клетчатки и брюшной стенки устраняли путем электрокоагуляции. После определения места установки фистулы на слепой кишке делали разрез и вставляли одно из крыльев фистулы в просвет раны и круговым движением по часовой стрелке вводили фистулу во внутреннюю полость слепой кишки. Затем для закрытия зияния раны накладывали кисетный шов полигликолидной нитью (ПГА) (рис. 1).

После чего к ушитому разрезу органа пищеварительной системы продвигали резиновый валик. Далее закрывали брюшную стенку, с этой целью применяли непрерывный шов с использованием шовного материала Vicryl Rapide 2/0. Для закрытия зияния раны кожи применяли внутрикожный шов с использованием в качестве шовного материала Vicryl Rapide 2/0. Далее обрабатывали рану средством, способствующим заживлению, алюминий-спреем («Никовет» (Nicovet), Германия) и располагали еще один резиновый валик таким образом, чтобы обеспечить фиксацию фистулы и предупредить ее продвижение в брюшную полость

(рис. 2). Хронические фистулы в слепую кишку были установлены 7 кроликам на срок до 3 месяцев. После проведения исследования с целью определения успешности заживления ран была сделана диагностическая лапаротомия животных.

Выделение и изучение характеристик *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavofaciens*. С целью изучения биохимических характеристик целлюлозолитических бактерий *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavofaciens* получали химус из слепой кишки через установленную фистулу.

Для культивирования целлюлозолитических микроорганизмов химуса кролика использовали жидкую среду Гетчинсона и Хангейта. Выделение чистой культуры микроорганизмов проводили пересевом на плотную среду Гетчинсона. В качестве питательного субстрата использовали обеззоленную фильтровальную бумагу. Культивирование проводили с применением газогенерирующей системы GENbox CO2 для создания анаэробных условий в замкнутой воздушной среде, при температуре 37 °С. Солеустойчивость определяли на питательных средах с массовой долей хлористого натрия более 7,0 % при температуре 37 ± 1 °С в течение 48–72 ч.

Общее количество солеустойчивых микроорганизмов (КОЕ/г) вычисляли по формуле:

$$X = n \cdot 10^m \cdot a,$$

где n – количество колоний, подсчитанных на чашке Петри;

m – число десятикратных разведений;

a – коэффициент пересчета, учитывающий объем посевного материала, вносимого в чашку Петри.

При посеве 0,1 см³ коэффициент пересчета равняется 10; при посеве 0,2 см³ – 5; при посеве 0,5 см³ – 2.

Определение индола проводили по способу Мореля [19]. Наличие сероводорода определяли с помощью полоски фильтровальной бумаги, пропитанной раствором ацетата свинца и аммиака, помещенной между стенкой и пробкой засеянной пробирки. Каталазную активность устанавливали с использованием 3-процентного раствора перекиси водорода. Редукцию нитратов определяли на нитратном бульоне.

Морфологию, размеры клеток, колонии и подвижность бактерий оценивали визуально в микроскопе под иммерсией. Капсулообразование у бактерий определяли методом Бурри – Гинса [20]. Наличие спор у бактерии определяли методом Ожешко [20]. Окраску проводили по Граму. Подсчет численности микроорганизмов производили методом Брида. Кроме дифференциальной окраски по Граму, для подсчета численности йодофильных бактерий применяли окраску раствором Люголя, для обнаружения спор – метиленовой синью по Леффлеру [21].

Известно, что при установке хронических фистул в органы пищеварения при процессе заживления нередко возникают осложнения: воспаление и сращение органа пищеварительной системы, в который установлена фистула (слепая кишка, желудок и т. д.), и между серозными слоями брюшины, что влечет за собой функциональные расстройства (нарушение перистальтики кишечника, мышечное сокращение желудка и т. д.). Кроме того, из органа пищеварительной системы, в который установлена фистула, в брюшную полость может попасть его содержимое, что приведет к возникновению септических процессов (перитонит) либо процессов самопереваривания (автолиз). Поэтому важно при разработке, подборе материалов и установке таких устройств предусмотреть ряд характеристик и свойств, таких как надежная фиксация фистулы во внутреннем просвете органа (слепая кишка, желудок и т. д.) и на наружной поверхности органа и кожи, гипоаллергенность и низкая адгезивность.

Таблица 1
Характеристики бактерий *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens*, выделенных из химуса слепой кишки кролика

Характеристики	<i>Butirivibrio fibrisolvens</i>	<i>Ruminococcus flavefaciens</i>
Тип дыхания	Анаэробное	Анаэробное
Окраска по Граму	–	+
Образуют		
Каталаза	–	–
Аммиак NH ₃	–	–
Индол C ₈ H ₇ N	–	–
Сероводород H ₂ S	–	–
Редуцирование нитрата	–	–
Ферментируют		
Целлюлоза	+	+
Целлобиоза	+	+
Глюкоза	+	+
Лактоза	+	–
Сахароза	+	–
Мальтоза	+	–
Крахмал	+	–
Салицин	+	–
Ксилан	+	+
Пектин	+	–
Сбраживают		
Трегалоза	–	–
Маннитол,	–	–
Глицерол	–	–
Продукты ферментации		
Масляная кислота	+	–
Муравьиная кислота	+	+
Молочная кислота	+	–
Водород	+	+
Углекислый газ	+	+

Table 1
Characteristics of the bacteria *Butirivibrio fibrisolvens* and *Ruminococcus flavefaciens* isolated from the chyme of rabbit cecum

Features	<i>Butirivibrio fibrisolvens</i>	<i>Ruminococcus flavefaciens</i>
Type of breathing	Anaerobic	Anaerobic
Gram stain	–	+
Forming		
Catalase	–	–
Ammonia NH ₃	–	–
Indole C ₈ H ₇ N	–	–
Hydrogen sulfide H ₂ S	–	–
Reducing nitrate	–	–
Fermenting		
Cellulose	+	+
Cellobiose	+	+
Glucose	+	+
Lactose	+	–
Sucrose	+	–
Maltose	+	–
Starch	+	–
Salicin	+	–
Xylan	+	+
Pectin	+	–
Fermenting		
Trehalose	–	–
Mannitol,	–	–
Glycerol	–	–
Fermentation products		
Butyric acid	+	–
Formic acid	+	+
Lactic acid	+	–
Hydrogen	+	+
Carbon dioxide	+	+

После установки фистул опытные животные не проявляли аллергической реакции, на 9-е сутки отмечено полное заживление раны кожи. Изменений в аппетите обнаружено не было. В ходе диагностических лапаротомий, проведенных через 3 месяца после установки фистул, ни у одного исследуемого животного не выявлено патологических процессов, слизистая оболочка слепой кишки кролика была блестящей, бледно-розового цвета, что соответствует нормам, применяемые шовные материалы полностью были подвержены резорбции, образовавшаяся рубцовая ткань была бледно-розового цвета, полностью закрывшая зияние раны.

Во второй части проведенного исследования мы изучали биохимические характеристики целлюлозолитических бактерий слепой кишки кролика – *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens* (таблица 1).

Установлено 32 млрд микроорганизмов в 1 г химуса. При культивировании на селективной среде с фильтровальной бумагой были выделены целлюлозолитические бактерии *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens*. *Butirivibrio fibrisolvens* – анаэробные подвижные изогнутые палочковидные бактерии, расположенные одиночно и в виде небольших цепочек.

При проведении дальнейшего исследования на культуре *Butirivibrio fibrisolvens* были выявлены следующие биохимические характеристики: каталазу, аммиак, индол, сероводород не образуют, нитрат не редуцируют; ферментируют целлюлозу, целлюлобиозу, глюкозу, лактозу, сахарозу, мальтозу, крахмал, салицин, ксилан и пектин; не сбраживают трегалозу, маннитол, глицерол; продуктами ферментации являются масляная, муравьиная и молочная кислоты, водород и углекислый газ.

Изучение биохимических свойств *Ruminococcus flavefaciens* показало: каталазу, аммиак, индол, сероводород не образуют; нитрат не редуцируют; ферментируют целлюлозу, целлюлобиозу, глюкозу и ксилан; не ферментируют декстрин, лактозу, мальтозу, ксилозу, сахарозу; продуктами ферментации являются уксусная и муравьиная кислоты, сукцинат, ацетат, углекислый газ и водород.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Оболочка *B. Fibrisolvens* содержит производные тейхоевой кислоты, характерные для грамположительных клеток. Есть данные, где указано, что в геноме присутствует большой набор генов, участвующих в целлюлозолитическом процессе, но отсутствуют ключевые гены, участвующие в биогидрировании углеводов [22]. Это, по-видимому, указывает на то, что *B. Fibrisolvens* играет важную роль в целлюлозолитических процессах в рубце, но не обладает автономной целлюлозолитической способностью. На жидкой среде вызывает небольшое помутнение и хлопьевидный осадок. На плотной – кремовые колонии звездчатой формы.

Ruminococcus flavefaciens – грамположительные неподвижные анаэробные бактерии кокковой формы, располагаются парами или короткими, или длинными цепочками. Спор не образуют. Бактерия является сильным целлюлозолитическим штаммом, который способен разрушать нерастворимую кристаллическую целлюлозу, присутствующую в тестовых субстратах, таких как фильтровальная бумага и депарафинированное хлопковое волокно [23]. На плотной питательной среде образуют мелкие (2–3 мм в диаметре) колонии в форме двояковыпуклой линзы, беловатой или слабо желтой окраски.

Бактериальные штаммы *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens* являются одними из самых значительных целлюлозолитических бактерий в кишечнике травоядных животных. Особенностью представленных бактерий является то, что они метаболизируют все тестовые субстраты целлюлозы, образуя конъюгированную линолевою кислоту (CLA), которая формируется в качестве промежуточного продукта во время биогидрирования линолевой (LA) и альфа-линоленовой кислот, которые имеют начальную стадию изомеризации с образованием конъюгированной цис-9, транс-11-кислоты, которая затем подвергается гидрированию своих цис-двойных связей, что приводит к транс-11-октадекановой кислоте (транс-вакценовой кислоте, 11-эладиковой кислоте) с последующим гидрированием до стеариновой кислоты [24]. Подъем концентрации CLA в кишечнике животных приводит к повышению ее уровня в мясе, что положительно сказывается на функциональных свойствах мяса, а также может улучшить его качество, включая устойчивость к окислению, увеличивает время хранения сырого мяса и позволяет сохранять цвет мяса, что придает ему хороший товарный вид.

Полученные и представленные нами результаты подтверждаются имеющимися литературными данными [25]. Таким образом, можно сделать заключение, что проведенное исследование по изучению биохимических характеристик целлюлозолитических бактерий *Butirivibrio fibrisolvens* и *Ruminococcus flavefaciens*, выделенных из химуса слепой кишки кролика, который получали через установленную фистулу, показывает возможность применения и эффективность разработанного устройства для проведения физиологических исследований процессов пищеварения, изучения видового состава и свойств микробиоциноза слепой кишки кроликов в течение длительного времени. Получение новых знаний о составляющей микробиома слепой кишки кролика позволит в дальнейшем целенаправленно корректировать его видовой состав, что определит возможность управлять скоростью биоконверсии корма, создавая животных с направленными хозяйственно полезными признаками, необходимых для оптимизации в промышленном кролиководстве.

1. Cotozzolo E., Cremonesi P., Curone G., et al. Characterization of Bacterial Microbiota Composition along the Gastrointestinal Tract in Rabbits // *Animals (Basel)*. 2020. No. 11 (1). Article number 31. DOI: 10.3390/ani11010031.
2. Arrazuria R., Pérez V., Molina E., Juste R. A., Khafipour E., Elguezabal N. Diet induced changes in the microbiota and cell composition of rabbit gut associated lymphoid tissue (GALT) // *Scientific Reports*. 2018. No. 8 (1). Article number 14103. DOI: 10.1038/s41598-018-32484-1.
3. Буштырева И. О., Буштырев В. А., Баринова В. В. [и др.] Микробиом женской репродуктивной системы: вопросов больше, чем ответов // *Главный врач Юга России*. 2018. № 3 (62). С. 49–52.
4. Kolodny O., Callahan B. J., Douglas A. E. The role of the microbiome in host evolution // *Philosophical Transactions of the Royal Society. B. Biological Sciences*. 2020. No. 375 (1808). Article number 20190588. DOI: 10.1098/rstb.2019.0588.
5. Douglas-Escobar M., Elliott E., Neu J. Effect of intestinal microbial ecology on the developing brain // *JAMA Pediatr*. 2013. No. 167 (4). Pp. 374–379. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2013.497.
6. Bercik P., Denou E., Collins J., et al. The intestinal microbiota affect central levels of brain-derived neurotropic factor and behavior in mice // *Gastroenterology*. 2011. No. 141 (2). Pp. 599–609. DOI: 10.1053/j.gastro.2011.04.052.
7. Velasco-Galilea M., Piles M., Viñas M., et al. Rabbit Microbiota Changes Throughout the Intestinal Tract // *Frontiers in microbiology*. 2018. No. 9. Article number 2144. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02144.
8. Yang G., Zhao F., Tian H., Li J., Guo D. Effects of the dietary digestible fiber-to-starch ratio on pellet quality, growth and cecal microbiota of Angora rabbits // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2020. No. 33 (4). Pp. 623–633. DOI: 10.5713/ajas.19.0221.
9. Funosas G., Triadó-Margarit X., Castro F., et al. Individual fate and gut microbiome composition in the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) // *Scientific reports*. 2021. No. 11 (1). Article number 766. DOI: 10.1038/s41598-020-80782-4.
10. Ocasio-Vega C., Delgado R., Abad-Guamán R., et al. The effect of cellobiose on the health status of growing rabbits depends on the dietary level of soluble fiber // *Journal of Animal Science*. 2018. No. 96 (5). Pp. 1806–1817. DOI: 10.1093/jas/sky106.
11. Доценко А. С., Гусаков А. В., Рожкова А. М., Волков П. В., Короткова О. Г., Сеницын А. П. Ферментативный гидролиз целлюлозы смесями мутантных форм целлюлаз *Penicillium verticilliosum* // *Вестник Московского университета. Серия 2. Химия*. 2018. Т. 59. № 2. С. 138–143.
12. Krasteva P. V., Bernal-Bayard J., Travier L., et al. Insights into the structure and assembly of a bacterial cellulose secretion system // *Nature Communications*. 2017. No. 8 (1). Article number 2065. DOI: 10.1038/s41467-017-01523-2.
13. Li D.-W. *Biology of Microfungi*. Springer, Cham, 2016. 650 p. DOI: 10.1007/978-3-319-29137-6.
14. Zhivin O., Dassa B., Moraís S., et al. Unique organization and unprecedented diversity of the *Bacteroides* (*Pseudobacteroides*) *cellulosolvens* cellulosome system // *Biotechnology for Biofuels*. 2017. No. 10. Article number 211. DOI: 10.1186/s13068-017-0898-6.
15. Duarte M., Viegas A., Alves V. D., et al. A dual cohesin-dockerin complex binding mode in *Bacteroides cellulosolvens* contributes to the size and complexity of its cellulosome // *Journal of Biological Chemistry*. 2021. No. 296. Article number 100552. DOI: 10.1016/j.jbc.2021.100552.
16. Milani C., Mangifesta M., Mancabelli L., et al. Unveiling bifidobacterial biogeography across the mammalian branch of the tree of life // *The ISME Journal*. 2017. No. 11 (12). Pp. 2834–2847. DOI: 10.1038/ismej.2017.138.
17. Олескин А. В., Ботвинко И. В., Цавкелова Е. А. Колониальная организация и межклеточная коммуникация у микроорганизмов // *Микробиология*. 2000. Т. 69. № 3. С. 309–327.
18. Шендеров Б. А. Нормальная микрофлора и некоторые вопросы микрoэкологической токсикологии // *Антибиотики и медицинская биотехнология*. 1987. Т. 32. № 3 С. 38–41.
19. Биргер М. О. *Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам исследования*. Москва: Медицина, 1982. 464 с.
20. Лабинская А. С. *Частная медицинская микробиология с техникой микробиологических исследований*. Москва: Медицина, 2004. 576 с.
21. Лабинская А. С., Костюкова Н. Н., Иванова С. М. *Частная медицинская микробиология и этиологическая диагностика инфекций*. Москва: БИНОМ, 2012. 1152 с.
22. Rodríguez Hernández J., Cerón Cucchi M. E., Cravero S., et al. The first complete genomic structure of *Butyrivibrio fibrisolvens* and its chromid // *Microbial Genomics*. 2018. No. 4 (10). Article number e000216. DOI: 10.1099/mgen.0.000216.
23. Hagen L. H., Brooke C. G., Shaw C. A., et al. Proteome specialization of anaerobic fungi during ruminal degradation of recalcitrant plant fiber // *The ISME Journal*. 2021. No. 15. Pp. 421–434. DOI: 10.1038/s41396-020-00769-x.
24. Artegoitia V. M., Foote A. P., Lewis R. M., Freetly H. C. Rumen Fluid Metabolomics Analysis Associated with Feed Efficiency on Crossbred Steers // *Scientific reports*. 2017. No. 7 (1). Article number 2864. DOI: 10.1038/s41598-017-02856-0.
25. Семенова Т. Н., Коротков Д. Ю., Первушин В. В. Видовой состав симбиоза толстого кишечника // *Образование и наука в России и за рубежом*. 2019. № 15 (63). С. 20–29.

Об авторах:

Глеб Юрьевич Косовский¹, доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник, директор, ORCID 0000-0003-3808-3086, AuthorID 353097; +7 (495) 744-26-42, niipzk@mail.ru

Елена Сергеевна Колесник¹, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-2465-7184, AuthorID 1050062; +7 952 558-44-67, elena.rainis.lis@yandex.ru

Дмитрий Владимирович Попов¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом биотехнологии, ORCID 0000-0001-7422-5470, AuthorID 811001; +7 967 146-90-29, popov.bio@gmail.com

¹ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В. А. Афанасьева, Родники, Россия

Chronic fistula to rabbit cecum microbiome study

G. Yu. Kosovskiy¹✉, E. S. Kolesnik¹, D. V. Popov¹

¹ Scientific Research Institute of Fur-Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding named after V. A. Afanas'ev, Rodniki, Russia

✉E-mail: niipzk@mail.ru

Abstract. The purpose of this work is to approve a device for studying the microbiome of the gastrointestinal tract of mammals. The study of the quantitative and qualitative composition of the digestive tract microbiota is one of the promising directions in metagenomics. Knowledge obtained about the organization of microbiocenosis genome, the determination of species composition and study of metabolic relationships between its representatives not only expand the understanding of its role in the process of evolution, speciation and breeding but also provide a scientifically substantiated basis for targeting changes in the microbiome to form a phenotype (optimization of feed bioconversion, increasing overall resistance, etc.). **Scientific novelty.** For the first time, the main characteristics of cellulolytic bacteria isolated from the chyme of the rabbit cecum were isolated, cultured and described through a chronic fistula. **Methods.** In order to carry out research aimed to study mammalian microbiome and its correction, the need arises to develop methods of obtaining microbiome samples from experimental animals. To obtain access to the chyme of the cecum in 7 rabbits for up to 3 months the chronic fistulas developed in Scientific Research Institute of Fur-Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding n. a. V. A. Afanas'ev were installed. No negative manifestations were observed in the animals after installation of the fistulas, no changes in appetite were detected, and complete healing of the skin wound was determined on the 9th day. Diagnostic laparotomies performed 3 months after fistula placement revealed no pathological processes in any of the studied animals. **Results.** Characteristics of cellulolytic bacteria of the rabbit cecum *Butirivibrio fibrisolvens* and *Ruminococcus flavefaciens* were studied. Data on their enzymatic effects on dietary components, fermentation products, digestion and formation of organic substances and chemical compounds are presented.

Keywords: rabbit, microbiome, cellulosomes, fistula, chyme, *Butirivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*.

For citation: Kosovskiy G. Yu., Kolesnik E. S., Popov D. V. Khronicheskaya fistula dlya izucheniya mikrobioma slepoy kishki krolika [Chronic fistula to rabbit cecum microbiome study] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 40–47. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-40-47. (In Russian.)

Date of paper submission: 06.07.2021, **date of review:** 20.07.2021, **date of acceptance:** 02.09.2021.

References

1. Cotozzolo E., Cremonesi P., Curone G., et al. Characterization of Bacterial Microbiota Composition along the Gastrointestinal Tract in Rabbits // *Animals (Basel)*. 2020. No. 11 (1). Article number 31. DOI: 10.3390/ani11010031.
2. Arrazuria R., Pérez V., Molina E., Juste R. A., Khafipour E., Elguezabal N. Diet induced changes in the microbiota and cell composition of rabbit gut associated lymphoid tissue (GALT) // *Scientific Reports*. 2018. No. 8 (1). Article number 14103. DOI: 10.1038/s41598-018-32484-1.
3. Bushtyeva I. O., Bushtyrev V. A., Barinova V. V., et al. Mikrobiom zhenskoy reproduktivnoy sistemy: voprosov bol'she, chem otvetov [Microbiome of the female reproductive system: there are more questions than answers] // *Glavnyy vrach Yuga Rossii*. 2018. No. 3 (62). Pp. 49–52. (In Russian.)
4. Kolodny O., Callahan B. J., Douglas A. E. The role of the microbiome in host evolution // *Philosophical Transactions of the Royal Society. B. Biological Sciences*. 2020. No. 375 (1808). Article number 20190588. DOI: 10.1098/rstb.2019.0588.
5. Douglas-Escobar M., Elliott E., Neu J. Effect of intestinal microbial ecology on the developing brain // *JAMA Pediatr*. 2013. No. 167 (4). Pp. 374–379. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2013.497.
6. Bercik P., Denou E., Collins J., et al. The intestinal microbiota affect central levels of brain-derived neurotropic factor and behavior in mice // *Gastroenterology*. 2011. No. 141 (2). Pp. 599–609. DOI: 10.1053/j.gastro.2011.04.052.

7. Velasco-Galilea M., Piles M., Viñas M., et al. Rabbit Microbiota Changes Throughout the Intestinal Tract // *Frontiers in microbiology*. 2018. No. 9. Article number 2144. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02144.
8. Yang G., Zhao F., Tian H., Li J., Guo D. Effects of the dietary digestible fiber-to-starch ratio on pellet quality, growth and cecal microbiota of Angora rabbits // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2020. No. 33 (4). Pp. 623–633. DOI: 10.5713/ajas.19.0221.
9. Funosas G., Triadó-Margarit X., Castro F., et al. Individual fate and gut microbiome composition in the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) // *Scientific reports*. 2021. No. 11 (1). Article number 766. DOI: 10.1038/s41598-020-80782-4.
10. Ocasio-Vega C., Delgado R., Abad-Guamán R., et al. The effect of cellobiose on the health status of growing rabbits depends on the dietary level of soluble fiber // *Journal of Animal Science*. 2018. No. 96 (5). Pp. 1806–1817. DOI: 10.1093/jas/sky106.
11. Dotsenko A. S., Gusakov A. V., Rozhkova A. M., Volkov P. V., Korotkova O. G., and Sinitsyn A. P. Fermentativnyy gidroliz tsellyulozy smesyami mutantnykh form tsellyulaz *Penicillium verruculosum* [Enzymatic hydrolysis of cellulose by mixtures of mutant forms of *Penicillium verruculosum* cellulases] // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Khimiya*. 2018. Vol. 59. No. 2. Pp. 138–143. (In Russian.)
12. Krasteva P. V., Bernal-Bayard J., Travier L., et al. Insights into the structure and assembly of a bacterial cellulose secretion system // *Nature Communications*. 2017. No. 8 (1). Article number 2065. DOI: 10.1038/s41467-017-01523-2.
13. Li D.-W. *Biology of Microfungi*. Springer, Cham, 2016. 650 p. DOI: 10.1007/978-3-319-29137-6.
14. Zhivin O., Dassa B., Moraís S., et al. Unique organization and unprecedented diversity of the *Bacteroides* (*Pseudobacteroides*) *cellulosolvens* cellulosome system // *Biotechnology for Biofuels*. 2017. No. 10. Article number 211. DOI: 10.1186/s13068-017-0898-6.
15. Duarte M., Viegas A., Alves V. D., et al. A dual cohesin-dockerin complex binding mode in *Bacteroides cellulosolvens* contributes to the size and complexity of its cellulosome // *Journal of Biological Chemistry*. 2021. No. 296. Article number 100552. DOI: 10.1016/j.jbc.2021.100552.
16. Milani C., Mangifesta M., Mancabelli L., et al. Unveiling bifidobacterial biogeography across the mammalian branch of the tree of life // *The ISME Journal*. 2017. No. 11 (12). Pp. 2834–2847. DOI: 10.1038/ismej.2017.138.
17. Oleskin A. V., Botvinko I. V., Tsavkelova E. A. Kolonial'naya organizatsiya i mezhkletchnaya kommunikatsiya u mikroorganizmov [Colonial organization and intercellular communication in microorganisms.] // *Mikrobiologiya*. 2000 T. 69. No. 3 Pp. 309–327. (In Russian.)
18. Shenderov B. A. Normal'naya mikroflora i nekotoryye voprosy mikroekologicheskoy toksikologii [Normal microflora and some issues of microecological toxicology] // *Antibiotiki i meditsinskaya biotekhnologiya*. 1987. T. 32. No. 3. Pp. 38–41. (In Russian.)
19. Birger M. O. *Spravochnik po mikrobiologicheskim i virusologicheskim metodam issledovaniya* [Handbook of Microbiological and Virological Research Methods]. Moscow: Meditsina, 1982. 464 p. (In Russian.)
20. Labinskaya A. S. *Chastnaya meditsinskaya mikrobiologiya s tekhnikoy mikrobiologicheskikh issledovaniy* [Private medical microbiology with microbiological research techniques]. Moscow: Meditsina, 2004. 576 p. (In Russian.)
21. Labinskaya A. S., Kostyukova N. N., Ivanova S. M. *Chastnaya meditsinskaya mikrobiologiya i etiologicheskaya diagnostika infektsiy* [Private medical microbiology and etiological diagnosis of infections. Moscow: BINOM, 2012. 1152 p. (In Russian.)
22. Rodríguez Hernández J., Cerón Cucchi M. E., Cravero S., et al. The first complete genomic structure of *Butyrivibrio fibrisolvens* and its chromid // *Microbial Genomics*. 2018. No. 4 (10). Article number e000216. DOI: 10.1099/mgen.0.000216.
23. Hagen L. H., Brooke C. G., Shaw C. A., et al. Proteome specialization of anaerobic fungi during ruminal degradation of recalcitrant plant fiber // *The ISME Journal*. 2021. No. 15. Pp. 421–434. DOI: 10.1038/s41396-020-00769-x.
24. Artegoitia V. M., Foote A. P., Lewis R. M., Freetly H. C. Rumen Fluid Metabolomics Analysis Associated with Feed Efficiency on Crossbred Steers // *Scientific reports*. 2017. No. 7 (1). Article number 2864. DOI: 10.1038/s41598-017-02856-0.
25. Semenova T. N., Korotkov D. Yu., Pervushin V. V. Vidovoy sostav simbiotsenoza tolstogo kishchnika [Species composition of the symbiogenesis of the large intestine] // *Obrazovaniye i nauka v Rossii i za rubezhom*. 2019. No. 15 (63). Pp. 20–29. (In Russian.)

Authors' information:

Gleb Yu. Kosovskiy¹, doctor of biological sciences, professor of the Russian Academy of Sciences, chief researcher, director, ORCID 0000-0003-3808-3086, AuthorID 353097; +7 (495) 744-26-42, niipzk@mail.ru

Elena S. Kolesnik¹, junior researcher, ORCID 0000-0002-2465-7184, AuthorID 1050062; +7 952 558-44-67, elena.rainis.lis@yandex.ru

Dmitriy V. Popov¹, candidate of biological sciences, leading researcher, head of the department of biotechnology, ORCID 0000-0001-7422-5470, AuthorID 811001; +7 967 146-90-29, popov.bio@gmail.com

¹ Scientific Research Institute of Fur-Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding named after V. A. Afanas'ev, Rodniki, Russia

Nitric oxide as an indicator for assessing the resistance and susceptibility of cattle to leukemia

U. Zh. Kuzhebayaeva¹✉, I. M. Donnik², M. V. Petropavlovskiy², S. G. Kanatbaev³, B. E. Nurgaliev¹

¹ Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Uralsk, Kazakhstan

² Ural Federal Agrarian Scientific Research Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

³ West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk, Kazakhstan

✉ E-mail: usya_999@mail.ru

Abstract. The role of allelic variability of inducible nitric oxide synthase (iNOS) is significant in the study of the resistance and susceptibility of animals to leukemia infection. After analyzing the literature data, it can be stated that in the iNOS gene, allele A (with genotype AA) is responsible for resistance to the leukemia virus, and allele B (with genotype BB) is responsible for susceptibility. This is due to the frequency of occurrence of alleles and their genotypes of the polymorphic marker AN13-1 of the inducible nitric oxide synthase gene. The iNOS gene is capable of producing a large amount of nitric oxide, compared to other isoforms. In turn, nitric oxide causes death or can stop the growth of pathogenic microorganisms, including viruses. **The purpose** of this work is to further study nitric oxide as an indicator for determining the resistance and susceptibility of animals to leukemia, as well as the selection of specific primers for PCR-PDRF used in genotyping. **Methods.** The iNOS gene sequence was analyzed and a pair of specific primers were selected and synthesized using the Vector NTI program. **Scientific novelty** of this work lies in the fact that we have selected specific primers that are important for the analysis of cattle genotyping by allelic variants of the polymorphic marker AN13-1 of the iNOS gene. **Results.** Based on this work, a pair of primers iNOSF_new and iNOSR_new, with a calculated annealing temperature of 52 °C, were selected and synthesized, giving an amplicon with a length of 186 bp. The amplicon contains a polymorphic site that distinguishes the A and B alleles. During PCR-RFLP, the following genotype-specific fragments are formed: AA-47/139 bp; AB -186/139/47 bp; BB-186 bp.

Keywords: leukemia, bovine, interleukin, nitric oxide, oligonucleotides, resistance, susceptibility, polymorphic.

For citation: Kuzhebayaeva U. Zh., Donnik I. M., Petropavlovskiy M. V., Kanatbaev S. G., Nurgaliev B. E. Nitric oxide as an indicator for assessing the resistance and susceptibility of cattle to leukemia // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 48–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-48-54.

Date of paper submission: 27.08.2021, **date of review:** 02.09.2021, **date of acceptance:** 06.09.2021.

Introduction

Currently, one of the widespread viral diseases causing significant economic damage to the cattle breeding industry is bovine leukemia [1, p. 1058], [2, p. 3688], [3, p. 255]. In the Republic of Kazakhstan, this disease was first registered in early 1966 in two farms of the Karaganda region and in one farm of the Almaty region among young cattle of brown Latvian and red Lithuanian breeds imported in 1960 from the Baltic republics. In 1969, the number of disadvantaged settlements increased to 22, in 1970 – to 49 and in 1983 – to 186 in 14 regions of the republic. To date, the disease has been registered in 12 out of 14 regions on the territory of the Republic of Kazakhstan. According to the “National Reference Center for Veterinary Medicine” and the “Republican Veterinary Laboratory” of the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2015–2018, 0.44 % of the total number of cattle were examined, the degree of infection was 5.8 % [4, p. 150], [5, p. 79]. In the Russian Federation, the leukemia virus is established on the

territory of 64 subjects, according to official data, the number of disadvantaged leukemia sites in the Russian Federation reaches 1789 [6, p. 8].

Bovine leukemia virus is an RNA-containing oncogenic virus that causes malignant lymphoproliferative disease of animals. According to the classification of the International Committee for Taxonomy of Viruses (ICTV), it belongs to the family Retroviridae (2 subfamilies, 7 genera), the subfamily Orthoretrovirinae, the genus Deltaretrovirus, which also includes T-lymphotropic primate viruses (PTLV) – humans and monkeys (HTLV and STLV).

According to the authors involved in the study of leukemia, it is known that almost 70 % of infected animals have an asymptomatic disease, the aleikemic stage. However, after a few years of the asymptomatic period, 25–30 % of animals infected with the leukemia virus develop persistent lymphocytosis characterized by polyclonal expression of the neoplastic population of CD5+ B lymphocytes, and 1–5 % develop B-cell lymphoma [7].

However, a mechanism capable of providing protection against enzootic leukemia for cows infected with leukemia is still unknown.

The leukemia virus can be transmitted vertically and horizontally, as well as during procedures related to the transfer of infected blood between animals, such as needle reuse, horn amputation, rectal palpation, tattooing, the so-called iatrogenic pathway [8].

It is worth noting the importance of the influence of the level of proviral load (PVL) on the course of the infectious process. The level of proviral load is the amount of retroviral genome embedded in the host genome and associated with the progression of the disease. There are two profiles or phenotypes of the level of proviral load – high and low, which causes the transmission of the virus from infected to healthy animals. Animals with high levels of PLV are considered the main source of transmission and a risk factor for leukemia. According to the results of foreign studies, it was found that the level of PVL does not always correlate with the development of the hematological stage of the disease. To date, most researchers assume the relationship of allelic polymorphism of genes of cattle resistance to leukemia with the level of PVL. However, the biological mechanisms controlling the level of PVL and the progression of infection in cattle in relation to the breed and origin of animals have not been fully elucidated. The determination of the fundamental foundations of the biological mechanisms leading to the progression of BLV infection in cows is of great importance for the development of effective programs to combat the bovine leukemia virus [9].

Of significant importance in the development of leukemia infection is the natural resistance of the body and immunological reactivity, when infected with the leukemia virus, violations of cellular and humoral links of immunity are observed, as well as violations of erythro-, leuko-, and hematopoiesis with a simultaneous significant decrease in all metabolic reactions of the body.

It was found out that bovine leukemia is a disease with a hereditary predisposition due to genetic polymorphism, i.e. the existence in the population of several forms of a gene occurring with a certain frequency, serving as a measure of genetic variability of the population [10, p. 1440], [11, p. 14], as well as weak immunity often developing as a result of violations of the technology of maintenance and feeding. The manifestation of hereditary predisposition is determined by a complex of hereditary and external factors [12, p. 22], [13, p. 38], [14, p. 999]. To date, single nucleotide polymorphism (SNP) is widely used as a genetic marker for assessing DNA polymorphism, the high density of which makes it easy to identify a sufficient number of them near or inside the required gene. They are highly conservative, and they allow haplotype analysis of relatively short PCR fragments, thereby increasing the accuracy of the study. It is worth noting the importance of the analysis of the PDRF (polymorphism of the lengths of restriction fragments), in which the fragment is used as the simplest genetic marker. This analysis makes it possible to search for al-

lelic variants of genes that determine the resistance and susceptibility of animals to infections [15, p. 107].

Due to the high economic costs caused by the disease, scientists are working to find an effective solution to the issue of selection and production of animals with low susceptibility to leukemia [16, p. 1063].

To date, studies on polymorphism in the main histocompatibility complex (MHC) of cattle by alleles of the BoLA gene are widely conducted. This highly polymorphic gene is registered in the Immuno-Polymorphism (IPD) – MHC database (<https://www.ebi.ac.uk/ipd/mhc/group/BoLA/>) and serves as a marker for determining the disease, and also forms immunological signs in cattle. It is worth noting that along with MNS, the role of the influence of cytokine network genes, which in turn are involved in the pathogenesis of viral diseases, including bovine leukemia, has also been studied to date. Much attention is paid to the assessment of cytokine gene polymorphism and their role in pathology, since single nucleotide gene substitutions can affect the functional activity of genes, which in turn affects the course of the inflammatory process [17, p. 163].

Cytokines are low-molecular-weight soluble proteins that ensure the transmission of signals between cells, they are important both for the realization of innate and adaptive immunity [18, p. 154]. Cytokine synthesis is an inducible process that is triggered in response to the penetration of pathogens into the body, they are mainly released from immune cells, including monocytes, macrophages and lymphocytes. Proinflammatory cytokines - chemokines play an important role in the study of the molecular mechanisms of the occurrence of pathological processes [19, p. 342], [20, p. 617]. They, in turn, interact with the mediator of apoptosis, with the regulator of the innate immunity system, short-lived nitric oxide (NO) molecules. It is NO that causes the cytotoxic effect of cells of the immune system or can stop the growth of pathogenic microorganisms, including viruses [21, p. 281].

In connection with the above, the purpose of this work is to study nitric oxide as an indicator for determining the resistance and susceptibility of animals to leukemia, as well as the selection of specific primers for PCR-RFLP used in genotyping.

Methods

We took the structure of locus-specific DNA fragments of the iNOS gene being analyzed from the DNA sequence database presented in the NCBI international database. Then, in the Primer-BLAST program, the selection of specific oligonucleotide primers was carried out, after which they were aligned in the BLAST program. The selection of primers for RFLP analysis was carried out by us in the Vector NTI program. We have selected primers suitable for the following characteristics: the length of the primers is 17–28 n; the percentage of G + C pairs is 40–60; to avoid sticking of the primers to itself; the formation of dimers; the melting point is in the range of 52–59 °C.

Table 1
Characteristics isoforms of nitric oxide synthase

	<i>eNOS</i>	<i>iNOS</i>	<i>nNOS</i>
<i>Alias</i>	<i>Endothelial</i>	<i>Inducible</i>	<i>Neuronal</i>
<i>Molecular weight</i>	<i>135 kD</i>	<i>125–135 kD</i>	<i>150–160 kD</i>
<i>Number of amino acid residues</i>	<i>1203</i>	<i>1153</i>	<i>1434</i>
<i>Activity (max value)</i>	<i>About 15 nmol/mg/min</i>	<i>Up to 1000 nmol/mg/min</i>	<i>About 300 nmol/mg/min</i>
<i>Function</i>	<i>Regulates vascular tissue, blood pressure, inhibits platelet aggregation and leukocyte adhesion</i>	<i>Response to stress and inflammation, involved in host defense and tissue destruction</i>	<i>Involved in neurotransmission, modulates response to pain and neuronal sensitization</i>
<i>Gene expression</i>	<i>Constitutively expressed</i>	<i>Induced in response to immunostimulatory cytokines or bacterial pathogens</i>	<i>Constitutively expressed</i>
<i>Dependency on calcium</i>	<i>Calcium – calmodulin dependent</i>	<i>Calcium – calmodulin independent</i>	<i>Calcium – calmodulin dependent</i>
<i>NO production</i>	<i>Small amount (pico to nanomolar)</i>	<i>Large sustained amount of NO (nano to micromolar)</i>	<i>Small amount (pico to nanomolar)</i>
<i>Signal for discontinuation of NO production</i>	<i>Self-limited</i>	<i>NOS degradation</i>	<i>Self-limited</i>
<i>Cellular expression</i>	<i>Endothelial tissue, cardiac myocytes, platelets, some brain neurons, placental syncytiotrophoblast and kidney epithelial cells</i>	<i>Chondrocytes, synoviocytes, hepatocytes, macrophages and microglia</i>	<i>Certain neurons of the brain</i>
<i>Subcellular localization</i>	<i>Golgi apparatus, cell membrane in the area of small invaginations that contain transmembrane caveolin, cell nucleus, mitochondria</i>	<i>Phagosomes, peroxisomes, membrane, cell nucleus, mitochondria</i>	<i>Cytoplasm, endoplasmic reticulum, sarcolemma</i>

The forward and reverse sequences of oligonucleotides modeled by us were synthesized on the Expedite 8909 oligonucleotide synthesizer, Applied Biosystems. According to the protocols attached to the device, DNA synthesis was performed.

Results

To date, three isoforms of NO synthase (NOS) have been studied: neuronal (nNOS/NOS 1), endothelial (ENOS/NOS3), inducible (iNOS/NOS2). These isoforms are distinguished depending on the structure and localization. It is worth noting that the formation of nitrogen monoxide occurs as a result of the oxidation reaction by the O₂ atom of L-arginine in the presence of a specific enzyme NO-synthase. Table 1 shows the characteristics of isoforms of nitric oxide synthesis.

Under the influence of two isoforms (neuronal and endothelial), regulated, continuous, but low-intensity synthesis of nitric oxide occurs as a response to receptor and physiological stimulation. In turn, the isoform of nos that interests us consists of three types of NO synthases: NOS2A, NOS2B, NOS2C. This isoform appears in cells after their induction. Compared with other isoforms, this one shows the formation of a high concentration of nitric oxide, which has a cytotoxic effect. Inducible nitric oxide synthase is not present in most cells under normal conditions, however, in various malignant diseases, the intracellular mechanisms controlling iNOS are not regu-

lated, which leads to constant expression and activation of iNOS. According to research data, S.Widdison iNOS of cattle shows great similarity with ios of other species and has a common protein domain [22, pp. 302–309].

The gene we are investigating is located on the 19th chromosome of cattle (Fig. 1).

It is also worth noting that 3 polymorphic markers A H 13-1, AH 13-2, AH 13-3 in the third intron are contained in the enos gene. In the works of S. V. Chichinina (2005) and H. H. Gilmanov (2019), the allelic polymorphism of the AH13-1 polymorphic marker of the iNOS gene was investigated, and the relationship of resistance and susceptibility of animals with the leukemia virus was established, previously in the works of M. P. Heaton (2001), the diversity of DNA sequences in the genes of cattle cytokines was assessed. For the analysis of cattle genotyping, a search for nucleotide sequences was performed. As a result, several genome sequences were identified and analyzed using the NCBI database (Fig. 2).

A genome with GenBank ID: AF465168 was used as a reference sequence. The genomic sequence of Bos taurus BTANOS2DS1 contains highly polymorphic single nucleotide sites. This genome consists of 258 bp (Fig. 3).

As a result, we selected 6 pairs of synthetic oligonucleotides per iNOS gene (Table 2).

According to the main criteria for PCR, a preliminary selection of a pool of primers was carried out.



Fig. 1. Chromosome 19 – NC_037346.1.
Source: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene/?term=AF465168>

Fig. 2. Genome sequence analysis

Table 2
Combination of selected primer pairs

No.	Forward primer	Reverse primer
1	GCGGGTTAAGCTCCTAGA	GATGAGGCACTAGGCTCACG
2	GAGCCTAGTGCCTCATCAGT	AAGTGGGGACCCTAACCTCG
3	AGAGGCCAGAGAGGAAGAAAG	GGACCCTAACCTCGAAGACTG
4	AGGCGGGTTAAGCTCCTAGA	GGACCCTAACCTCGAAGACTG
5	AAAGACCTGGCTTCTTCAGGG	AAAGTGGGGACCCTAACCTCG
6	AGAGGCCAGAGAGGAAGAAAGT	GGGGACCCTAACCTCGAAGAC

The next step was to check the specificity of the selected primers using the BLAST program, primers with 100 % specificity were selected. After that, we selected primers for PDRF analysis using the Vector NTI program (Fig. 4). Primers with an estimated annealing temperature of 52 °C were selected, giving an amplicon with a length of 186 bp. The amplicon contains a polymorphic site that distinguishes the A and B alleles. Allele A contains a *Hinf*I restriction site, the PCR product obtained from it is cut into fragments 47 and 139 bp long. Allele B does not contain a *Hinf*I restriction site.

Thus, during PCR-PDRF, the following genotype-specific fragments are formed: AA – 47/139 bp; AB – 186/139/47 bp; BB – 186 bp (Table 3).

Automatic synthesis of oligonucleotides was carried out using special devices – DNA synthesizers. The synthesis of the primer was carried out by gradual completion of the nucleotide, according to its nucleotide sequence.

Table 3

Primer sequence and PCR-RFLP genotype profiles of the iNOS gene

Gene	Primer	PCR-RFLP genotype profiles (bp)
iNOS	iNOSF_new: 5'-AGAGGCCAGAGAGGAAGAAG-3' (21 b.p.) iNOSR_new: 5'-GGACCTAACCTCGAAGACTG-3' (21 b.p.)	AA = 47/139 BB = 186 AB = 186/139/47

Bos taurus BTANOS2DS1 genomic sequence containing highly polymorphic single nucleotide sites

Sequence ID: [AF465168.1](#) Length: 258 Number of Matches: 1

Range 1: 1 to 258 [GenBank](#) [Graphics](#) [Next Match](#) [Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
462 bits(250)	4e-126	258/258(100%)	0/258(0%)	Plus/Plus
Query 1	AGGCGGGTTTAAAGCTCCTAGAGAGGCCAGAGAGGAAAGTAGAAAGACCTTGGCTTCT	60		
Sbjct 1	AGGCGGGTTTAAAGCTCCTAGAGAGGCCAGAGAGGAAAGTAGAAAGACCTTGGCTTCT	60		
Query 61	TCAGGGAGTYGTCACAGTGAGCCCGCCTCCGTGAGCCTAGTGCCTCATCAGTGRCCCAT	120		
Sbjct 61	TCAGGGAGTYGTCACAGTGAGCCCGCCTCCGTGAGCCTAGTGCCTCATCAGTGRCCCAT	120		
Query 121	TCCTTGGTTTCTTTCTGACTTGAAACCATTTRGAGGAGACAGGGGGATCTTTAAGAGGT	180		
Sbjct 121	TCCTTGGTTTCTTTCTGACTTGAAACCATTTRGAGGAGACAGGGGGATCTTTAAGAGGT	180		
Query 181	AACTTCAGTCTTCGAGGTTAGGGTCCCCACTTTGTAGAGGGGATGAGAARTTGGTTTGC	240		
Sbjct 181	AACTTCAGTCTTCGAGGTTAGGGTCCCCACTTTGTAGAGGGGATGAGAARTTGGTTTGC	240		
Query 241	AGCTGATGGGTCCAGTGT	258		
Sbjct 241	AGCTGATGGGTCCAGTGT	258		

Fig. 3. Bos taurus BTANOS2DS1 genomic sequence containing highly polymorphic single nucleotide sites

The screenshot shows the Vector NTI software interface. On the left, there is a navigation pane with options like 'General Description', 'Standard Fields', 'Original Author', 'Comments', 'Annotations', 'Feature Map', and 'Restriction/Methylation Map'. The main window displays the DNA sequence of the iNOS gene. A red rectangle highlights a polymorphic site (A-C-B-T) in the sequence. Above the sequence, there are labels for 'F-52_new (100.0%)' and 'R-52_new (100.0%)' indicating the primer binding sites. The sequence is shown in a standard font with a red highlight on the polymorphic site.

Fig. 4. Selection of primers in the program "Vector NTI". The polymorphic site is highlighted with a red rectangle

Discussion and Conclusion

As mentioned above, bovine leukemia is a problem of the livestock industry all over the world, leading to significant economic losses due to premature death of animals from lymphomas, loss of carcasses during slaughter, reduced milk yield and reduced immunity of animals, as well as the impact on reproductive ability and longevity. In this regard, the search for genetically stable animal breeds is relevant today.

According to V. L. Petukhov (1992), animals that do not get sick for a long period, as well as breeding bulls with a low degree of daughter disease, are characterized by a high concentration of resistance genes and the duration of the body's resistance to pathogens, depends on the number of corresponding genes present in the genotype of animals.

In studies of animal resistance to leukemia, an active study of the allelic structure of the BoLA-DRB3 gene is currently underway, along with it, it is worth noting the role of the iNOS gene also responsible for resistance to infectious diseases.

Inducible nitric oxide synthase is an enzyme that catalyzes the formation of nitric oxide. In turn, as noted in the literature, NO is an important signaling molecule, which in turn is released by a large number of cells acting in many tissues. It has a regulating effect on a wide range of physiological and biological processes, such as neurotransmission, immune protection and apoptosis.

Earlier, in the works of S. V. Chichinina, H. H. Gilmanov, work was carried out to study the iNOS gene and its haplotypes. The allelic polymorphism of the iNOS gene is evaluated and the genotypic structure of the ana-

lyzed animal population is established in the context of genetic resistance and sensitivity to infection. The possibility of using this gene as an SNP marker for cattle identification was studied. An associative relationship was established between the genotypes of the polymorphic marker AH13-1 of the iNOS gene of cattle and their breeding value in terms of milk productivity.

Thus, we searched for complete nucleotide sequences of the iNOS gene for the analysis of cattle genotyping. A comparative analysis and multiple alignment of the complete nucleotide sequences of the gene were carried out. And based on the analysis of gene sequences, using the Vector NTI program, primers for PDRF analysis were selected. And the synthesis of specific primers was

carried out – iNOSF_{new}: 5'-AGAGGCCAGAGAG-GAAGAAG-3', iNOSR_{new}: 5'-GGACCCTAACCTC-GAAGACTG-3', in the required amount on the oligonucleotide synthesizer, according to the manufacturer's protocols. Genotype-specific fragments were also identified: AA – 47/139 bp; AB – 186/139/47 BP; BB – 186 bp formed during PCR-RFLP analysis.

Such studies, to determine the resistance and susceptibility of animals, can be used to monitor the potential of genetic resistance of a population to leukemia, which makes it possible to plan long-term breeding work in order to combat the disease, as well as to develop animal breeding programs for individual farms that are disadvantaged by bovine leukemia.

References

1. Bartlett P. C., Ruggiero V. J., Hutchinson H. C., Droscha C. J., Norby B., Sporer K. R., Taxis T. M. Current developments in the epidemiology and control of enzootic bovine leukosis as caused by bovine leukemia virus // *Pathogens*. 2020. Vol. 9 (12). Article number 1058. DOI:10.3390/pathogens9121058.
2. Yang Y., Fan W., Mao Y., Yang Z., Lu G., Zhang R., Zhang H., Szeto C., Wang C. Bovine leukemia virus infection in cattle of China: Association with reduced milk production and increased somatic cell score // *Journal of Dairy Science*. 2016. Vol. 99 (5). P. 3688–3697. DOI: 10.3168/jds.2015-10580.
3. Petropavlovskiy M. V., Donnik I. M., Bezborodova N. A., Krivonogova A. S. Detection and immunobiological characterizations of bovine leukemia virus in Russian Federation territory in dependence on geographical variations // *Journal of Integrated OMICS*. 2019. Vol. 9 (1). Article number 255. DOI: 10.5584/jiomics.v9i1.255.
4. Turkeev M. K., Mamanova M. K., Daugalieva A. T., Turgenbaev K. A., Kalisynov B. S. Epizootologiya i mery bor'by s leykozom krupnogo rogatogo skota v Respublike Kazakhstan [Epizootology and measures to combat bovine leukemia in the Republic of Kazakhstan] // *Sbornik nauchnykh trudov KazNIVI*. 2019. T. 65. Pp. 150–157. (In Russian.)
5. Kuzhebayaeva U. Zh., Kakishev M. G., Koshemetov Zh. K. Epizooticheskaya situatsiya po leykozu krupnogo rogatogo skota v Zapadno-Kazakhstanskoy oblasti [Epizootic situation of bovine leukemia in the West Kazakhstan region] // *Sovremennyye vyzovy dlya biotekhnologii, veterinarii i meditsiny: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Gvardeyskiy, 2020*. Pp. 79–84. (In Russian.)
6. Gulyukin M. I., Stepanova T. V., Ivanova L. A., Kozyreva N. G., Shabaykin A. A., Kolomytsev S. A., Lopunov S. V., Barsukov Yu. I. Rasprostraneniye i mery bor'by s leykozom krupnogo rogatogo skota v tsentral'nom federal'nom okruge [Distribution and measures to combat bovine leukemia in the Central Federal District] // *Veterinariya i kormleniye*. 2019. No. 6. Pp. 8–14. (In Russian.)
7. Hamada R., Metwally S., Polat M., Borjigin L., Ali A. O., Abdel-Hady A., Mohamed A., Wada S., Aida Y. A detection and molecular characterization of bovine leukemia virus in Egyptian dairy cattle // *Frontiers in Veterinary Science*. 2020. Vol. 7 (608). Pp. 1–13. DOI: 10.3389/fvets.2020.00608.
8. Aida Y., Murakami H., Takahashi M., Takeshima S. N. Mechanisms of pathogenesis induced by bovine leukemia virus as a model for human T-cell leukemia virus // *Frontiers in Microbiology*. 2013. Vol. 4 (328). Pp. 1–8. DOI: 10.3389/fmicb.2013.00328.
9. Lo C.-W., Borjigin L., Saito S., Fukunaga K., Saitou E., Okazaki K., et al. BoLA-DRB3 Polymorphism is associated with differential susceptibility to bovine leukemia virus-induced lymphoma and proviral load // *Viruses*. 2020. Vol. 12 (3). Article number 352. DOI: 10.3390/v12030352.
10. Zyrianova I. M., Koval'chuk S. N. Bovine leukemia virus pre-miRNA genes' polymorphism // *RNA BIOLOGY*. 2018. Vol. 15 (12). Pp. 1440–1447. DOI: 10.1080/15476286.2018.1555406.
11. Takeshima S., Ohno A., Aida Y. Bovine leukemia virus proviral load is more strongly associated with bovine major histocompatibility complex class II DRB3 polymorphism than with DQA1 polymorphism in Holstein cow in Japan // *Retrovirology*. 2019. Vol. 16. Article number 14. DOI: 10.1186/s12977-019-0476-z.
12. Gil'manov Kh. Kh., Vafin R. R., Karimova R. G., Tyul'kin S. V. Sposob provedeniya PTsR-PDRF dlya genotipirovaniya krupnogo rogatogo skota po allel'nym variantam polimorfnoy markera AH13-1 gena iNOS [The method of PCR-PDRF for cattle genotyping by allelic variants of the polymorphic marker AH13-1 of the alien gene] // *Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*. 2018. No. 4. Pp. 22–28. (In Russian.)
13. Mishchenko V. A., Petrova O. N., Karaulov A. K., Mishchenko A. V. Problema leykoza krupnogo rogatogo skota [The problem of bovine leukemia]. Vladimir: FGBU "VNIIZZh", 2018. 38 p. (In Russian.)
14. Aytnazarov R. B., Ignat'eva E. V., Agarkova T. A., Dvoeglazov N. G., Osipova N. A., Khramtsov V. V., Yudin N. S. Assotsiatsiya odnonukleotidnogo polimorfizma rs110861313 v mezhhennom rayone khromosomy 23 s

razvitiem leykoza u krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody [Association of single nucleotide polymorphism pc110861313 in the intergenic region of chromosome 23 with the development of leukemia in black-and-white cattle] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. No. 23 (8). Pp. 999–1005. DOI: 10.18699/VJ19.576. (In Russian.)

15. Chichinina S. V. Rol' allel'noy variabel'nosti genov tsitokinov v formirovani rezistentnosti krupnogo rogatogo skota k leykozu: dis. ... kand. biol. nauk: 16.00.03, 03.00.23 [The role of allelic variability of cytokine genes in the formation of resistance of cattle to leukemia: dissertation ... candidate of biological sciences: 16.00.03, 03.00.23]. Novosibirsk, 2005. 107 p. (In Russian.)

16. Yudin N. S., Podkolodnyy N. L., Agarkova T. A., Ignat'eva E. V. Prioritizatsiya genov, assotsirovannykh s patogenezom leykoza u krupnogo rogatogo skota [Prioritization of genes associated with the pathogenesis of leukemia in cattle] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. No. 22 (8). Pp. 1063–1069. DOI: 10.18699/VJ18.451. (In Russian.)

17. Gil'manov Kh. Kh. Genotipirovanie krupnogo rogatogo skota po genam, opredelyayushchim ustoychivost' k leykozu, i genoidentifikatsiya ego etiologicheskogo agenta: dis... kand.biol.nauk [Genotyping of cattle by genes determining resistance to leukemia and genoidentification of its etiological agent: dissertation ... candidate of biological sciences]. Kazan, 2019. 163 p. (In Russian.)

18. Ivanov D. V. Immunologiya. Immunodefitsity zhivotnykh: uchebnoe posobie [Immunology. Animal immunodeficiency: a textbook]. Bryansk: Bryanskiy GAU, 2019. 154 p. (In Russian.)

19. Stone M. J., Hayward J. A., Huang C., Huma Z. E., Sanchez J. Mechanisms of Regulation of the Chemokine-Receptor Network // International Journal of Molecular Sciences. 2017. Vol. 18 (2). Article number 342. DOI: 10.3390/ijms18020342.

20. Arsent'eva N. A., Semenov A. V., Zhebrun D. A., Vasil'eva E. V., Totolyan A. A. Rol' khemokinovogo retseptora CXCR3 i ego ligandov pri nekotorykh immunopatologicheskikh sostoyaniyakh [The role of the chemokine receptor CXCR3 and its ligands in some immunopathological conditions] // Medical Immunology. 2019. T. 21. No. 4. Pp. 617–632. (In Russian.)

21. Cheng Y., Huang C., Tsai H. Relationship of bovine NOS₂ gene polymorphisms to the risk of bovine tuberculosis in Holstein cattle // Journal of Veterinary Medical Science. 2016. Vol. 78 (2). Pp. 281–286. DOI: 10.1292/jvms.15-0295.

22. Widdison S., Ashley G. R., Howard C. J., Coffey T. J. Characterisation of bovine inducible nitric oxide synthase // Veterinary Immunology and Immunopathology. 2007. Vol. 117 (3-4). Pp. 302–309. DOI: 10.1016/j.vetimm.2007.01.016.

Authors' information:

Ulbolsyn Zh. Kuzhebayeva¹, doctoral student, ORCID 0000-0002-7887-3376, AuthorID 1106962; +7 747 926-12-32, usya_999@mail.ru

Irina M. Donnik², doctor of biological sciences, professor, honorary worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences, ORCID 0000-0002-8593-7470, AuthorID 313786; imdonnik@presidium.ras.ru

Maksim V. Petropavlovskiy², candidate of veterinary sciences, senior researcher of the leukemia laboratory, ORCID 0000-0002-9892-6092, AuthorID 676746; +7 902 877-46-57, Petropavlovsky_m@mail.ru

Serik G. Kanatbaev³, doctor of biological sciences, professor of the department of ecology and biotechnology, ORCID 0000-0003-0640-4316, AuthorID 336795; +7 777 385-48-46, serik_kg@mail.ru

Birzhan E. Nurgaliev¹, candidate of veterinary sciences, acting associate professor, head of the Higher School of Veterinary Medicine and Biosafety, ORCID 0000-0001-5998-8250, AuthorID 1063767; +7 747 162-81-23, nurgaliev.79@mail.ru

¹ Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Uralsk, Kazakhstan

² Ural Federal Agrarian Scientific Research Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

³ West Kazakhstan innovative and technological University, Uralsk, Kazakhstan

Влияние кормовой микробной добавки на мясную продуктивность цыплят-бройлеров и качество мяса птицы

А. В. Лунева¹✉

¹ Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

✉ E-mail: albina.luneva@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучение влияния пробиотической добавки на продуктивность цыплят-бройлеров быстрорастущего кросса Кобб 500 и качество мяса птицы. **Методы исследований.** Для изучения показателей мясной продуктивности цыплят-бройлеров проводили убой и анатомическую разделку тушек птицы, оценивали морфологический состав отдельных частей тушек, анализировали химический состав мяса птицы путем определения влаги (ГОСТ 9793-74), жира (ГОСТ 23042-86), белка (ГОСТ 25011-81), уровня незаменимых аминокислот (метод капиллярного электрофореза), изучали органолептические показатели мяса птицы и бульона. **Результаты исследований.** Установлено, что введение в состав рациона птицы кормовой добавки способствует повышению мясных характеристик кросса Кобб 500, улучшает качественные свойства мяса птицы, а также биополноценность мясной продукции птицеводства. При изучении мясной продуктивности выявлено, что в опытных группах масса потрошенной тушки была выше, чем в контрольной, на 1,4–5,3 %, убойный выход – на 0,3–1,4 %, масса всех тканей грудки цыплят-бройлеров – на 1,7–8,2 %, масса всех тканей бедренной части – на 2,0–7,8 %, а масса всех тканей голени – на 1,5–6,8 %. Результаты химического анализа мышц цыплят-бройлеров продемонстрировали, что содержание белка у животных опытных групп было выше на 0,18–0,60 % при снижении жира на 0,06–0,16 %, а также наблюдалось уменьшение индекса качества мяса во всех экспериментальных группах на 4,5–10,5 %. Положительная статистически достоверная разница была выявлена при анализе аминокислотного скора в мышцах птиц опытных и контрольной групп. Органолептическая оценка вареного мяса цыплят-бройлеров и бульона из них в опытных группах показала превосходство над мясом птицы контрольной группы и составила в среднем 4,9 против 4,8 балла. **Научная новизна.** Впервые проведена оценка мясной продуктивности и качества мяса цыплят-бройлеров при использовании в их рационе микробной добавки на основе автохтонных микроорганизмов рода *Lactobacillus*, выделенных из содержимого желудочно-кишечного тракта диких перепелов.

Ключевые слова: пробиотическая кормовая добавка, цыплята-бройлеры, мясная продуктивность, качество, масса тушки, убойные показатели, морфологический состав, химический состав, биополноценность, аминокислоты, органолептические показатели.

Для цитирования: Лунева А. В. Влияние кормовой микробной добавки на мясную продуктивность цыплят-бройлеров и качество мяса птицы // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 55–64. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-55-64.

Дата поступления статьи: 23.08.2021, **дата рецензирования:** 30.08.2021, **дата принятия:** 10.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Одной из задач современной сельскохозяйственной биологии наряду с увеличением количества и ассортимента продукции является улучшение ее качества и показателей биобезопасности [1, с. 1102], [2, с. 67], [3, с. 25], [4, с. 1333], [5, с. 4], [6, с. 760]. Шагом к достижению последней задачи может явиться постепенное снижение объемов использования в птицеводстве кормовых антибиотиков за счет более широкого применения новых современных пробиотических препаратов отечественной разработки. Компонентами таких препаратов могут выступать кисло-

молочные бактерии и их совместные композиции [7, с. 238], [8, с. 2484], [9, с. 138], [10, с. 1179], [11, с. 218].

Естественными кандидатами на роль новых штаммов-пробиотиков являются виды, входящие в природные эволюционно закрепленные микробные ассоциации дикой птицы [12, с. 25], [13, с. 163], [14, с. 268]. Считаем, что у диких родственников видов, введенных в культуру, под действием неконтролируемых неблагоприятных факторов внешней среды и вследствие постоянного пресса патогенов в составе микробиома путем естественного отбора произошло закрепление штаммов, наиболее эффективно защищающих птицу от вспышек эпизоотий.

Таким образом, анализ естественной микрофлоры желудочно-кишечного тракта диких птиц с учетом видовой специфичности и региональных климатических условий может открыть богатый источник потенциальных пробиотических штаммов для использования в промышленном животноводстве, в частности, птицеводстве.

Целью исследований явилась оценка влияния кормовой добавки микробного происхождения на мясную продуктивность цыплят-бройлеров быстрорастущего кросса и качество мяса птицы.

Методология и методы исследования (Methods)

Научно-хозяйственные эксперименты осуществлялись в крестьянско-фермерском хозяйстве Краснодарского края, а исследования по изучению убойных показателей цыплят-бройлеров и оценка качества мяса птицы проводились в научно-испытательном центре токсико-фармакологических исследований и разработки лекарственных средств ветеринарного применения, кормовых добавок и дезинфектантов (НИЦ Ветфармбиоцентр) при Кубанском ГАУ.

Объектом исследований являлась микробная композиция, представляющая собой смесь полезных микроорганизмов рода *Lactobacillus*, выделенных из содержимого желудочно-кишечного тракта диких перепелов с добавлением в состав полисахарида растительного происхождения, для применения в качестве пробиотической кормовой добавки в рационе сельскохозяйственной птицы.

Эксперименты осуществлялись на цыплятах-бройлерах быстрорастущего зарубежного кросса Кобб 500. Схема постановки опыта и введение пробиотической кормовой добавки в рацион птицы представлены в таблице 1.

Цыплята-бройлеры выращивались в промышленных многоэтажных металлических клетках, питье осуществлялось через ниппельные поилки, раздача комбикорма – через автоматические кормораздатчики. Пробиотическая добавка задавалась сельскохо-

зяйственной птице путем выпаивания через вакуумные поилки с водой. Продолжительность опыта составила до убоя птицы 42 дня.

Для изучения мясных характеристик цыплят-бройлеров в конце экспериментов проводились убой и анатомическая разделка тушек птицы. Анализировали морфологический состав отдельных частей тушек цыплят-бройлеров исследуемых групп. Изучались химические показатели мяса птицы согласно нормативной документации: влага (ГОСТ 9793-74), жир (ГОСТ 23042-86), белок (ГОСТ 25011-81). Определяли индекс качества мяса путем отношения количества жира к белку [15, с. 21]. Проводили органолептическую оценку мяса птицы и бульона согласно ГОСТ 9959–2015. Биополноценность мяса птицы анализировали по аминокислотному составу методом капиллярного электрофореза с предварительным гидролизом белка мяса кислотным способом.

Полученные цифровые значения результатов исследований обрабатывали методами математической статистики. Результаты считали достоверными при $P \leq 0,05$.

Результаты (Results)

Результаты убойного выхода цыплят-бройлеров после применения в их рационе кормовой микробной добавки представлены в таблице 2.

Были получены следующие результаты: масса потрошеной тушки цыплят-бройлеров 2-й опытной группы была выше, чем в контрольной, на 3,4 %, в 3-й опытной – на 5,3 % и в 4-й опытной – на 4,9 % при $P < 0,05$. При расчете убойного выхода выявлено, что разница по сравнению с контрольной группой в 1-й опытной составила 0,3 %, во 2-й опытной – 0,7 %, в 3-й опытной – 1,4 % и в 4-й опытной – 1,2 %.

Проводился также морфологический анализ отдельных частей тушек цыплят-бройлеров контрольной и опытных групп. Результаты морфологического состава грудки цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 представлены в таблице 3.

Таблица 1

Схема опыта на цыплятах-бройлерах кросса Кобб 500 при использовании кормовой микробной добавки

Группа	Количество голов	Условия кормления и выпаивания	Схема выпаивания добавки
Контрольная	100	Основной рацион (ОР) и питьевая вода (ПВ)	–
1-я опытная	100	ОР, ПВ + 0,25 мл/гол микробной добавки	Один раз в день, на 1-е, 3-и, 5-е, 7-е сутки и далее раз в неделю до убоя
2-я опытная	100	ОР, ПВ + 0,5 мл/гол микробной добавки	
3-я опытная	100	ОР, ПВ + 0,75 мл/гол микробной добавки	
4-я опытная	100	ОР, ПВ + 1,0 мл/гол микробной добавки	

Table 1

Scheme of an experiment on broiler chickens of the Cobb 500 cross using a microbial feed additive

Group	Number of heads	Feeding and watering conditions	Drainage scheme of the additive
Control	100	Basic diet (BD) and drinking water (DW)	-
1 st experimental	100	BD, DW + 0.25 ml/head of microbial supplement	Once a day, for 1 st , 3 rd , 5 th , 7 th days and then once a week before slaughter
2 nd experimental	100	BD, DW + 0.5 ml/head of microbial supplement	
3 rd experimental	100	BD, DW + 0.75 ml/head of microbial supplement	
4 th experimental	100	BD, DW + 1.0 ml/head of microbial supplement	

Убойные показатели цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 (n = 10)

Показатель	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Предубойная масса, г	2613,44 ± 6,72	2639,73 ± 6,88	2675,41 ± 6,78*	2696,39 ± 6,79*	2693,72 ± 6,84*
К контролю, %	–	+ 1,0	+ 2,4	+ 3,2	+ 3,1
Масса потрошеной тушки, г	1811,11 ± 7,13	1837,25 ± 7,21	1872,79 ± 7,42*	1906,34 ± 7,34*	1899,07 ± 7,38*
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 3,4	+ 5,3	+ 4,9
Убойный выход, %	69,3	69,6	70,0	70,7	70,5
К контролю, %	–	+ 0,3	+ 0,7	+ 1,4	+ 1,2

* Разница с контрольной группой достоверна (P < 0,05).

Table 2

Slaughter performance of broiler chickens of the Cobb 500 cross (n = 10)

Index	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Pre-slaughter weight, g	2613.44 ± 6.72	2639.73 ± 6.88	2675.41 ± 6.78*	2696.39 ± 6.79*	2693.72 ± 6.84*
To control, %	–	+ 1.0	+ 2.4	+ 3.2	+ 3.1
Gutted carcass weight, g	1811.11 ± 7.13	1837.25 ± 7.21	1872.79 ± 7.42*	1906.34 ± 7.34*	1899.07 ± 7.38*
To control, %	–	+ 1.4	+ 3.4	+ 5.3	+ 4.9
Slaughter yield, %	69.3	69.6	70.0	70.7	70.5
To control, %	–	+ 0.3	+ 0.7	+ 1.4	+ 1.2

* The difference with the control group is significant (P < 0.05).

Таблица 3

Морфологический состав грудки цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 (n = 10)

Показатель	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Масса грудных мышц, г	398,44 ± 3,12	406,03 ± 3,32	419,50 ± 3,45*	432,74 ± 3,53*	429,18 ± 3,58*
К контролю, %	–	+ 1,9	+ 3,6	+ 7,7	+ 5,2
Масса кожи, г	56,14 ± 0,77	56,95 ± 0,67	59,93 ± 0,64	59,09 ± 0,71	58,87 ± 0,77
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 6,7	+ 5,2	+ 4,8
Масса костей, г	68,82 ± 0,83	71,65 ± 0,81	73,04 ± 0,95	74,34 ± 1,02	74,06 ± 1,11
К контролю, %	–	+ 4,1	+ 6,1	+ 8,0	+ 7,6
Масса всех тканей, г	523,41 ± 5,71	532,80 ± 5,84	552,47 ± 5,80	566,18 ± 5,74*	562,12 ± 5,85*
К контролю, %	–	+ 1,7	+ 5,5	+ 8,2	+ 7,4

* Разница с контрольной группой достоверна (P < 0,05).

Table 3

Morphological composition of the breast of broiler chickens of the Cobb 500 cross (n = 10)

Index	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Pectoral muscle mass, g	398.44 ± 3.12	406.03 ± 3.32	419.50 ± 3.45*	432.74 ± 3.53*	429.18 ± 3.58*
To control, %	–	+ 1.9	+ 3.6	+ 7.7	+ 5.2
Skin weight, g	56.14 ± 0.77	56.95 ± 0.67	59.93 ± 0.64	59.09 ± 0.71	58.87 ± 0.77
To control, %	–	+ 1.4	+ 6.7	+ 5.2	+ 4.8
Bone mass, g	68.82 ± 0.83	71.65 ± 0.81	73.04 ± 0.95	74.34 ± 1.02	74.06 ± 1.11
To control, %	–	+ 4.1	+ 6.1	+ 8.0	+ 7.6
Weight of all tissues, g	523.41 ± 5.71	532.80 ± 5.84	552.47 ± 5.80	566.18 ± 5.74*	562.12 ± 5.85*
To control, %	–	+ 1.7	+ 5.5	+ 8.2	+ 7.4

* The difference with the control group is significant (P < 0.05).

Таблица 4

Морфологический состав бедра цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 (n = 10)

Показатель	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Масса бедренных мышц, г	220,96 ± 2,44	224,15 ± 2,38	230,35 ± 2,53	236,39 ± 2,47*	233,58 ± 2,55*
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 4,2	+ 7,0	+ 5,7
Масса кожи, г	38,03 ± 0,94	40,42 ± 0,91	41,20 ± 1,12	43,84 ± 1,14	43,68 ± 1,08
К контролю, %	–	+ 6,2	+ 8,3	+ 15,3	+ 14,8
Масса костей, г	43,47 ± 0,70	44,09 ± 0,63	44,95 ± 0,66	45,75 ± 0,67	45,57 ± 0,69
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 3,4	+ 5,2	+ 4,8
Масса всех тканей, г	302,46 ± 2,67	308,65 ± 2,77	316,50 ± 2,71	325,98 ± 2,84*	322,84 ± 2,70*
К контролю, %	–	+ 2,0	+ 4,6	+ 7,8	+ 6,7

* Разница с контрольной группой достоверна (P < 0,05).

Table 4

Morphological composition of the thigh of broiler chickens of the Cobb 500 cross (n = 10)

Index	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Femoral muscle mass, g	220.96 ± 2.44	224.15 ± 2.38	230.35 ± 2.53	236.39 ± 2.47*	233.58 ± 2.55*
To control, %	–	+ 1.4	+ 4.2	+ 7.0	+ 5.7
Skin weight, g	38.03 ± 0.94	40.42 ± 0.91	41.20 ± 1.12	43.84 ± 1.14	43.68 ± 1.08
To control, %	–	+ 6.2	+ 8.3	+ 15.3	+ 14.8
Bone mass, g	43.47 ± 0.70	44.09 ± 0.63	44.95 ± 0.66	45.75 ± 0.67	45.57 ± 0.69
To control, %	–	+ 1.4	+ 3.4	+ 5.2	+ 4.8
Weight of all tissues, g	302.46 ± 2.67	308.65 ± 2.77	316.50 ± 2.71	325.98 ± 2.84*	322.84 ± 2.70*
To control, %	–	+ 2.0	+ 4.6	+ 7.8	+ 6.7

* The difference with the control group is significant (P < 0.05).

Установлено, что масса мышц груди во 2-й, 3-й и 4-й опытных группах была достоверно выше, чем в контрольной группе, на 3,6; 5,2 и 7,7 % соответственно при P < 0,05, а в 1-й опытной группе была выше на 1,9 %, но разница носила динамический характер. Масса кожи грудной части в 1-й опытной группе составила 56,95 г, во 2-й опытной – 59,93 г, в 3-й опытной – 59,09 г и в 4-й опытной – 58,87 г против 56,14 г в группе контроля. Масса костей грудной клетки также была выше в опытных группах, чем в контрольной, на 1,4 % (1-я опытная), 6,7 % (2-я опытная), 5,2 % (3-я опытная) и 4,8 % (4-я опытная). В целом масса всех составных частей грудки (мышц, кожи и костей) в 3-й и 4-й опытных группах была статистически достоверно различна по сравнению с контрольной группой на 8,2 и 7,4 % соответственно (P < 0,05). В 1-й и 2-й опытных группах анализируемый показатель был выше, чем в контрольной группе, на 1,7 и 5,5 %, но разница недостоверна.

Результаты морфологического состава бедра цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 представлены в таблице 4.

Результаты изучения морфологического состава бедра цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 показали, что масса бедренных мышц в 1–4-й опытных группах была выше, чем в контрольной, на 1,4; 4,2; 7,0 и 5,7 % соответственно, но статистически достоверная разница проявилась в 3-й и 4-й опытных группах (P < 0,05). Масса кожи и костей в опытных группах незначительно превзошла аналогичные показатели в контрольной группе и составила 40,42 и 44,09 % в

1-й опытной группе, 41,20 и 44,95 г во 2-й опытной группе, 43,84 и 45,75 г в 3-й опытной группе, 43,68 и 45,57 г в 4-й опытной группе. Масса всех тканей бедра цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 была выше, чем в контрольной группе, и составила в 1-й опытной 308,65 г (> 2,0 %), во 2-й опытной – 316,50 г (> 4,6 %), в 3-й опытной – 325,98 г (> 7,8 %), в 4-й опытной – 322,84 г (> 6,7 %), но статистически достоверная разница представлена в 3-й и 4-й опытных группах.

Результаты морфологического состава голени цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 представлены в таблице 5.

Результаты исследований показали, что масса мышц голени цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 опытных групп превзошли анализируемый показатель в контрольной группе на 1,4 % (1-я опытная группа), 4,6 % (2-я опытная группа), 6,4 % (3-я опытная группа) и 6,1 % (4-я опытная группа). Масса кожи в 1-й опытной группе составила 38,38 г, во 2-й опытной – 41,20 г, в 3-й опытной – 41,93 г, в 4-й опытной – 41,78 г, что на 1,4; 8,3; 10,2 и 9,8 % больше, чем в контрольной группе. Масса костей в 1–4-й опытных группах превысила данный показатель в группе контроля на 1,4; 3,4; 5,2 и 4,8 % соответственно. В целом масса всех частей голени птицы составила 255,38 г (1-я опытная), 264,06 г (2-я опытная), 268,79 г (3-я опытная) и 267,77 г (4-я опытная), что на 1,5; 4,9; 6,8 и 6,4 % выше, чем в контрольной группе, при этом статистически достоверные данные получены в 3-й и 4-й опытных группах (P < 0,05).

Морфологический состав голени цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 (n = 10)

Показатель	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Масса мышц голени, г	155,76 ± 1,63	158,01 ± 1,54	162,93 ± 1,66	165,85 ± 1,73	165,22 ± 1,70
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 4,6	+ 6,4	+ 6,1
Масса кожи, г	38,03 ± 0,67	38,58 ± 0,74	41,20 ± 0,71	41,93 ± 0,69	41,78 ± 0,70
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 8,3	+ 10,2	+ 9,8
Масса костей, г	57,96 ± 0,84	58,79 ± 0,81	59,93 ± 0,78	61,01 ± 0,69	60,77 ± 0,67
К контролю, %	–	+ 1,4	+ 3,4	+ 5,2	+ 4,8
Масса всех тканей, г	251,74 ± 2,64	255,38 ± 2,51	264,06 ± 2,54	268,79 ± 2,60*	267,77 ± 2,59*
К контролю, %	–	+ 1,5	+ 4,9	+ 6,8	+ 6,4

* Разница с контрольной группой достоверна (P < 0,05).

Table 5

Morphological composition of the drumstick of broiler chickens of the Cobb 500 cross (n = 10)

Index	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Calf muscle mass, g	155.76 ± 1.63	158.01 ± 1.54	162.93 ± 1.66	165.85 ± 1.73	165.22 ± 1.70
To control, %	–	+ 1.4	+ 4.6	+ 6.4	+ 6.1
Skin weight, g	38.03 ± 0.67	38.58 ± 0.74	41.20 ± 0.71	41.93 ± 0.69	41.78 ± 0.70
To control, %	–	+ 1.4	+ 8.3	+ 10.2	+ 9.8
Bone mass, g	57.96 ± 0.84	58.79 ± 0.81	59.93 ± 0.78	61.01 ± 0.69	60.77 ± 0.67
To control, %	–	+ 1.4	+ 3.4	+ 5.2	+ 4.8
Weight of all tissues, g	251.74 ± 2.64	255.38 ± 2.51	264.06 ± 2.54	268.79 ± 2.60*	267.77 ± 2.59*
To control, %	–	+ 1.5	+ 4.9	+ 6.8	+ 6.4

* The difference with the control group is significant (P < 0.05).

Таблица 6

Химический состав мяса цыплят-бройлеров кросса Кобб 500

Показатель	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Грудные мышцы					
Влага, %	72,36 ± 1,11	71,82 ± 1,27	71,49 ± 1,14	71,19 ± 1,15	71,22 ± 1,07
К контролю, %	–	– 0,54	– 0,87	– 1,17	– 1,14
Белок, %	22,13 ± 0,21	22,71 ± 0,29	23,14 ± 0,31	23,51 ± 0,27	23,44 ± 0,25
К контролю, %	–	+ 0,58	+ 1,01	+ 1,38	+ 1,31
Жир, %	4,32 ± 0,10	4,27 ± 0,09	4,17 ± 0,12	4,09 ± 0,09	4,13 ± 0,08
К контролю, %	–	– 0,05	– 0,15	– 0,23	– 0,19
Зола, %	1,19 ± 0,03	1,20 ± 0,02	1,20 ± 0,03	1,21 ± 0,02	1,21 ± 0,02
К контролю, %	–	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,02
Индекс качества мяса	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,17 ± 0,01
К контролю, %	–	–	– 5,2	– 10,5	– 10,5
Мышцы голени и бедра					
Влага, %	72,52 ± 1,24	72,40 ± 0,99	72,20 ± 1,02	72,06 ± 1,04	72,11 ± 1,09
К контролю, %	–	– 0,12	– 0,32	– 0,46	– 0,41
Белок, %	21,54 ± 0,54	21,72 ± 0,63	21,94 ± 0,52	22,14 ± 0,49	22,10 ± 0,50
К контролю, %	–	+ 0,18	+ 0,40	+ 0,60	+ 0,56
Жир, %	4,80 ± 0,09	4,74 ± 0,08	4,71 ± 0,10	4,65 ± 0,09	4,64 ± 0,11
К контролю, %	–	– 0,06	– 0,09	– 0,15	– 0,16
Зола, %	1,14 ± 0,02	1,14 ± 0,03	1,15 ± 0,01	1,15 ± 0,02	1,15 ± 0,01
К контролю, %	–	–	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,01
Индекс качества мяса	0,22 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,21 ± 0,01
К контролю, %	–	– 4,5	– 4,5	– 4,5	– 4,5

Table 6
Chemical composition of meat of broiler chickens of the Cobb 500 cross

Index	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Pectoral muscles					
Moisture, %	72.36 ± 1.11	71.82 ± 1.27	71.49 ± 1.14	71.19 ± 1.15	71.22 ± 1.07
To control, %	–	– 0.54	– 0.87	– 1.17	– 1.14
Protein, %	22.13 ± 0.21	22.71 ± 0.29	23.14 ± 0.31	23.51 ± 0.27	23.44 ± 0.25
To control, %	–	+ 0.58	+ 1.01	+ 1.38	+ 1.31
Fat, %	4.32 ± 0.10	4.27 ± 0.09	4.17 ± 0.12	4.09 ± 0.09	4.13 ± 0.08
To control, %	–	– 0.05	– 0.15	– 0.23	– 0.19
Ash, %	1.19 ± 0.03	1.20 ± 0.02	1.20 ± 0.03	1.21 ± 0.02	1.21 ± 0.02
To control, %	–	+ 0.01	+ 0.01	+ 0.02	+ 0.02
Meat quality index	0.19 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.01
To control, %	–	–	– 5.2	– 10.5	– 10.5
Muscles of the lower leg and thigh					
Moisture, %	72.52 ± 1.24	72.40 ± 0.99	72.20 ± 1.02	72.06 ± 1.04	72.11 ± 1.09
To control, %	–	– 0.12	– 0.32	– 0.46	– 0.41
Protein, %	21.54 ± 0.54	21.72 ± 0.63	21.94 ± 0.52	22.14 ± 0.49	22.10 ± 0.50
To control, %	–	+ 0.18	+ 0.40	+ 0.60	+ 0.56
Fat, %	4.80 ± 0.09	4.74 ± 0.08	4.71 ± 0.10	4.65 ± 0.09	4.64 ± 0.11
To control, %	–	– 0.06	– 0.09	– 0.15	– 0.16
Ash, %	1.14 ± 0.02	1.14 ± 0.03	1.15 ± 0.01	1.15 ± 0.02	1.15 ± 0.01
To control, %	–	–	+ 0.01	+ 0.01	+ 0.01
Meat quality index	0.22 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01
To control, %	–	– 4.5	– 4.5	– 4.5	– 4.5

Таблица 7
Содержание незаменимых аминокислот в мышцах птиц кросса Кобб 500

Аминокислота	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Лизин, мг/г	44,54 ± 0,51	46,71 ± 0,42	48,57 ± 0,41*	52,47 ± 0,44*	51,84 ± 0,40*
К контролю, %	–	+ 4,9	+ 9,0	+ 17,8	+ 16,3
Триптофан, мг/г	26,57 ± 0,31	28,77 ± 0,33	29,53 ± 0,29*	31,27 ± 0,34*	31,21 ± 0,30*
К контролю, %	–	+ 8,5	+ 11,3	+ 17,9	+ 17,7
Фенилаланин, мг/г	51,64 ± 0,41	53,71 ± 0,55	55,32 ± 0,44*	56,41 ± 0,40*	56,14 ± 0,42*
К контролю, %	–	+ 4,0	+ 7,1	+ 9,2	+ 8,7
Лейцин, мг/г	60,34 ± 0,67	62,72 ± 0,71	65,34 ± 0,69*	66,71 ± 0,70*	66,441 ± 0,66*
К контролю, %	–	+ 3,9	+ 8,2	+ 10,5	+ 10,1
Метионин, мг/г	34,73 ± 0,37	36,72 ± 0,31	37,66 ± 0,30*	38,84 ± 0,33*	38,74 ± 0,40*
К контролю, %	–	+ 5,7	+ 8,4	+ 11,8	+ 11,5

* Разница с контрольной группой достоверна (P < 0,05).

Table 7
The content of essential amino acids in the muscles of birds of the Cobb 500 cross

Amino acid	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Lysine, mg/g	44.54 ± 0.51	46.71 ± 0.42	48.57 ± 0.41*	52.47 ± 0.44*	51.84 ± 0.40*
To control, %	–	+ 4.9	+ 9.0	+ 17.8	+ 16.3
Tryptophan, mg/g	26.57 ± 0.31	28.77 ± 0.33	29.53 ± 0.29*	31.27 ± 0.34*	31.21 ± 0.30*
To control, %	–	+ 8.5	+ 11.3	+ 17.9	+ 17.7
Phenylalanine, mg/g	51.64 ± 0.41	53.71 ± 0.55	55.32 ± 0.44*	56.41 ± 0.40*	56.14 ± 0.42*
To control, %	–	+ 4.0	+ 7.1	+ 9.2	+ 8.7
Leucine, mg/g	60.34 ± 0.67	62.72 ± 0.71	65.34 ± 0.69*	66.71 ± 0.70*	66.441 ± 0.66*
To control, %	–	+ 3.9	+ 8.2	+ 10.5	+ 10.1
Methionine, mg/g	34.73 ± 0.37	36.72 ± 0.31	37.66 ± 0.30*	38.84 ± 0.33*	38.74 ± 0.40*
To control, %	–	+ 5.7	+ 8.4	+ 11.8	+ 11.5

* The difference with the control group is significant (P < 0.05).

Результаты химического состава мяса цыплят-бройлеров представлены в таблице 6.

Результаты изучения химического состава грудных мышц и мышц голени и бедра цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 показали, что использование в рационе птиц исследуемого пробиотика способствовало улучшению анализируемых показателей, так как уровень белка в 1–4-й опытных группах был выше, чем в контрольной, на 0,58; 1,01; 1,8 и 1,31 % (мышцы груди) и на 0,18; 0,40; 0,60 и 0,56 % (ножные мышцы). Содержание жира в опытных группах динамично снижалось в грудном мясе цыплят-бройлеров по сравнению с контрольной на 0,05 % (1-я опытная), 0,15 % (2-я опытная), 0,23 % (3-я опытная) и 0,19 % (4-я опытная), а в мышцах бедра и голени соответственно на 0,06; 0,09; 0,1 и 0,16 %. Индекс качества мяса цыплят-бройлеров опытных групп был ниже, чем в контрольной группе, и составил для грудных мышц 0,19 ед. (1-я опытная), 0,18 ед. (2-я опытная), 0,17 ед. (3-я и 4-я опытные группы), а для ножных мышц – 0,21 ед. для всех опытных групп, в то время как в контрольной 0,22 ед.

Биополноценность мяса цыплят-бройлеров исследуемого кросса анализировали по содержанию незаменимых аминокислот, количество которых представлено в таблице 7.

Установлено, что по всем анализируемым аминокислотам во 2-й, 3-й и 4-й опытных группах их значение достоверно превосходило аналогичные показатели в контрольной группе. Так, содержание лизина во

2-й опытной группе было выше, чем в контрольной, на 9,0 %, в 3-й опытной – на 17,8 % и в 4-й опытной – на 16,3 %; триптофана – на 11,3 % (2-я опытная), 17,9 % (3-я опытная) и 17,7 % (4-я опытная); фенилаланина – на 7,1; 9,2 и 8,7 %; лейцина – 8,2; 10,5 и 10,1 %; метионина – 8,4; 11,8 и 11,5 % соответственно при $P < 0,05$.

Результаты дегустационной оценки мяса цыплят-бройлеров и бульона из них представлены в таблице 8.

Результаты дегустационной оценки продемонстрировали, что бульон и мясо от цыплят-бройлеров опытных групп (в частности, во 2-й, 3-й и 4-й) имели более высокие показатели и составили 4,9 балла, в то время как в контрольной группе – 4,8 балла.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Используемая в рационе цыплят-бройлеров микробная кормовая добавка способствует повышению мясных характеристик кросса Кобб 500, улучшает качественные свойства мяса птицы, а также биополноценность мясной продукции бройлерного производства. Наилучшие показатели были выявлены в 3-й опытной группе, где цыплята-бройлеры получали пробиотик в дозе 0,75 мл/гол. Микробная кормовая добавка может быть рекомендована для крестьянско-фермерских хозяйств и предприятий, занимающихся выращиванием сельскохозяйственной птицы.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/80.

Таблица 8
Дегустационная оценка мяса цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 и бульона, баллы

Показатель	Группа				
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Грудные мышцы	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,2	4,9 ± 0,1	4,9 ± 0,1	4,9 ± 0,2
Мышцы бедра и голени	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,1	4,9 ± 0,1	4,9 ± 0,2	4,9 ± 0,1
Бульон	4,8 ± 0,2	4,9 ± 0,2	4,9 ± 0,1	4,9 ± 0,2	4,9 ± 0,1

Table 8
Tasting assessment of meat of broiler chickens of the Cobb 500 cross and broth, points

Index	Group				
	Control	1 st experimental	2 nd experimental	3 rd experimental	4 th experimental
Pectoral muscles	4.8 ± 0.1	4.9 ± 0.2	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.2
Muscles of the thigh and lower leg	4.8 ± 0.1	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.2	4.9 ± 0.1
Broth	4.8 ± 0.2	4.9 ± 0.2	4.9 ± 0.1	4.9 ± 0.2	4.9 ± 0.1

Библиографический список

- Кошаев А. Г., Лысенко Ю. А., Мищенко В. А., Лунева А. В., Радченко В. В., Мачнева Н. Л., Гнеуш А. Н. Интенсификация процесса культивирования физиологически-адаптированных лактобацилл как основа создания биопрепаратов микробного происхождения для птицеводства // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 128. С. 1102–1115.
- Зиновьева О. Д., Лысенко Ю. А. Разработка пробиотического препарата для птицеводства на основе *Lactobacillus salivarius* и проростков злаковых культур // Вестник современных исследований. 2018. № 12.9 (27). С. 67–68.

3. Lysenko Y., Koshchayev A., Luneva A., Omarov R., Shlykov S. Organic meat production of broiler chickens Hubbard Redbro cross // International Journal of Veterinary Science. 2020. Vol. 10. No. 1. Pp. 25–30. DOI: 10.47278/journal.ijvs/2020.021.
4. Koshchayev A., Luneva A., Murtazaev K., Lysenko Y., Omarov R. The study of the effectiveness of the use of a new feed supplement Albit-bio in the diet of quail // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020. Vol. 8. No. 12. Pp. 1333–1339. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.12.1333.1339.
5. Кощаев А. Г., Лысенко Ю. А., Радченко В. В., Мищенко В. А., Лунева А. В. Эффективность использования пробиотической добавки Трилактокор в рационе перепелов // Аграрный вестник Урала. 2017. № 8 (162). С. 24–32.
6. Skvortsova L. N., Koshchayev A. G., Shcherbatov V. I., Lysenko Y. A., Fisinin V. I., Saleeva I. P., Sukhanova S. F. The use of probiotics for improving the biological potential of broiler chickens // International Journal of Pharmaceutical Research. 2018. Vol. 10. No. 4. Pp. 760–765. DOI: 10.31838/ijpr/2018.10.04.132.
7. Фисинин В. И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего: монография. Москва : Хлебпродинформ, 2019. 470 с.
8. Lysenko Y., Luneva A., Koshchayev A., Lifentsova M., Gorpichenko E. Quality assessment of biological product of microbial origin // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Vol. 9. No. 1. Pp. 2484–2488. DOI: 10.35940/ijeat.A9998.109119.
9. Кощаев А. Г., Шантыз А. Х., Одеянко В. Б., Лысенко Ю. А., Бойко А. А. Эффективность использования кормовой добавки «СБТ-ЛАКТО» в рационе сельскохозяйственной птицы // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 138–142.
10. Koshchayev A. G., Lysenko Y. A., Semenenko M. P., Kuzminova E. V., Egorov I. A., Javadov E. J. Engineering and development of probiotics for poultry industry // Asian Journal of Pharmaceutics. 2018. Vol. 12. No. 4. Pp. 1179–1185.
11. Шантыз А. Х., Еганян Е. С., Лунева А. В., Жолобова И. С., Марченко Е. Ю., Лысенко Ю. А. Эффективность применения кормовой добавки в рационе цыплят-бройлеров при изучении ее фармакологических свойств // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2021. Т. 245. № 1. С. 218–223.
12. Кощаев А. Г., Лысенко Ю. А., Радченко В. В., Лунева А. В., Шхалахов Д. С. Изучение антагонистической активности лактобактерий // Аграрный научный журнал. 2018. № 9. С. 22–25.
13. Кощаев А. Г., Лысенко Ю. А., Мищенко В. А., Радченко В. В. Токсико-фармакологическая характеристика новой жидкой пробиотической добавки // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 64. С. 163–169.
14. Лысенко Ю. А., Кощаев А. Г., Радченко В. В., Шантыз А. Ю., Левченко П. В. Коррекция дисбиотических нарушений у пчел путем применения пробиотических препаратов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 158. С. 268–279.
15. Егоров И. А., Манукян В. А., Ленкова Т. Н., Околелова Т. М. [и др.] Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника: рекомендации. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. 52 с.

Об авторах:

Альбина Владимировна Лунева¹ кандидат биологических наук, доцент кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы и зоогигиены, ORCID 0000-0002-4863-3590, AuthorID 668708, +7 918 417-21-38, albina.luneva@mail.ru

¹ Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия

The effect of a fodder microbial additive on meat productivity of broiler chickens and quality of poultry meat

A. V. Luneva¹✉

¹ Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

✉E-mail: albina.luneva@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study the effect of a probiotic supplement on the productivity of broiler chickens of the fast-growing Cobb 500 cross and the quality of poultry meat. **Research methods.** To study the parameters of meat productivity of broiler chickens, slaughter and anatomical cutting of poultry carcasses were carried out, the morphological composition of individual parts of carcasses was evaluated, the chemical composition of

poultry meat was analyzed by determining moisture (GOST 9793-74), fat (GOST 23042-86), protein (GOST 25011-81), the level of essential amino acids (capillary electrophoresis method), organoleptic parameters of poultry meat and broth were studied. **Research results.** It was found that the introduction of a fodder additive into the poultry diet contributes to the improvement of meat characteristics of the Cobb 500 cross, improves the quality properties of poultry meat, as well as the bio-value of poultry meat products. When studying meat productivity, it was revealed that in experimental groups the mass of the gutted carcass was higher than in the control by 1.4–5.3 %, the slaughter yield was higher by 0.3–1.4 %, the mass of all breast tissues of broiler chickens of experimental groups exceeded this indicator in the control by 1.7–8.2 %, the mass of all femoral tissues was higher by 2.0–7.8 %, and the mass of all shin tissues by 1.5–6.8 %. The results of the chemical analysis of muscles of broiler chickens showed that the protein content was higher in experimental groups compared to the control group by 0.18–0.60 %, with a decrease in fat by 0.06–0.16 %, and there was also a decrease in meat quality index in all experimental groups by 4.5–10.5 %. A positive statistically significant difference was revealed when analyzing the amino acid score in the muscles of birds of experimental groups compared with the control group. The organoleptic evaluation of boiled broiler chicken meat and broth from them in experimental groups showed superiority over the poultry meat of the control group and averaged 4.9 versus 4.8 points. **Scientific novelty.** For the first time, the meat productivity and meat quality of broiler chickens were evaluated when using a microbial additive based on autochthonous microorganisms of the genus *Lactobacillus* isolated from the contents of the gastrointestinal tract of wild quails in their diet.

Keywords: probiotic feed additive, broiler chickens, meat productivity, quality, carcass weight, slaughter indicators, morphological composition, chemical composition, bio-value, amino acids, organoleptic indicators.

For citation: Luneva A. V. Vliyanie kormovoy mikrobnoy dobavki na myasnuyu produktivnost' tsyplyat-broylerov i kachestvo myasa ptitsy [The effect of a fodder microbial additive on meat productivity of broiler chickens and quality of poultry meat] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 55–64. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-55-64. (In Russian.)

Date of paper submission: 23.08.2021, **date of review:** 30.08.2021, **date of acceptance:** 10.09.2021.

References

1. Koshchaev A. G., Lysenko Yu. A., Mishchenko V. A., Luneva A. V., Radchenko V. V., Machneva N. L., Gneush A. N. Intensifikatsiya protsessa kul'tivirovaniya fiziologicheskii-adaptirovannykh laktobatsill kak osnova sozdaniya biopreparatov mikrobnogo proiskhozhdeniya dlya ptitsevodstva [Intensification of the process of cultivation of physiologically adapted lactobacilli as the basis for the creation of biological products of microbial origin for poultry farming] // Polythematic online scientific journal of Kuban state agrarian university. 2017. No. 128. Pp. 1102–1115. (In Russian.)
2. Zinov'eva O. D., Lysenko Yu. A. Razrabotka probioticheskogo preparata dlya ptitsevodstva na osnove *Lactobacillus salivarius* i prorostkov zlakovykh kul'tur [Development of a probiotic preparation for poultry farming based on *Lactobacillus salivarius* and cereal seedlings] // Vestnik sovremennykh issledovaniy. 2018. No. 12.9 (27). Pp. 67–68. (In Russian.)
3. Lysenko Y., Koshchayev A., Luneva A., Omarov R., Shlykov S. Organic meat production of broiler chickens Hubbard Redbro cross // International Journal of Veterinary Science. 2020. Vol. 10. No. 1. Pp. 25–30. DOI: 10.47278/journal.ijvs/2020.021.
4. Koshchayev A., Luneva A., Murtazaev K., Lysenko Y., Omarov R. The study of the effectiveness of the use of a new feed supplement Albit-bio in the diet of quail // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2020. Vol. 8. No. 12. Pp. 1333–1339. DOI: 10.17582/journal.aavs/2020/8.12.1333.1339.
5. Koshchaev A. G., Lysenko Yu. A., Radchenko V. V., Mishchenko V. A., Luneva A. V. Effektivnost' ispol'zovaniya probioticheskoy dobavki Trilaktokor v ratsione perepelov [The effectiveness of using the probiotic supplement Trilactocor in the quail diet] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 8 (162). Pp. 24–32. (In Russian.)
6. Skvortsova L. N., Koshchaev A. G., Shcherbatov V. I., Lysenko Y. A., Fisinin V. I., Saleeva I. P., Sukhanova S. F. The use of probiotics for improving the biological potential of broiler chickens // International Journal of Pharmaceutical Research. 2018. Vol. 10. No. 4. Pp. 760–765. DOI: 10.31838/ijpr/2018.10.04.132.
7. Fisinin V. I. Mirovoe i rossiyskoe ptitsevodstvo: realii i vyzovy budushchego monografiya: [World and Russian poultry farming: realities and challenges of the future: the monograph]. Moscow: Khlebproinform, 2019. 470 p. (In Russian.)
8. Lysenko Y., Luneva A., Koshchaev A., Lifentsova M., Gorpinchenko E. Quality assessment of biological product of microbial origin // International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2019. Vol. 9. No. 1. Pp. 2484–2488. DOI: 10.35940/ijeat.A9998.109119.
9. Koshchaev A. G., Shantyz A. Kh., Odeyanko V. B., Lysenko Yu. A., Boyko A. A. Effektivnost' ispol'zovaniya kormovoy dobavki "SBT-LAKTO" v ratsione sel'skokhozyaystvennoy ptitsy [Efficiency of using the feed additive

“SBT-LACTO” in the diet of poultry] // Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2020. T. 243. No. 3. Pp. 138–142. (In Russian.)

10. Koshchaev A. G., Lysenko Y. A., Semenenko M. P., Kuzminova E. V., Egorov I. A., Javadov E. J. Engineering and development of probiotics for poultry industry // Asian Journal of Pharmaceutics. 2018. Vol. 12. No. 4. Pp. 1179–1185.

11. Shantyz A. Kh., Eganyan E. S., Luneva A. V., Zholobova I. S., Marchenko E. Yu., Lysenko Yu. A. Effektivnost' primeneniya kormovoy dobavki v ratsione tsyplyat-broylerov pri izuchenii ee farmakologicheskikh svoystv [The effectiveness of the use of feed additive in the diet of broiler chickens in the study of its pharmacological properties] // Scientific Notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine. 2021. T. 245. No. 1. Pp. 218–223. (In Russian.)

12. Koshchaev A. G., Lysenko Yu. A., Radchenko V. V., Luneva A. V., Shkhalakhov D. S. Izuchenie antagonisticheskoy aktivnosti laktobakteriy [Study of the antagonistic activity of lactobacilli] // The agrarian scientific journal. 2018. No. 9. Pp. 22–25. (In Russian.)

13. Koshchaev A. G., Lysenko Yu. A., Mishchenko V. A., Radchenko V. V. Toksiko-farmakologicheskaya kharakteristika novoy zhidkoy probioticheskoy dobavki [Toxic and pharmacological characteristics of a new liquid probiotic supplement] // Works of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 64. Pp. 163–169. (In Russian.)

14. Lysenko Yu. A., Koshchaev A. G., Radchenko V. V., Shantyz A. Yu., Levchenko P. V. Korrektsiya disbioticheskikh narusheniy u pchel putem primeneniya probioticheskikh preparatov [Correction of dysbiotic disorders in bees by using probiotic preparations] // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2020. No. 158. Pp. 268–279. (In Russian.)

15. Egorov I. A., Manukyan V. A., Lenkova T. N., Okolelova T. M., et al. Metodika provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skokhozyaystvennoy ptitsy. Molekulyarno-geneticheskie metody opredeleniya mikroflory kishechnika: rekomendatsii [Methodology for conducting scientific and industrial research on feeding poultry. Molecular genetic methods for the determination of intestinal microflora: recommendations]. Sergiev Posad: VNITIP, 2013. 52 p. (In Russian.)

Authors' information:

Albina V. Luneva¹ candidate of biological sciences, associate professor of the department of parasitology, veterinary sanitary expertise and zoohygiene, ORCID 0000-0002-4863-3590, AuthorID 668708; +7 918 417-21-38, albina.luneva@mail.ru

¹ Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Комплексная кормовая добавка для бройлерного откорма утят

Д. Г. Погосян¹✉, Р. Н. Тюрденев¹

¹ Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

✉ E-mail: pogosyan.d.g@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – разработка эффективной белково-витаминно-минеральной добавки с оптимальным содержанием сырого протеина в комплексе со вкусоароматическими добавками для утят с учетом возрастных периодов откорма («Престарт», «Старт», «Финиш»), позволяющая повысить зоотехнические и экономические показатели при бройлерной технологии откорма молодняка. **Методы исследований.** Проведен научно-производственный эксперимент на 3 группах утят-аналогов с суточного до 49-дневного возраста. Изучаемые показатели: динамика живой массы по фазам откорма, абсолютный и среднесуточный прирост, сохранность молодняка, конверсия кормов, показатели убоя, европейский показатель эффективности откорма, рентабельность производства мяса. **Результаты.** Применение комбикормов с оптимальным уровнем содержания протеина в комплексе со вкусоароматическими добавками, приготовленных на основе разработанных кормовых добавок, предназначенных для откорма утят-бройлеров по фазам откорма, способствует увеличению живой массы на 11,4 %, сохранности молодняка на 3 %, потребления и конверсии кормов на 3,9 и 7,6 % соответственно, убойного выхода на 1,1 %, европейского показателя эффективности откорма с 246 до 308 единиц и рентабельности производства мяса на 24,5 %. **Научная новизна.** Впервые разработана комплексная кормовая добавка, которая, согласно возрастным периодам откорма, включает 3 разновидности: «Престарт», предназначенный для интенсивного откорма молодняка с суточного до 10-дневного возраста включительно, «Старт» для утят с 11 до 21 дня и «Финиш» с 22 до 49 дней. Норма ввода добавки составляет 30 % от массы комбикорма. В состав добавки входят высокобелковые корма, премиксы, аминокислоты и вкусоароматические вещества (глутамат натрия, уксусная и лимонная кислоты, смесь фитогеников: орегано, корица, красный перец).

Ключевые слова: утята-бройлеры, откорм, комбикорм, протеин, вкусоароматические добавки, мясная продуктивность, зоотехническая эффективность, кормовая добавка, убойный выход, затраты корма.

Для цитирования: Погосян Д. Г., Тюрденев Р. Н. Комплексная кормовая добавка для бройлерного откорма утят // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 65–74. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-65-74.

Дата поступления статьи: 25.07.2021, **дата рецензирования:** 31.07.2021, **дата принятия:** 02.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Перспективным направлением развития мясного птицеводства РФ является промышленное уткуводство на основе бройлерной технологии откорма молодняка. В настоящее время российский рынок утиного мяса оценивается в 150 тысяч тонн – это не более 3 % от всего рынка мяса птицы. При этом около ¼ от этого количества приходится на приусадебные и крестьянские (фермерские) хозяйства. Остальная часть утиного мяса (20–30 %) производится на крупных агропромышленных предприятиях. Это крупные промышленные бройлерные утиные фабрики (ООО «Новые утиные фермы», ООО «Чикен-Дак», ООО «Улыбино», ООО «Утиные фермы», ООО Птицекомплекс «Алексеевский», торговая компания «Митвилль», ООО «Птицефабрика «Центральная», ООО «Белгородские гранулированные корма», ГУП ППЗ «Благоварский», КФХ «Рамаевское» и др.) [1, с. 24], [2, с. 95].

Мясная продуктивность молодняка птицы во многом определяется содержанием сырого протеина и обменной энергии в кормах. Поэтому большинство исследований в области протеинового питания бройлерной птицы направлено на поиск оптимального его уровня в рационах. В настоящее время в связи с удорожанием соевого шрота как основного источника белка в рационах птицы многие разработки ученых направлены на снижение уровня кормового протеина и восполнения его недостатка за счет увеличения ввода дерти пшеницы, кукурузы и незаменимых аминокислот [3]. При этом положительным аспектом является снижение себестоимости продукции, уменьшение частоты дерматитов у птицы, улучшение экологии за счет уменьшения экскреции азотистых соединений с пометом в окружающую среду, что приобретает с каждым годом все большее значение, особенно для Европейских стран [4, с. 537]. В то же время такой подход не всегда оправдан и требует детального

изучения, так как может приводить к снижению мясной продуктивности птицы и увеличению жиросодержания в организме [5, с. 168–167].

Существующие отечественные и зарубежные нормы содержания сырого протеина и обменной энергии в комбикормах для откармливаемых утят имеют определенные различия [6, с. 8], [7, с. 49–50], [8, с. 35]. В проведенных нами ранее исследованиях было установлено, что при бройлерной технологии рекомендуется использовать комбикорма с оптимальным содержанием сырого протеина и обменной энергии в первой фазе откорма на уровне 22 % и 295 ккал (0–10 суток), 21 % и 300 ккал (11–21 сутки) и во второй фазе (22–49 суток) с уровнем протеина 21 % и обменной энергии 310 ккал. Кроме того, интенсивность роста молодняка птицы находится в прямой зависимости от уровня потребляемых кормов. Использование различных вкусоароматических добавок, в свою очередь, позволяет повысить потребление кормов. Установлено, что при откорме утят-бройлеров наиболее эффективным считается применение смеси фитодобавок (орегано, корица и красный перец) и органических кислот (лимонной и уксусной), что позволяет повысить среднесуточный прирост живой массы молодняка на 3 и 3,8 %, снизить затраты корма на 1 кг прироста на 1,7 и 1,4 % и увеличить убойный выход на 0,8 и 1,1 %. При этом лучшие результаты получены при использовании органических кислот и глутамата натрия в первой фазе, а фитодобавок – во второй фазе откорма [9, с. 101]. Необходимо также отметить, что в последние годы в качестве альтернативы антибиотикам и стимуляторам роста находят применение различные растительные добавки, органические кислоты и пробиотики [10, с. 349–350], [11, с. 231], [12, с. 688]. Поэтому разработка комбикормов и кормовых добавок, содержащих наиболее оптимальный уровень протеина и обменной энергии в комплексе с фитодобавками, подкислителями кормов и усилителями вкуса в качестве стимуляторов роста в рационах молодняка по основным периодам откорма считается актуальной задачей в промышленном утководстве. В связи с этим целью наших исследований явилось создание эффективной комплексной кормовой добавки для утят-бройлеров с учетом возрастных периодов откорма, позволяющей повысить мясную продуктивность и рентабельность производства мяса уток.

Методология и методы исследования (Methods)

Эксперимент был проведен в условиях КФХ «Тюрденев» на утятах кросса «Агидель 345» с суточного до 49-дневного возраста. При этом были сформированы три группы суточных утят-аналогов по живой массе по 100 голов в каждой. Утятам контрольной группы скормливали разработанные в ГУП «ППЗ Благоварский» комбикорма с содержанием сырого протеина в возрасте 1–3 недели – 22 % и в возрасте 4–7 недель – 18 % [7, с. 49–50]. Утятам I опытной группы в первую фазу откорма (0–21 день) скормливали комбикорма, разработанные и используемые для бройлерного откорма молодняка уток в ООО «Новые утиные фер-

мы» (ООО «Донстар»). С первых дней жизни и до 10 дней для откорма утятам скормливали предстартовый комбикорм с содержанием сырого протеина 22 % и обменной энергии 295 ккал. Затем в возрасте от 11 до 21 дня – стартовый комбикорм с содержанием сырого протеина 21 % и обменной энергии 300 ккал. Во второй фазе откорма (22–49 дней) использовали экспериментальный комбикорм с содержанием сырого протеина 21 % и 310 ккал обменной энергии. Утятам II опытной группы в течение всего периода откорма давали комбикорма с таким же уровнем протеина и обменной энергии, что и в кормах для I опытной группы, в комплексе с вкусоароматическими добавками. При этом в комбикорма первой фазы откорма вносили дополнительно глутамат натрия из расчета 1200 мг/кг корма и смесь органических кислот (уксусная и лимонная), используемых в первом эксперименте. Лимонную кислоту вносили в виде порошка из расчета 250 мг/кг комбикорма, а концентрированную уксусную кислоту разбавляли в воде в соотношении 1:4 и вносили в комбикорм путем орошения в процессе перемешивания в смесителе из расчета 2,5 % от массы комбикорма. В комбикорма второй фазы откорма вносили дополнительно 0,5 % фитодобавок на основе приправ: 40 % орегано (душица), 40 % корицы и 20 % красного перца.

Во всех группах использовали комбикорма в рассыпчатом виде. Рецепты комбикормов были рассчитаны с помощью компьютерной программы «Корм Оптима v.2015.11» на основании фактической питательности кормов, которую определяли на экспресс-анализаторе «ФОСС NIRS 2500» в условиях ООО «УК «Шемьшейский комбикормовый завод».

Утята содержались напольным способом на глубокой подстилке, кормление осуществлялось из групповых кормушек вволю, поение – с помощью капельных поилок. Учет живой массы птицы осуществляли путем индивидуального взвешивания утят на электронных весах: при постановке на опыт, в конце первого периода откорма в возрасте 21 суток и в конце опыта – в возрасте 49 суток. По разнице массы при постановке на опыт, в середине опыта и по его завершении определяли абсолютный прирост живой массы (г). Среднесуточный прирост (г) находили путем деления абсолютного привеса на количество дней каждого периода откорма.

В конце эксперимента осуществляли контрольный убой утят по 15 голов с каждой группы аналогов по живой массе. Для определения зоотехнической эффективности откорма был определен европейский индекс продуктивности (ЕИП) бройлеров по формуле: $\{(живая\ масса\ [кг] \times\ сохранность\ [\%]) / \text{срок откорма [дней]} \times \text{конверсия [кг/кг]}\} \times 100\%$ [13, с. 73].

Результаты (Results)

Динамика роста при взвешивании утят-бройлеров в возрасте 21 суток показала, что применение оптимального содержания протеина в первой фазе откорма на уровне 23 % с более высоким содержанием обменной энергии на 3,5 % в предстартовых комби-

кормах в первые 10 дней откорма и в последующем перевод утят на стартовые корма с уровнем протеина 21 % приводило к увеличению живой массы молодняка в сравнении с контролем, где скармливали комбикорма с содержанием протеина 21 % в течение всей первой фазы откорма. При этом живая масса утят в I опытной группе составила 1314 г, что было выше контроля на 3,4 % ($P < 0,001$) (таблица 1). Результаты наших исследований согласуются с данными ряда ученых полученных в аналогичных опытах на цыплятах-бройлерах в начале откорма и мясных перепелах [14, с. 54], [15, с. 31–32].

Комплексное применение в комбикормах оптимального уровня протеина в I опытной группе в сочетании с органическими кислотами и глутаматом натрия сопровождалось увеличением интенсивности

роста утят в результате которого среднесуточный прирост живой массе во II опытной группе был выше контроля на 6,3 % ($P < 0,001$). В свою очередь, применение только вкусоароматических добавок в первой фазе откорма позволило увеличить живую массу утят на 3 % ($P < 0,01$).

Во второй фазе откорма в связи с более высокой интенсивностью роста утят в этом возрасте выявленная закономерность в динамике развития молодняка в начальной стадии откорма впоследствии оказалось более выраженной между группами. Применение экспериментальных комбикормов с оптимальным содержанием протеина на уровне 21 % способствовало увеличению живой массы молодняка на 9,5 % ($P < 0,001$).

Таблица 1
Динамика роста и сохранности утят-бройлеров

Показатели	Группа		
	Контрольная	Опытная	
		I	II
Живая масса, г: в суточном возрасте	52,80 ± 0,70	53,2 ± 0,67	52,6 ± 0,64
в возрасте 21 суток в % к контролю	1271 ± 9,2 100	1314 ± 10,1** 103,4	1352 ± 12,2*** 106,4
среднесуточный прирост (0–21), г в % к контролю	58,0 ± 0,52 100	60,01 ± 0,49** 103,5	61,88 ± 0,59*** 106,3
в возрасте 49 суток в % к контролю	3303 ± 20,8 100	3618 ± 19,8** 109,5	3679 ± 19,1*** 111,4
среднесуточный прирост (22–49), г в % к контролю	72,61 ± 1,23 100	82,28 ± 1,35** 113,3	83,11 ± 1,42*** 114,4
Прирост, г за 49 суток (0–49): абсолютный	3250 ± 19,1	3565 ± 19,8**	3626 ± 20,0***
среднесуточный в % к контролю	66,33 ± 0,95 100	72,76 ± 1,01** 109,6	74,0 ± 0,88** 111,6
Сохранность молодняка, % 0–21 сутки	97	99	100
22–49 суток	96	98	99

Примечание. *** $P < 0,001$ – к контрольной группе; ** $P < 0,01$ – II опытная к I.

Table 1
Dynamics of growth and safety of broiler ducklings

Indicators	Group		
	Control	Experimental	
		1 st	2 nd
Live weight, g: daily age	52.80 ± 0.70	53.2 ± 0.67	52.6 ± 0.64
at the age of 21 days in % of control	1271 ± 9.2 100	1314 ± 10.1** 103.4	1352 ± 12.2*** 106.4
average daily gain (0–21), g in % to control	58.0 ± 0.52 100	60.01 ± 0.49** 103.5	61.88 ± 0.59*** 106.3
at the age of 49 days in % of control	3303 ± 20.8 100	3618 ± 19.8** 109.5	3679 ± 19.1*** 111.4
average daily gain (22–49), g in % to control	72.61 ± 1.23 100	82.28 ± 1.35** 113.3	83.11 ± 1.42*** 114.4
Growth, g for 49 days (0–49): absolute	3250 ± 19.1	3565 ± 19.8**	3626 ± 20.0***
average daily in % to control	66.33 ± 0.95 100	72.76 ± 1.01** 109.6	74.0 ± 0.88** 111.6
Safety of young animals, % 0–21 days	97	99	100
22–49 days	96	98	99

Note. *** $P < 0.001$ – to the control group; ** $P < 0,01$ – 2nd experienced to 1st.

Таблица 2

Потребление и затраты корма на 1 кг прироста за время опыта

Показатели	Группа		
	Контрольная	Опытная	
		I	II
Потреблено корма на 1 голову:			
в возрасте от 0 до 21 суток	2,03	2,14	2,18
в % к контролю	100	105,4	107,3
в возрасте от 22 до 49 суток	6,54	6,56	6,61
в % к контролю	100	100,3	101,1
за весь период откорма, кг	8,53	8,70	8,79
в % к контролю	100	102,0	103,9
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,62	2,45	2,42
в % к контролю	100	93,5	92,4

Table 2

Feed consumption and expenditure per 1 kg of gain during the experiment

Indicators	Group		
	Control	Experimental	
		1 st	2 nd
Feed consumed per 1 head:			
at the age of 0 to 21 days	2.03	2.14	2.18
in % to the control	100	105.4	107.3
at the age of 22 to 49 days	6.54	6.56	6.61
in % to the control	100	100.3	101.1
for the entire fattening period, kg	8.53	8.70	8.79
in % to the control	100	102.0	103.9
Feed costs per 1 kg of growth, kg	2.62	2.45	2.42
in % to control	100	93.5	92.4

При этом комплексное применение данного комбикорма с фитодобавками приводило к увеличению живой массы утят в конце откорма в сравнении с I опытной группой и контролем на 1,9 % ($P < 0,01$) и 11,4 % ($P < 0,001$) соответственно, а также сохранности молодняка на 2–3 % соответственно.

В исследованиях зарубежных авторов было установлено, что смесь фитогенных кормовых добавок, содержащая 5 % карвакрола, 3 % коричневого альдегида и 2 % стручкового перца, оказывала положительное влияние на эффективность использования обменной энергии в организме цыплят-бройлеров, что сопровождалось увеличением их мясной продуктивности. При этом выявлено, что химический состав кормов и соотношение энергии к белку в рационах цыплят могут влиять на эффективность использования фитогенных веществ [16, с. 1695]. Применение в рационах цыплят-бройлеров эфирного масла душицы (орегано) положительно влияло на продуктивность и иммунитет, что способствовало увеличению европейского показателя эффективности откорма птицы [17, с. 603]. Использование пищевых добавок – корицы (0,5 %), куркумы (0,5 %) – и их комбинации в рационах цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса увеличивают потребление кормов и прирост массы тела за счет снижения в организме перекисного окисления липидов [18, с. 47]. Фитобактерии обладают антимикробным, противовирусным и противогрибковым действиями, способствуют повышению общей резистентности организма птицы, нормализации ми-

крофлоры желудочно-кишечного тракта, увеличению яичной и мясной продуктивности за счет стимуляции выработки эндогенных ферментов, улучшающих переваримость и усвояемость питательных веществ рационов, что, в свою очередь, повышает конверсию корма. Многие из них служат природными ароматизаторами, стимулирующими потребление корма, что положительно сказывается на продуктивности и рентабельности производства мяса птицы [19, с. 52–53].

В первой фазе откорма с повышением уровня содержания сырого протеина в кормах в I опытной группе и с включением вкусоароматических добавок во II опытной группе отмечалось увеличение потребления корма на 5,4 и 7,3 % соответственно (таблица 2).

Во второй фазе откорма данная закономерность сохранялась в незначительной степени, при этом потребление корма в I и II опытных группах оказалось выше контроля всего лишь на 0,7–1,1 %. В целом за весь период откорма потребление корма в I и II опытных группах оказалось выше контроля на 2,0–3,9 %. Несмотря на увеличение потребления корма вследствие более высокой мясной продуктивности молодняка в I и II опытных группах затраты корма на 1 кг прироста были ниже контроля на 6,5–7,6 %. Таким образом, применение комбикормов с оптимальным уровнем протеина в комбикормах с включением вкусоароматических добавок сопровождается повышением как потребления, так и конверсии кормов в организме утят на откорме.

Результаты контрольного убоя утят проведенного в конце откорма показали, что высокие показатели массы потрошенных тушек имели утята I и II опытных групп, которые были выше контроля на 9,5–12,0 % (таблица 3).

Во всех группах выявлены высокие показатели убойного выхода, которые находились в диапазоне от 68,1 до 69,2 %. Увеличение массы потрошенных тушек в данной группе происходило за счет более высокой предубойной массы и увеличения убойного выхода

туш на 0,7 и 1,1 % в сравнении с контрольной группой.

При расчете эффективности откорма установлено, что применение комбикормов с оптимальным уровнем содержания протеина на протяжении всего периода откорма, а также их скармливание в комплексе со вкусоароматическими добавками приводят к увеличению европейского показателя эффективности откорма с 246 до 295 и 308 единиц, или на 20 и 25,2 % соответственно (таблица 4).

Таблица 3
Показатели контрольного убоя молодняка уток

Показатели	Группа		
	Контрольная	Опытная	
		I	II
Количество голов	15	15	15
Предубойная масса, г	3293	3570	3636
Масса потрошенных тушек, г	2242	2456	2516
в % к контролю	100	109,5	112,0
Убойный выход, %	68,1	68,8	69,2

Table 3
Indicators of control slaughter of young ducks

Indicators	Group		
	Control	Experimental	
		1 st	2 nd
Number of goals	15	15	15
Pre-kill weight, g	3293	3570	3636
Weight of gutted carcasses, g	2242	2456	2516
in % to control	100	109.5	112.0
Slaughter yield, %	68.1	68.8	69.2

Таблица 4
Результаты эффективности откорма утят-бройлеров

Показатели	Группа			Нормативные показатели
	Контрольная	Опытная		
		I	II	
Содержание сырого протеина в кормах: первой фазы откорма (0–21 суток), %	22	22/21	22/21	22
второй фазы откорма (22–49 суток), %	18	19	19	18
вкусоароматические добавки, –/+	–	–	+	–
Живая масса 1 головы в конце откорма, г	3303	3618	3679	3450
в % к контролю	100	109,5	111,4	104,4
Масса потрошенных тушек, г	2249	2489	2546	2346
Среднесуточный прирост, г	66,33	72,76	74,0	69,39
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,62	2,45	2,42	2,55
Сохранность молодняка, %	96	98	99	98
Европейский показатель эффективности откорма, ед.	246	295	308	270
в % к контролю	100	120,0	125,2	109,7
Получено мяса, всего, кг	215,9	243,9	252,2	229,1
в % к контролю	100	113,0	116,7	106,5
Затраты на корма, тыс. руб.	22,42	24,05	25,02	23,75
Затраты всего, тыс. руб.	43,42	45,25	46,02	44,75
Себестоимость 1 кг мяса, руб.	201,1	185,5	182,5	195,3
Цена реализации 1 кг мяса, руб.	260	260	260	260
Выручка, тыс. руб.	56,13	63,41	65,52	59,57
Полная себестоимость, тыс. руб.	43,41	45,24	46,03	44,74
Прибыль, руб.	12,72	18,17	24,78	14,83
Уровень рентабельности, %	29,3	40,2	53,8	33,1

Table 4
Results of efficiency of fattening broiler ducklings

Indicators	Group			Regulatory indicators
	Control	Experimental		
		1 st	2 nd	
Crude protein content in feed:				
first phase of fattening (0–21 days), %	22	22/21	22/21	22
second phase of fattening (22–49 days), %	18	19	19	18
flavoring additives, –/+	–	–	+	–
Live weight of 1 head at the end of fattening, g	3303	3618	3679	3450
in % to control	100	109.5	111.4	104.4
Weight of gutted carcasses, g	2249	2489	2546	2346
Average daily growth, g	66.33	72.76	74.0	69.39
Feed costs per 1 kg of growth, kg	2.62	2.45	2.42	2.55
Safety of young animals, %	96	98	99	98
European fattening efficiency index, units	246	295	308	270
in % of control	100	120.0	125.2	109.7
Meat received, total, kg	215.9	243.9	252.2	229.1
as % of the control	100	113.0	116.7	106.5
Feed costs, thousand rubles	22.42	24.05	25.02	23.75
Total costs, thousand rubles	43.42	45.25	46.02	44.75
Prime cost of 1 kg of meat, rubles	201.1	185.5	182.5	195.3
Selling price of 1 kg of meat, rubles	260	260	260	260
Revenue, thousand rubles	56.13	63.41	65.52	59.57
Total production cost, thousand rubles	43.41	45.24	46.03	44.74
Profit, rubles	12.72	18.17	24.78	14.83
The level of profitability, %	29.3	40.2	53.8	33.1

При этом европейский показатель эффективности откорма, рассчитанный на основе нормативных значений для утят кросса «Агидель 345» [20, с. 13–14], был выше контроля на 24 единицы, или на 9,7 %. Вследствие высокой мясной продуктивности утят в I и II опытных группах данный показатель был выше не только контроля, но и нормативных значений на 10,3–15,5 %. Расчеты экономической эффективности откорма показывают, что, несмотря на высокие затраты корма вследствие получения высоких привесов, себестоимость мяса во II опытной группе оказалась самой низкой. При этом самый высокий уровень рентабельности был получен во II опытной группе, который составил 53,8 %, что было выше показателя I опытной группы, нормативных значений и контроля на 13,6, 20,7 и 24,5 % соответственно.

С учетом проведенных исследований разработана комплексная добавка на основе высокобелковых кормовых источников, премикса, аминокислот, фито добавок, глутамат натрия и органических кислот, которые использовались в составе исследуемых комбикормов (таблица 5).

Для практических целей с учетом возрастных периодов откорма разработаны добавки «Престарт» (для интенсивного откорма молодняка с суточного до 10-дневного возраста включительно), «Старт» (для утят с 11 до 21 дня) и «Финиш» (с 22 до 49 дней). Нор-

ма ввода кормовой добавки составляет 30 % от массы комбикорма. Срок годности кормовых добавок – до 4 месяцев, при включении антиоксидантных препаратов – до 6 месяцев. При использовании добавки необходимо подобрать компоненты зерносмеси, чтобы обеспечить содержание сырого протеина в престартерных комбикормах на уровне 22 %, в стартерных и финишных комбикормах – согласно нашим рекомендациям на уровне 21 %. Примерный состав комбикормов в зависимости от периода откорма включает 30 % кормовой добавки «Крепыш», 30–50 % дерти пшеницы, 10–25 % – кукурузы, 3–8 % гороха, подсолнечного шрота 3–5 %, подсолнечного масла 3,5–5 %.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

С целью повышения эффективности откорма утят при бройлерной технологии рекомендуется скормливать комбикорма, приготовленные на основе комплексных кормовых добавок, позволяющих оптимизировать содержание сырого протеина и обменной энергии по фазам откорма, а также повысить потребление и конверсию кормов за счет использования вкусоароматических компонентов. Применение кормовой добавки в количестве 30 % от массы комбикорма при соблюдении рекомендуемой питательности комбикормов по фазам откорма позволит увеличить живую массу молодняка на 11,4 % и снизить затраты кормов на 1 кг прироста живой массы утят на 6,5–7,6 %.

Корма	В % по массе		
	«Престарт»	«Старт»	«Финиш»
Шрот соевый	51,8	51,2	48,5
Рыбная мука	25	10	5
Дрожжи кормовые	16	17	20
Подсолнечный шрот	–	15	22
Премикс 434-1П6 (0,5 %)	1,7	1,7	1,7
DL-Метионин (98,5 %)	0,6	0,6	0,6
Лизин (98 %)	0,7	0,7	0,7
Лимонная кислота	0,8	0,8	–
Уксусная кислота	3	3	–
Глутамат натрия	0,4	–	–
Орегано	–	–	0,6
Корица	–	–	0,6
Красный перец	–	–	0,3
Показатели качества 1 кг:			
обменная энергия, ккал	2950	2920	2930
сырой протеин, г	450	430	430
лизин, г	70	70	70
метионин, г	60	60	60

Table 5

Composition of complex feed additives

Feed	In % by weight		
	“Prestart”	“Start”	“Finish”
Soy Meal	51.8	51.2	48.5
Fish meal	25	10	5
Feed yeast	16	17	20
Sunflower meal	–	15	22
Premix 434-1P6 (0.5 %)	1.7	1.7	1.7
DL-Methionine (98.5 %)	0.6	0.6	0.6
Lysine (98 %)	0.7	0.7	0.7
Citric acid	0.8	0.8	–
Acetic acid	3	3	–
Monosodium Glutamate	0.4	–	–
Oregano	–	–	0.6
Cinnamon	–	–	0.6
Red Pepper	–	–	0.3
Quality indicators of 1 kg:			
exchange energy, kcal	2950	2920	2930
crude protein, g	450	430	430
lysine, g	70	70	70
methionine, g	60	60	60

Библиографический список

1. Мурленко Н. В. Перспективы выращивания водоплавающей птицы в России // Биология в сельском хозяйстве. 2020. № 2 (27). С. 23–26.
2. Зимняков В. М., Погосян Д. Г. Производство и переработка мяса уток в России // Сурский Вестник. 2020. № 4 (12). С. 93–99.
3. Liu S. Y., Macelline S. P., Chrystal P. V., et al. Progress towards reduced-crude protein diets for broiler chickens and sustainable chicken-meat production // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2021. No. 12. P. 20. DOI: 10.1186/s40104-021-00550-w.
4. Greenhalgh S., Chrystal P. V., Selle P. H., Liu S. Y. Reduced-crude protein diets in chicken-meat production: justification for an imperative // World's Poultry Science Journal. 2020. Vol. 76. Pp. 537–548.
5. Greenhalgh S., McInerney B. V., McQuade L. R., et al. Capping dietary starch: protein ratios in moderately reduced crudeprotein, wheat-based diets showed promise but further reductions generated inferior growth performance in broiler chickens // Animal Nutrition. 2020. No. 6 (2). Pp. 168–178. DOI: 10.1016/j.aninu.2020.01.002.
6. ГОСТ 18221-2018. Межгосударственный стандарт. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Общие технические условия. Москва: Стандартинформ, 2018. 15 с.

7. Погосян Д. Г., Тюрденев Р. Н. Особенности кормления молодняка уток при бройлерном откорме // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник материалов 12-й международной научно-практической конференции. Пенза, 2017. С. 48–53.
8. Егоров И. А., Манукян В. А., Околелова Т. М., Ленкова Т. Н. [и др.] Методическое руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад: ФГБНУ ВНИТИП, 2015. 200 с.
9. Погосян Д. Г., Тюрденев Р. Н. Применение различных вкусоароматических добавок при откорме утят-бройлеров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (188). С. 101–107.
10. Castillo-López R. I., Gutiérrez-Grijalva E. P., Leyva-López N., López-Martínez L. X., Heredia J. B. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production // Journal of Animal & Plant Sciences. 2017. Vol. 27 (2). Pp. 349–359.
11. Киреева О. С., Ковалева О. А. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам // Научные приоритеты в АПК: инновации, проблемы, перспективы развития: сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Тверь, 2019. С. 231–234.
12. Багно О. А., Прохоров О. Н., Шевченко С. А., Шевченко А. И., Дядичкина Т. В. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 687–697.
13. Шацких Е. В., Волынкин Н. Н., Попков Н. В. Продуктивные показатели цыплят-бройлеров, выращенных на различном клеточном оборудовании // Аграрный вестник Урала. 2016. № 10 (152). С. 72–77.
14. Ленкова Т. Н., Егорова Т. А., Дегтярева И. Г., Меньшинин И. А. [и др.] Продуктивность мясных перепелов в зависимости от уровня протеина в рационах // Птицеводство. 2019. № 11-12. С. 54–58.
15. Фисинин В. И., Егоров И. А., Османян А. К., Махдави Р., Малородов В. В. Результативность выращивания бройлеров в зависимости от уровней обменной энергии и протеина в престартерных рационах // Птица и птицепродукты. 2017. № 6. С. 30–33.
16. Pirgozliev V., Beccaccia A., Rose S. P., Bravo D. Partitioning of dietary energy of chickens fed maize- or wheat-based diets with and without a commercial blend of phytogetic feed additives // Journal of Animal Science. 2015. Vol. 93. No. 4. Pp. 1695–1702.
17. Mohiti-Asli M., Ghanaatparast-Rashti M. Comparison of the effect of two phytogetic compounds on growth performance and immune response of broilers // Journal of Applied Animal Research. 2016. Vol. 45. No. 1. Pp. 603–608.
18. Baghban P., Daneshyar M., Najafi R. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and Turmeric (*Curcuma longa*) Powders on Performance, Enzyme Activity, and Blood Parameters of Broiler Chickens Under Heat Stress // Poultry Science Journal 2016. No. 4 (1). Pp. 47–53.
19. Буяров В. С., Червонова И. В., Меднова В. В., Ильичева И. Н. Эффективность применения фитобиотиков в птицеводстве // Вестник аграрной науки. 2020. № 3 (84). С. 44–59.
20. Ройтер Я. С., Кутушев Р. Р. Селекция уток отцовской формы кросса «Агидель 34» // Зоотехния. 2019. № 8. С. 20–22.

Об авторах:

Давид Гарегинович Погосян¹, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой переработки сельскохозяйственной продукции, ORCID 0000-0003-2481-6656, AuthorID 504113; +7 960 325-88-25, pogosyan.d.g@mail.ru

Роман Николаевич Тюрденев¹, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-1018-9030, AuthorID 1127458

¹ Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

Complex feed additive for broiler fattening of ducklings

D. G. Pogosyan¹✉, R. N. Tyurdenev¹

¹ Penza State Agrarian University, Russia

✉E-mail: pogosyan.d.g@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to develop an effective feed additive with an optimal content of raw protein in combination with flavoring additives for ducklings, which allows to increase zoo technical and economic indicators with broiler technology of fattening young animals. **Research methods.** A scientific and production experiment was conducted on three groups of analog ducklings from a daily age to 49 days old. The studied indicators are: the dynamics of live weight by fattening phases, absolute and average daily growth, the safety of young animals, feed conversion, slaughter indicators, the European fattening efficiency indicator, the profitability of meat production. **Results.** The use of compound feeds with an optimal level of protein content in combination with flavoring additives

prepared on the basis of developed feed additives intended for fattening broiler ducklings in the fattening phases contributes to an increase in: live weight by 11.4 %, the safety of young animals by 3 %, feed consumption and conversion by 3.9 and 7.6 %, slaughter yield of 1.1 %, the European fattening efficiency indicator from 246 to 308 units and the profitability of meat production by 24.5 %. **Scientific novelty.** For the first time, a complex feed additive has been developed, which, according to the age periods of fattening, includes three varieties: “Prestart”, intended for intensive fattening of young animals from daily to 10 days of age inclusive, “Start” for ducklings from 11 to 21 days and “Finish” from 22 to 49 days. The rate of introduction of the additive is 30 % of the mass of mixed feed. The composition of the supplement includes high-protein feeds, premixes, amino acids and flavoring substances (monosodium glutamate, acetic and citric acids, a mixture of phytonutrients: oregano, cinnamon, red pepper).

Keywords: broiler ducklings, fattening, compound feed, protein, flavoring additives, meat productivity, zoo technical efficiency, feed additive, slaughter yield, feed costs.

For citation: Pogosyan D. G., Tyurdenev R. N. Kompleksnaya kormovaya dobavka dlya broylernogo otkorma utyat [Complex feed additive for broiler fattening of ducklings] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 65–74. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-65-74. (In Russian.)

Date of paper submission: 25.07.2021, **date of review:** 31.07.2021, **date of acceptance:** 02.09.2021.

References

1. Murlenko N.V. Perspektivy vyrashchivaniya vodoplavayushchey ptitsy v Rossii [The prospect of growing waterfowl in Russia] // Biology in agriculture. 2020. No. 2 (27). Pp. 23–26. (In Russian.)
2. Zimnyakov V. M., Pogosyan D. G. Proizvodstvo i pererabotka myasa utok v Rossii [Production and processing of duck meat in Russia] // Surskiy Vestnik. 2020. No. 4 (12). Pp. 93–99. (In Russian.)
3. Liu S. Y., Macelline S. P., Chrystal P. V., et al. Progress towards reduced-crude protein diets for broiler chickens and sustainable chicken-meat production // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2021. No. 12. P. 20. DOI: 10.1186/s40104-021-00550-w.
4. Greenhalgh S., Chrystal P. V., Selle P. H., Liu S. Y. Reduced-crude protein diets in chicken-meat production: justification for an imperative // World's Poultry Science Journal. 2020. Vol. 76. Pp. 537–548.
5. Greenhalgh S., McInerney B. V., McQuade L. R., et al. Capping dietary starch: protein ratios in moderately reduced crudeprotein, wheat-based diets showed promise but further reductions generated inferior growth performance in broiler chickens // Animal Nutrition. 2020. No. 6 (2). Pp. 168–178. DOI: 10.1016/j.aninu.2020.01.002.
6. GOST 18221-2018. Mezhhgosudarstvennyy standart. Kombikorma polnoratsionnye dlya sel'skokhozyaystvennoy ptitsy. Obshchie tekhnicheskie usloviya [Mixed full-ration feeds for poultry. General specifications]. Moscow: Standartinform, 2018. 15 p. (In Russian.)
7. Pogosyan D. G., Tyurdenev R. N. Osobennosti kormleniya molodnyaka utok pri broylernom otkorme [Features of broiler fattening young ducks] // Agropromyshlennyy kompleks: sostoyanie, problemy, perspektivy: sbornik materialov 12-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Penza, 2017. Pp. 48–53. (In Russian.)
8. Egorov I. A., Manukyan V. A., Okolelova T. M., Lenkova T. N., et al. Metodicheskoe rukovodstvo po kormleniyu sel'skokhozyaystvennoy ptitsy [Methodological guide for feeding poultry]. Sergiev Posad: VNITIP FGBNU, 2015. 200 p. (In Russian.)
9. Pogosyan D. G., Tyurdenev R. N. Primenenie razlichnykh vkusoaromaticeskikh dobavok pri otkorme utyat-broylerov [The application of various flavor additives when fattening duck-broilers] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. 2020. No. 6 (188). Pp. 101–107. (In Russian.)
10. Castillo-López R. I., Gutiérrez-Grijalva E. P., Leyva-López N., López-Martínez and L. X., Heredia J. B. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production // Journal of Animal & Plant Sciences. 2017. Vol. 27 (2). Pp. 349–359.
11. Kireeva O. S., Kovaleva O. A. Fitobiotiki kak al'ternativa antibiotikam [Phytobiotics as an alternative to antibiotics] // Nauchnye prioritety v APK: innovatsii, problemy, perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2019. Pp. 231–234. (In Russian.)
12. Bagno O. A., Prokhorov O. N., Shevchenko S. A., Shevchenko A. I., Dyadichkina T. V. Fitobiotiki v kormlenii sel'skokhozyaystvennykh zivotnykh [Phytobiotics in the feeding of farm animals] // Agricultural biology. 2018. Vol. 53. No. 4. Pp. 687–697. (In Russian.)
13. Shatskikh E. V., Volinkin V. V., Popkov N. V. Produktivnye pokazateli tsyplyat-broylerov, vyrashchennykh na razlichnom kletochnom oborudovanii [Productivity indicators of broilers reared using different cage equipment] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 10 (152). Pp. 72–77. (In Russian.)
14. Lenkova T. N., Egorova T. A., Degtyareva I. G., Menshinin I. A., et al. Produktivnost' myasnykh perepelov v zavisimosti ot urovnya proteina v ratsionakh [Productivity of meat quails depending on the level of protein in the diets] // Ptitsevodstvo. 2019. No. 11-12. Pp. 54–58. (In Russian.)

15. Fisinin V. I., Egorov I. A., Osmanyany A. K., Mahdavi R., Malorodov V. V. Rezul'tativnost' vyrashchivaniya broylerov v zavisimosti ot urovney obmennoy energii i proteina v prestarternykh ratsionakh [The effectiveness of broiler breeding depending on the levels of metabolic energy and protein in pre-starter diets] // Poultry and Chicken products. 2017. No. 6. Pp. 30–33. (In Russian.)
16. Pirgozliev V., Beccaccia A., Rose S. P., Bravo D. Partitioning of dietary energy of chickens fed maize- or wheat-based diets with and without a commercial blend of phytogetic feed additives // Journal of Animal Science. 2015. Vol. 93. No. 4. Pp. 1695–1702.
17. Mohiti-Asli M., Ghanaatparast-Rashti M. Comparison of the effect of two phytogetic compounds on growth performance and immune response of broilers // Journal of Applied Animal Research. 2016. Vol. 45. No. 1. Pp. 603–608.
18. Baghban P., Daneshyar M., Najafi R. Effects of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and Turmeric (*Curcuma longa*) Powders on Performance, Enzyme Activity, and Blood Parameters of Broiler Chickens Under Heat Stress // Poultry Science Journal 2016. No. 4 (1). Pp. 47–53.
19. Buyarov V. S., Chervonova I. V., Mednova V. V., Ilyicheva I. N. Effektivnost' primeneniya fitobiotikov v ptitsevodstve [Efficiency of application of phytobiotics in poultry farming (review)] // Bulletin of Agrarian Science. 2020. No. 3 (84), Pp. 44–59. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.44. (In Russian.)
20. Router Y. S., Kutushev R. R. Seleksiya utok ottsovskoy formy krossa «Agidel' 34» [Breeding ducks of paternal forms of the cross “Agidel 34”] // Zootechniya. 2019. No. 8. Pp. 20–22. (In Russian.)

Authors' information:

David G. Pogosyan¹, doctor of biological sciences, professor, head of the department of agricultural products processing, ORCID 0000-0003-2481-6656, AuthorID 504113; +7 960 325-88-25, pogosyan.d.g@mail.ru

Roman N. Tyurdenev¹, junior researcher, ORCID 0000-0003-1018-9030, AuthorID 1127458

¹ Penza State Agrarian University Penza, Russia

Characteristics of cows' cicatricial metabolism of different linearity

E. V. Razhina¹✉

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: eva.mats@mail.ru

Abstract. The aim of this work is to investigate the relationship between indicators of cicatricial digestion and linearity of cows. **Methods.** The research was carried out in the breeding enterprises of the Sverdlovsk region on the livestock of Ural-type cows. Cicatricial fluid was collected with an oropharyngeal rubber probe, and a wooden yaw was also used. Cicatricial content was assessed at the Chelyabinsk Interregional Veterinary Laboratory. The pH value was determined by the electrometric method, VFA – in the Markgam apparatus, ammonia – by the microdiffusion method. Ciliates – in Goryaev's chamber and under a microscope, bacteria – under a microscope with the addition of sodium chloride solution. Statistical data processing was carried out in the Microsoft Office Excel 2010 program. **Results.** In terms of the number of ciliates and bacteria in the rumen fluid, the Montwick Chieftain cows, characterized by high productive qualities, had an advantage. In terms of pH and VFA, the Vis Back Ideal line was the best. There were no significant differences between the groups in terms of the amount of ammonia in the rumen. The best animals from the point of view of influence on cicatricial metabolism were the animals of the Vis Back Ideal and Montwick Chieftain lineage. **Scientific novelty.** Studies have shown that linearity is associated with cicatricial digestion in cows. The relationship of bull lines with indicators of cicatricial metabolism of cows has been determined for the first time. The food in the rumen is digested due to the action of bacteria, ciliates, and fungi. An environment has been created in the rumen for the active development of microflora. Bacteria are able to synthesize amino acids and vitamins. The proventriculus can contain up to 50 species of ciliates.

Keywords: bull line, cows, cicatricial metabolism, bacteria and ciliates, volatile fatty acids.

For citation: Razhina E. V. Characteristics of cows' cicatricial metabolism of different linearity // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 75–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-75-80.

Date of paper submission: 27.08.2021, **date of review:** 03.09.2021, **date of acceptance:** 15.09.2021.

Introduction

The health status of cattle, the level of milk production may depend on the function of the rumen and the vital activity of microorganisms. The functioning of the mammary gland is interconnected with the scar. During cicatricial digestion, milk precursors are formed in animals. The rumen occupies about 80% of the complex stomach volume and plays an important role in the digestion of ruminants. Begins to function a little after birth. It digests up to 70 % of the dry matter of the diet without the participation of digestive enzymes [1, p. 118]. The cattle rumen capacity is 100–300 liters. The rumen contains 2 sacs – dorsal and ventral, between which the right and left longitudinal grooves run laterally. From the side of the mucous membrane, the grooves correspond to the strands framing the intra-cicatricial opening [16, p. 63].

The mucous membrane of the rumen is lined with squamous keratinized epithelium and contains a variety of papillae up to 1 cm long [19, p. 12].

The papillae contain a large number of blood and lymph vessels and have the ability to contract. The muscle plate has separate bundles that lie at the base of the papillae. The structure of the muscular membrane has

smooth muscle tissue and a small amount of striated muscle tissue [16, p. 65].

The main function of the rumen – the digestion of feed fiber, is performed using the cellulolytic activity of microorganisms [2, p. 214].

Grinding of the feed is performed as a result of repeated chewing, in which the feed is regurgitated from the rumen into the oral cavity, then it is chewed, mixed with saliva and swallowed again. Saliva does not contain digesting enzymes, it helps to moisturize the feed and normalize the acidity of the rumen [19, p.12]. Digestion in the proventriculus occurs with the use of plant cell enzymes, saliva and biological agents [18, p. 141]. For the normalization of cicatricial digestion, it is necessary that the number of feed particles with a size of at least 4 cm was within 20% of the dry matter mass of the diet [17, p. 144].

Due to the constant supply of the substrate for bacteria with food, the implementation of absorption through the wall of the rumen into the blood of the products of their vital activity, constant conditions are observed in the rumen [1, p. 118].

The main process of cows' digestion is carried out in the rumen under the influence of different types of microflora. The vital activity of microflora is determined by a set of feeds and their quality indicators. In the digestion of feed protein, the leading role is played by bacteria and ciliates contained in the rumen. They help break down more than 40 % of crude protein. The proteins in the feed are degraded to amino acids and ammonia and other metabolites are formed. Microorganisms use ammonia to synthesize their own protein. Protein synthesis can be carried out by microorganisms using urea, ammonium compounds. With increasing productivity, cows are less satisfied in amino acids under the influence of microbial synthesis. The microbial mass can accumulate and die off, enter the abomasum and intestines and be digested. Microbial protein provides a large proportion of the protein requirement of cattle [1, p. 118]. With an excess of protein in the rumen, an increased amount of ammonia is released, entering the bloodstream and causing toxicosis, ketosis or liver dystrophy [11, p. 70]. Individual types of bacteria can have different forms of relationships, which affects the formation of the microbial ecosystem of the proventriculus. The development of both microflora and microfauna in the rumen is facilitated by maintaining a constant temperature within 39–40 °C [6, p. 279].

Rumen bacteria differ in shape, habitat, end product of vital activity, substrate that is used for nutrition [9, p. 26]. The development and reproduction of some microorganisms can be accompanied by autolysis and the death of others. The rumen contains both live and dead bacteria. In the proventriculus there are streptococci, cocci, cellulolytic, lactic acid microorganisms that enter the rumen with water and food. The main bacteria – cellulolytic, promote the breakdown and digestion of fiber [19, p. 12]. Amyolytic microorganisms feed on starch and maltose, further breaking them down to succinic, acetic acids. Lipolytic – break down fat to form glycerol and fatty acids. Lactic acid bacteria form lactic acid by breaking down starch and sugar. Bacteria also include clostridia, ureolytic bacteria, bacteroids [9, p. 26]. For the development of bacteria, the intake of starch, carbohydrates (disaccharides), minerals and vitamins is necessary. The total bacterial mass of the rumen of cattle is from 4 to 7 kg [6, p. 280].

The microflora of the gastrointestinal tract is responsible for the synthesis of vitamins B and K, glycogen, microbial lipids. Some bacteria, for example pigment bacteria, synthesize carotene. The microflora of the gastrointestinal tract creates antibiotics that suppress the development of pathogenic microorganisms. Microorganisms play an important role in the digestion of fiber and protein nutrition. When analyzing the nutritional value of protein in the diets of cows, degradable and non-degradable protein are considered. High consumption of breakdown protein can cause excessive accumulation of ammonia, which is converted to urea in the liver. Approximately 35–45 % of proteins contained in the diet should be in the indigestible form [3, p. 34].

According to the authors, highly productive animals have a special cicatricial microflora, amyolytic bacteroids are formed, leading to a decrease in pH. The growth of lactutilizing bacteria is inhibited. These conditions are most optimal for lactobacilli that produce lactic acid. The content of most microorganisms in the rumen changes during the day, which is associated with the processes of fermentation of the rumen, the formation of VFA and other components [10, p. 38].

The contents of the rumen contain from 200 to 1200 thousand/ml ciliates. The most widespread are representatives of the Spirotricha subclass. In the presence of a large number of ciliates in the rumen, enzymatic processes normally proceed. Large ciliates are highly sensitive to environmental changes, which first of all disappear under unfavorable conditions [11, p. 71]. They can function actively in a neutral or slightly alkaline environment. They have the ability to absorb starch grains from the liquid of the gastric contents [9, p. 26].

Ciliates absorb the non-protein nitrogen of the feed and convert it to the protein nitrogen of their own body, making it available for the digestion of ruminants. The duration of the breakdown of the starch is longer. VFAs created by ciliates have a high degree of bioavailability [9, p. 27].

Ciliates grind and loosen food, digest proteins, sugars, starch, synthesize amino acids [3, p. 30]. By the nature of nutrition, ciliates are divided into 3 types: herbivorous, starch-eating and carnivorous [9, p. 27].

When fasting for 3–4 days, ciliates almost completely disappear from the scar fluid. The use of starch, fiber, sugar, vegetable protein forms an environment in the rumen that has a beneficial effect on protozoa. Infusoria colonization of the proventriculus is carried out gradually [7, p. 169].

The proteins of ciliates are the most complete in comparison with the proteins of bacteria.

The rumen fluid may contain fungi (yeast, mold, etc.). They carry out the fermentation of sugars, the synthesis of amino acids, B vitamins, glycogen [9, p. 27].

The main factors influencing the cicatricial digestion of cows are the lack or excess of energy and protein nutrition. Lack of energy supply leads to low activity of the rumen microflora, it is difficult to assimilate the nutrient elements of the feed. An excess of energy supply leads to obesity and cardiovascular diseases [11, p. 72].

From the carbohydrates contained in the rumen, VFA – volatile fatty acids are formed, the main of which are acetic (55–70 %), propionic (15–20 %), butyric (10–15 %). The normal course of the process of cicatricial digestion is assessed by a certain amount of VFA. The total content of VFA in the rumen can be determined by the composition and quality of the feed, the level of fiber and starch. VFA synthesis decreases in diseases of the proventriculus [11, p. 71]. Individual acids are absorbed in the rumen at different rates, which are determined by the acid concentration and the pH reaction [1, p. 120]. The main source of milk fat are acetic and butyric acids, glucose-propionic acid. The increase in the content of propionic

acid in the rumen helps to improve the use of nitrogen, increases the amount of protein in milk. A decrease in the concentration of propionic acid leads to a decrease in liver glycogen and blood sugar [8, p. 396]. An increased amount of acetic and butyric acids in the rumen leads to ketosis [11, p. 71]. The body consumes acetic acid as a source of energy. According to the authors, butyric acid, in comparison with acetic acid, has a more effective effect on the scar. Butyric acid takes part in the synthesis of fatty acids by forming ketone bodies [14, p. 25]. The general increase in the content of volatile fatty acids in the rumen contributes to an increase in the milk production of cows [7, p. 169].

An intermediate product of the conversion of carbohydrates in the rumen is lactic acid. The content of lactic acid increases with the use of animal feed, which is distinguished by a significant amount of starch (cereal grain, root crops, tubers). With a high intake of lactic acid, the acid-base balance of the rumen shifts to the acidic side, possibly the occurrence of lactic acidosis [11, p. 72].

When animals consume a large amount of feed saturated with carbohydrates, the pH drops below 6. When the pH drops to 4–5, digestive upset may occur, and the content of ciliates in the rumen decreases. When cows eat large quantities of legumes, the pH will shift above 7.3. An alkaline reaction contributes to the suppression of the function of ciliates, the consequence is their death. Then putrefactive microflora develops, the ammonia content increases. The accumulation of ammonia characterizes the level of nitrogen consumption by the body of animals. Ammonia is absorbed into the bloodstream and can cause liver intoxication and degeneration. The level of ammonia can be influenced by the degree of fermentation reactions in the rumen, the consumption of ammonia by microorganisms and the degree of absorption into the blood [11, p. 71].

The increased total acidity of the contents of the rumen can be determined by the intensity of fermentation processes, the formation of acidic metabolites, represented by volatile fatty acids [1, p. 120].

Adequate feeding and quality of feed is a guarantee of animal health [4, p. 27]. With proper feeding, cicatricial metabolism improves and, consequently, the indicators of milk production of cows increase.

Basically, different researchers have considered the effect of types of feed and various feed additives on the intensity of the processes in the rumen. In addition to the usefulness and quality of feed, genetic factors, for example, a bull's line, can influence the indicators of cicatricial digestion, which has not been studied by other authors.

Breeding along lines is one of the main methods for improving the indicators of milk productivity of cows [5, p. 4164].

The components of milk productivity are more dependent on the course of physiological processes, digestion plays a significant role [12, p. 2107].

With the skillful use of breeding along the lines, it is possible to eliminate certain disadvantages [15, p. 242]. The number of lines in the breed, the qualitative composi-

tion characterize the genetic diversity of the broodstock of a herd of cattle [16, p. 167].

The aim of this work is to investigate the relationship between indicators of cicatricial digestion and linearity of cows.

Methods

The study was carried out on the livestock of Holsteinized black-and-white Ural type cows in 2 breeding enterprises of the Sverdlovsk region.

For the tests, animals were preliminarily formed into groups (10 animals each), taking into account the physiological state, lactation, live weight, linearity (Reflection Sovering 198998, Vis Back Ideal 1013415, Montwick Chieftain 95679).

The animals were fed in accordance with the accepted diets of the breeding enterprises, taking into account the feeding norms of cattle. All cows during the study were in the same conditions of feeding and housing. Feeding is two times a day. The system of keeping the stall, the method – tethered.

For sampling the contents of the rumen, an oropharyngeal probe, which was a rubber tube, was used. A wooden yawner was used for sounding. The end of the probe was inserted into the root of the tongue and pushed forward, causing swallowing. The contents of the scar flowed out by gravity. Samples were filtered and preserved with 10% formalin solution. The components of the cicatricial content were assessed in an accredited interregional veterinary laboratory in Chelyabinsk.

The pH was assessed by the electrometric method, VFA – in the Markgam apparatus, ammonia – by the microdiffusion method. Ciliates were identified in a Goryaev chamber and under a microscope. The bacteria were counted under a microscope with the addition of sodium chloride solution.

The digital material was processed using the methods of variation statistics using Microsoft Excel.

Results

There was made a comparative analysis of the bacteria and ciliates contained in the rumen of cows of different linearity (Fig. 1, 2).

In terms of the content of bacteria in the rumen, the best were animals of the Montwick Chieftain lineage – 11.3 ± 0.1 billion/ml, which surpassed the Vis Back Ideal cows by 5.3% ($P < 0.05$), the Reflection Sovering line – by 3.5 %.

In terms of the number of ciliates in the cicatricial content, the Montwick Chieftain cows had an advantage – 639.1 ± 14.1 billion/ml, having a significant superiority over the Vis Back Ideal animals – 11.7 % at $P < 0.05$. The value of this indicator for cows of the Reflection Sovering line took an intermediate position with an insignificant intergroup difference.

An increase in the content of bacteria and ciliates in the rumen of Montwick Chieftain cows may indicate a better course of digestive processes, which is confirmed by rather high indicators of milk productivity (milk yield in 305 days of lactation was 6708 kg, protein content – 3.12 kg). And the productivity of cattle can be determined

by the availability of exchangeable protein, which is formed by the entry of microbial protein into the intestine. The intake of protein in the body of cows is carried out not only with feed, but also due to the microbial protein of the rumen.

Intergroup differences in pH, ammonia, volatile fatty acids are presented in the table 1.

The hydrogen index is interrelated with the intensity of carbohydrate metabolism and is determined by the composition of the diet, acid balance in the body. Healthy cows have a pH between 6.2 and 7.2. With a concentrate type of feeding, the reaction of the cicatricial content can

decrease to 5; with the predominance of roughage in the diet, the pH rises (more than 7.5) [13, p. 400].

The pH value of the rumen is determined by the balance between fermentation acids, their absorption and neutralization [9, p. 60].

The pH value was 6.4–6.8. A lower pH value of -6.4 ± 0.03 was found in the cicatricial contents of Vis Back Ideal cows, which is 5.9 % lower ($P < 0.05$) compared to Reflection Sovering animals. A pH value of 6.4 indicates a more acidic valence in the rumen fluid and can be determined by an increase in volatile fatty acids in the rumen.

Bacterial content, billion/ml



Fig. 1. The number of bacteria in the scar fluid of cows of three lines

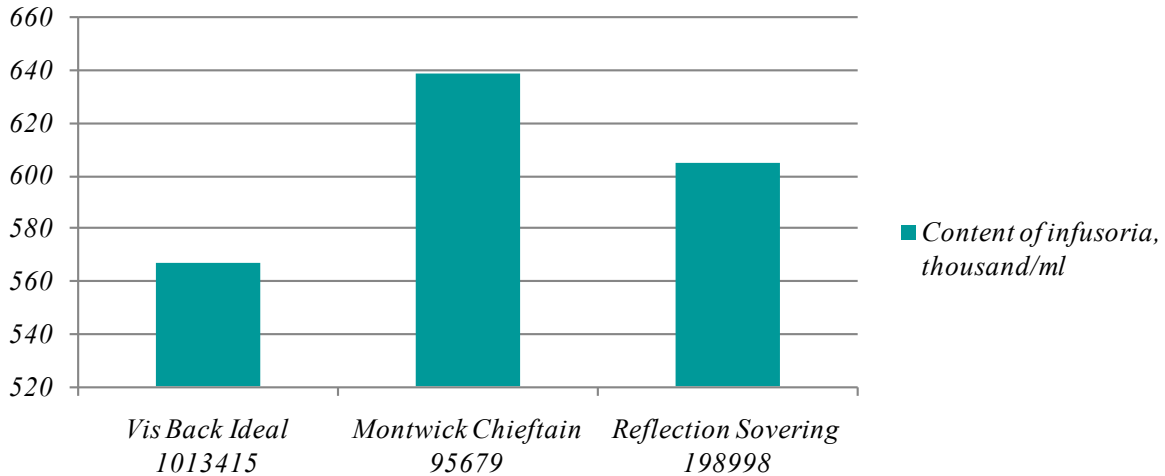


Fig. 2. The content of infusoria in the scar fluid of cows of different lines

Table 1
Indicators of scar digestion of cows of different lines

Indicator	Linear affiliation		
	Vis Back Ideal 1013415, n = 10	Montwick Chieftain 95679, n = 10	Reflection Sovering 198998, n = 10
pH value	6.4 ± 0.03	6.7 ± 0.04	$6.8 \pm 0.02^*$
Ammonia content, mg%	10.1 ± 0.03	10.3 ± 0.1	10.3 ± 0.02
Content of volatile fatty acids, mmol/l	$97.0 \pm 1.2^*$	91.4 ± 1.0	91.0 ± 1.4

Note. * $P < 0.05$.

Part of the protein that feeds cows is broken down to form amino acids and ammonia. The ammonia content in the rumen of the experimental animals was in the range of 10.1–10.3 mg%, the difference between the groups was insignificant.

Carbohydrate metabolism of animals is determined by the amount of volatile fatty acids, the ratio of which is determined by the amount of nutrients, which are a favorable environment for the development of microorganisms. Cows of the Vis Back Ideal line had an advantage in the content of VFA – 97.0 ± 1.2 mmol/l, which significantly exceeded the peers of the Reflection Sovering line by 6.2 % ($P < 0.05$). An intermediate position in terms of the VFA content in the rumen – 91.4 ± 1.0 mmol/l was found in the animals of the Montwick Chieftain line. The best indicator of VFA in the rumen fluid of cows of the Vis Back Ideal lineage can be associated with a high yield of milk fat and protein in the milk of cows of this group.

Discussion and Conclusion

The best indicators of cicatricial metabolism were observed in animals of the Vis Back Ideal 1013415 and Montwick Chieftain 95679 lines. The cicatricial contents of the Montwick Chieftain animals contained a higher number of bacteria and ciliates, affecting the improvement of digestion and activation of enzymatic processes that convert feed protein into protein of microbial ori-

gin, regulating synthesis milk proteins by the mammary gland. When analyzing the indicators of milk productivity of cows, carried out in previous studies, it was the animals of the Montwick Chieftain line that had the advantage in terms of the protein content in milk.

The Vis Back Ideal cows were the best in terms of the content of volatile fatty acids, ammonia and pH of the reaction of the environment. VFAs affect the formation of milk fat (acetic acid) and protein (propionic acid). The highest yield of milk fat and protein in milk was found in animals of the Vis Back Ideal lineage. Protein digested in the rumen is broken down into amino acids and ammonia. The acidity in the rumen can be controlled with the correct ratio of nitrogen sources. Due to the production of acetate and butyrate, the production of milk fat by animals is increased. The highest yield of milk fat is found in the milk of cows of the Vis Back Ideal line.

The advantages of Vis Back Ideal and Montwick Chieftain animal lines in terms of cicatricial digestion may also be related to the correct functioning of the rumen.

Thus, the cows of each line had different components of cicatricial digestion. Cicatricial metabolism is interrelated with indicators of milk production of cows. Animals of all three lines of bulls have different milk yields, butterfat and protein milk yields, milk fat and protein yields.

References

1. Bogolyubova N. V., Zaytsev V. V., Shalamova S. A. Sposob regulyatsii rubtsovogo pishchevareniya u molochnykh korov [Methods of dairy cows rumen digestion regulation] // Journal of NIIMZH. 2019. No. 4 (36). Pp. 118–122. (In Russian.)
2. Bogolyubova N. V., Zaytsev V. V., Shalamova S. A., Gizatullin O. Sh., Seitov M. S. Regulyatsiya rubtsovogo pishchevareniya u molochnykh korov // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 6 (80). Pp. 214–216. (In Russian.)
3. Vafin I. T. Vliyanie na organizm vysokoproduktivnykh korov i kachestvo moloka mineral'no-probioticheskikh konsentratov napravlenogo deystviya: dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.05 [Effects on the body of highly productive cows and the quality of milk of mineral-probiotic concentrates directed action: dis. ... candidate of biological sciences: 06.02.05]. Kazan, 2020. 125 p. (In Russian.)
4. Gorelik O. V., Dolmatova I. A., Gorelik A. S., Gorelik V. S. The effectiveness of dietary supplements Ferrourtikavit usage for the dairy cows // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Vol. 2. No. 2. Pp. 27–33.
5. Donnik I. M., Loretts O. G., Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017. Vol. 4. No. 11. Pp. 4163–4169.
6. Ivanov A. A., Voynova O. A., Ksenofontov D. A., Polyakova E. P. Sravnitel'naya fiziologiya zhivotnykh: uchebnik [Comparative animal physiology: textbook]. 2nd ed., revised. Saint Petersburg: Izdatel'skiy dom "Lan", 2021. 416 p. (In Russian.)
7. Kalyuzhnyy I. I., Ubirayev S. P., Shcherbakov G. G., Yashin A. V., Gertman A. M., Elenschleger A. A., Rykhlov A. S. Kliniko-biohimicheskie aspekty kislotno-osnovnogo gomeostaza i ih znachenie v patologii produktivnykh zhivotnykh: monografiya [Clinical and biochemical aspects of acid-base homeostasis and their significance in the pathology of productive animals: monograph]. Saint Petersburg: Izdatel'skiy dom "Lan", 2019. 191 p. (In Russian.)
8. Kalyuzhnyy I. I., Shcherbakov G. G., Yashin A. V., Barinov N. D., Derezhina T. N. Klinicheskaya gastroenterologiya zhivotnykh: uchebnik [Clinical gastroenterology of animals: textbook]. 2nd ed., revised. Saint Petersburg: Izdatel'skiy dom "Lan", 2021. 448 p. (In Russian.)
9. Kosolapov A. V. Effektivnost' ispol'zovaniya polisakharidov v kormlenii vysokoproduktivnykh korov; dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.02.08 [The effectiveness of the use of polysaccharides in the feeding of highly productive cows: dis. ...candidate of agricultural sciences: 06.02.08]. Moscow, 2017. 130 p. (In Russian.)
10. Laptev G., Il'ina L., Soldatova V. Mikrobiom rubtsa zhvachnykh: sovremennye predstavleniya [Microbiome of ruminants' rumen: modern concepts] // Dairy cattle breeding. 2018. No. 10. Pp. 38–41. (In Russian.)

11. Lobkov V. Yu., Frolov A. I. Tehnologiya vyrashchivaniya krupnogo rogatogo skota: monografiya [Technology of cattle breeding: monograph]. Yaroslavl: Izd-vo Yaroslavskaia GSKhA. 2016. 182 p. (In Russian.)
12. Mikolaychik I. N., Morozova L. A., Chumakov V. G., Abileva G. U., Lorets O. G., Bykova O. A. Productive indicators and physiological and biochemical status of dairy cows received biotechnological additives // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10. No. 1. Pp. 2106–2116.
13. Nevedomskiy V. V., Agafonova E. G., Osokin N. A., Skvortsova N. I. Otsenka rubtsovogo pishchevareniya u korov [Assessment of scar digestion in cows] // Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statey po itogam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saratov, 2019. Pp. 399–403. (In Russian.)
14. Razumovskiy N., Smuney V. Stanovlenie rubtsovogo pishchevareniya. Uskorennoe razvitie rubtsa: pol'za ili vred? [Formation of cicatricial digestion. Accelerated scar development: benefit or harm?] // Animal Husbandry of Russia. 2018. No. 2. Pp. 25–27. (In Russian.)
15. Randelin A. V., Kaidulina A. A., Barmina T. N., Surkova S. A. Molochnaya produktivnost' korov datskoy selektsii raznoy lineynoy prinadlezhnosti [Dairy productivity of Danish-bred cows of different linear affiliation] // Proceedings of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education. 2018. No. 2 (50). Pp. 207–212. (In Russian.)
16. Rasputina O. V., Vlasov A. P. Sistema organov pishchevareniya: uchebnik [Digestive system: textbook]. Novosibirsk: ITs NGAU "Zolotoy Kolos", 2019. 118 p. (In Russian.)
17. Rodionov G. V., Tabakova L. P., Ostroukhova V. I. Tehnologiya proizvodstva moloka: uchebnik dlya vuzov [production technology: textbook for universities]. Saint Petersburg: Izdatel'skiy dom "Lan", 2021. 236 p. (In Russian.)
18. Savinkov A. V., Meshkov V. M. Patologicheskaya fiziologiya: uchebnik [Pathological physiology: textbook]. Kinel: RIO SGSHA, 2018. 188 p. (In Russian.)
19. Temiraev V. Kh., Temiraev R. B., Kokaeva M. G., Baeva Z. T., Kalabekov A. L. Potrebitel'skie kachestva moloka i molochnykh produktov, osobennosti obmena veshchestv korov pri skarmlivanii antioksidantov i adsorbentov: monografiya [Consumer qualities of milk and dairy products, peculiarities of cows' metabolism when feeding antioxidants and adsorbents: monograph]. Vladikavkaz: Izdatel'skiy dom Gorskogo GAU, 2018. 176 p. (In Russian.)
20. Filinskaya O. V., Zhukina D. M. Molochnaya produktivnost' korov yaroslavskoy porody v zavisimosti ot lineynoy prinadlezhnosti [Dairy productivity of Yaroslavl breed cows depending on the linearity] // Povyshenie urovnya i kachestva biogennoy potentsiala v zhivotnovodstve: sbornik nauchnykh trudov po materialam IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Yaroslavl, 2018. Pp. 166–170. (In Russian.)

Authors' information:

Eva V. Razhina¹, senior lecturer of the department of biotechnology and food products,
ORCID 0000-0002-6305-1783, AuthorID 675731; +7 982 739-63-51, eva.mats@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Тенденции в растениеводстве как фактор обеспечения продовольственной безопасности Пермского края

Л. В. Шалаева¹✉

¹Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

✉E-mail: shalaewa2013@yandex.ru

Аннотация. Цель. Оценка основных тенденций деятельности сельхозтоваропроизводителей в растениеводстве проведена с целью обоснования возможностей Пермского края по самообеспечению основными видами продовольственных ресурсов при наличии неблагоприятного влияния природно-климатических условий. **Методы.** Проведен статистический анализ с применением методов группировки и сравнения по материалам официальной статистики Пермского края за 2016–2020 годы. **Результаты.** В соответствии с социальной и географической спецификой Пермского края, на территории которого преобладает сельская местность, наибольший объем продукции растениеводства произведен в хозяйствах населения (до 58 %), деятельность которых отличается наименьшим уровнем стабильности и более подвержена негативному влиянию природно-климатических условий. Более стабильной является деятельность сельскохозяйственных организаций (доля до 36 %) и фермерских хозяйств (доля до 8 %). Более высокий уровень зависимости от природно-климатических условий выявлен в сфере производства картофеля, меньший – в сфере производства зерна и овощей защищенного грунта. Риск усиливает тот факт, что до 70 % натурального объема картофеля и более 80 % овощей производят в хозяйствах населения. При снижении общей посевной площади на 1,2 % наблюдается снижение площади посева картофеля на 15 % и овощей на 6 %. Выявленные тенденции позволили обозначить риск снижения уровня продовольственного самообеспечения Пермского края картофелем и овощами. Необеспеченность внутреннего потребления картофеля в Пермском крае составляет по предварительным данным 2020 г. 13 %. Наличие риска выявлено также по овощам, внутреннее потребление региона обеспечено овощной продукцией собственного производства в среднем за период исследования на 56 %. Полученные результаты позволяют обозначить направления оптимизации стратегии Пермского края в решении проблем продовольственного самообеспечения. **Научная новизна.** Дана оценка динамики факторов производства продукции растениеводства (структура, урожайность, посевные площади, интенсификация) с учетом социальной, географической, природно-климатической специфики Пермского края через призму влияния на региональный продовольственный баланс и уровень самообеспеченности региона картофелем и овощами.

Ключевые слова: растениеводство, тенденции, урожайность, посевные площади, интенсификация, продовольственные ресурсы, продовольственная безопасность.

Для цитирования: Шалаева Л. В. Тенденции в растениеводстве как фактор обеспечения продовольственной безопасности Пермского края // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 81–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-81-92.

Дата поступления статьи: 10.08.2021, **дата рецензирования:** 16.08.2021, **дата принятия:** 03.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Актуальность темы исследования определена глобальным характером проблемы продовольственной безопасности, в решении которой немалая роль отводится растениеводству. Роль эффективного растениеводства в решении проблем продовольственного самообеспечения страны в целом и отдельных ее регионов как источника незаменимых продовольственных ресурсов еще более заметна в условиях санкционной экономики. Тенденции в растениеводстве являются существенным фактором, определяющим уровень эффективности решения проблем

продовольственной безопасности. Целью исследования является выявление основных тенденций в растениеводстве Пермского края и обозначение их влияния на уровень продовольственной безопасности региона. Основные задачи исследования сводятся к оценке влияния динамики факторов производства продукции растениеводства с учетом региональных географических, социальных, природно-климатических условий на уровень продовольственного самообеспечения Пермского края, в частности, обеспечения личного и внутреннего потребления картофеля и овощей.

Методология и методы исследования (Methods)

Мировой спрос и потребление сельскохозяйственных культур для производства продуктов питания, кормов и топлива растет быстрыми темпами, удовлетворение которого возможно за счет увеличения производственных площадей и повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий [1]. Глобальная продовольственная безопасность будет оставаться предметом озабоченности всего мира в ближайшие 50 лет и далее. В последнее время урожайность во многих областях упала из-за сокращения инвестиций в исследования и инфраструктуру. Продовольственная безопасность в развивающихся странах может быть существенно улучшена за счет увеличения инвестиций и политических реформ [2].

Тенденции изменчивости урожайности (замедление роста урожайности, увеличение изменчивости урожайности в результате изменения климата) влияют на продовольственную безопасность, которая может оказаться под угрозой в Восточной Европе, Центральной Азии, на Ближнем Востоке и в Северной Африке [3]. В целях поддержания роста урожайности необходимо лучше управлять питательными веществами и водой, согласовывать сорта сельскохозяйственных культур с распределением солнечной радиации и температуры в разных регионах и повышать устойчивость сельскохозяйственных культур к биотическим и абиотическим стрессам [4].

Проблемы продовольственной безопасности России, продовольственного самообеспечения отдельного региона длительный период времени являются предметом научной дискуссии. Д. С. Самыгин [5], рассматривая проблемы методологии правового обеспечения стратегического планирования в сфере продовольственной безопасности страны, обозначил логическую связь доктрины продовольственной безопасности и программы устойчивого развития сельского хозяйства. Э. А. Климентова, А. А. Дубовицкий [6], затрагивая проблемы продовольственной безопасности региона, выявили риски реализации программы устойчивого развития сельского хозяйства, причиной которых являются в том числе и размытость самой программы, отсутствие критериев оценки результатов.

В условиях снижения численности сельскохозяйственных организаций И. А. Серобаба [7] обозначил взаимозависимость двух проблем – банкротства сельскохозяйственных организаций и обеспечения продовольственной безопасности – и предложил через специальные процедуры профилактики банкротства сельскохозяйственных организаций обеспечить решение двух взаимосвязанных проблем.

С. В. Киселев, А. С. Строков, М. Д. Жорова, А. Ю. Белугин [8] оценили последствия санкций 2014 г. для сельского хозяйства и продовольственного рынка России, выявили предпосылки изменений на рынке импортной продукции. Ц. С. Дондоков, О. А. Липич [9], рассматривая проблемы продовольственной безопасности региона и РФ в целом

с правовой точки зрения, видят решение проблем в развитии потребительской кооперации.

И. А. Шипулина, А. С. Боровков [10], рассматривая налогообложение в качестве финансового инструмента, способного существенно влиять на экономику сельского хозяйства, обозначили проблемы негативного влияния высокого уровня налоговой нагрузки на финансовые результаты деятельности сельскохозяйственных организаций и эффективность отрасли в целом. А. Боговиз, С. Шкодинский, Е. Кондратьева, С. Лобова, А. Базанова [11], рассматривая в качестве факторов роста эффективности сельского хозяйства процессы финансирования и налогообложения, обозначили проблемы и направления укрепления финансового положения сельскохозяйственных товаропроизводителей при помощи системы налоговых льгот. И. В. Орбинская [12], [13] исследует проблемы развития практики применения налоговых инструментов для обеспечения эффективности и устойчивости АПК путем их детализации с учетом отраслевой специфики.

Л. А. Чеснокова, Н. И. Яшина [14], оценив уровень налоговой нагрузки на сельскохозяйственные предприятия по регионам РФ, считают, что при высоком уровне налоговой нагрузки и низком уровне рентабельности многие сельскохозяйственные организации выживают за счет средств бюджетного финансирования. При этом Ю. П. Бондаренко [15], исследуя вопросы государственного субсидирования сельского хозяйства как фактора роста интенсификации аграрного бизнеса, выявил признаки низкой эффективности данного процесса.

Для повышения эффективности аграрного бизнеса и решения проблем продовольственной безопасности ученые обозначили разные направления. В. О. Канчуков [16] считает, что инновационные технологии, реализация эккаунтинг-менеджмента, государственные гранты могут стать стимулятором роста эффективности отрасли. Л. Х. Боташева, С. С. Фешина, Д. Ф. Ализада, Н. Е. Рыженкова [17] обозначили направления решения проблем обеспечения эффективности и экономической безопасности предприятий АПК через систему риск-ориентированного управления ресурсами, Т. А. Белугина, С. К. Сеитов [18] – необходимость повышения участия государства в управлении сельским хозяйством.

На уровень эффективности производства продукции растениеводства существенное влияние оказывают региональные агроклиматические условия. Исследования А. С. Щербаковой [19] посвящены оценке влияния агроклиматических условий на уровень эффективности производства продукции растениеводства в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях. М. С. Оборин [20], [21] поднимает актуальные проблемы «развития сельскохозяйственного производства в регионах со сложными природно-климатическими условиями», негативное влияние которых могут снизить инновационные

технологии, «системная государственная поддержка и стратегическое сотрудничество с соседними регионами», «субсидирование, страхование, целевые программы, адресная помощь», «финансирование инновационного процесса, внедрение цифровых технологий в производственный и управленческий циклы, развитие кадрового потенциала».

Экономико-статистический анализ проведен по официальным данным Федеральной службы государственной статистики Пермского края за 2016–2020 годы [22].

Результаты (Results)

Сравнительная оценка динамики производства продукции растениеводства представлена в таблице 1.

Несмотря на наличие высокого уровня нестабильности в растениеводстве Пермского края, имеет место положительная динамика показателей. По предварительным итогам 2020 г., объем производства продукции растениеводства вырос по сравнению с 2019 г. на 3195,3 млн руб., или на 24,84 %. В растениеводстве отмечена опережающая динамика, превышение среднего темпа роста в целом по сельскому хозяйству в 2020 г. составило 18,15 %. За период исследования наблюдается рост удельного веса продукции растениеводства на 3,5 пп. Но данная ситуация чаще является исключением по причине наличия влияния неблагоприятных природно-климатических условий на результаты деятельности в растениеводстве Пермского края. В 2019 г. в результате продолжительных дождей урожай не был убран на площади 68 тыс. га.

Для более точной оценки тенденций в растениеводстве важно учесть результаты деятельности по отдельным категориям хозяйств (таблица 2).

Объем производства продукции растениеводства по всем категориям хозяйств имеет положительную динамику. Наиболее существенный прирост отмечен в 2020 г. По предварительным данным 2020 г., уровень 2019 г. превышен по сельскохозяйственным

организациям на 1460,5 млн руб. (33,23 %), по хозяйствам населения – на 1487,7 млн руб. (19,89 %), по фермерским хозяйствам – на 247,3 млн руб. (25,03 %).

Темп роста производства продукции растениеводства является критерием оценки результативности субъектов агробизнеса. Большим уровнем стабильности отличается деятельность фермерских хозяйств, за исключением 2019 г., наименьшим уровнем – деятельность хозяйств населения.

За период исследования наибольший объем продукции растениеводства произведен в хозяйствах населения (в среднем 58,34 %), что соответствует специфике Пермского края, где преобладает сельская местность. При этом имеет место снижение доли производства продукции растениеводства в хозяйствах населения до 55,84 % при увеличении доли производства в сельскохозяйственных организациях до 36,47 %, по предварительным данным 2020 г. Доля производства продукции растениеводства в фермерских хозяйствах существенно не меняется и составляет 7–8 %.

Тенденции в сфере производства продукции растениеводства являются фактором, способным оказать прямое существенное влияние на уровень продовольственного самообеспечения Пермского края по таким важным видам продовольственных ресурсов, как зерно, картофель, овощи. Динамика натуральных объемов производства зерна, картофеля, овощей представлена в таблице 3.

Пермский край находится в зоне рискованного земледелия, более подвержен негативному влиянию природно-климатических условий, что определяет высокий уровень нестабильности в растениеводстве. По итогам 2016, 2019 гг. отрицательные тенденции наблюдаются по всем видам продукции. Наиболее благоприятный период – 2018, 2020 гг. Максимальный натуральный объем производства продукции достигнут в 2018 г., показатели 2020 г. ниже максимального уровня 2018 г.: по зерну – на 14,5 тыс. т (4 %), по картофелю – на 14,2 тыс. т (5 %), по овощам – на 6,6 тыс. т (4,5 %).

Таблица 1
Динамика производства продукции растениеводства

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.*
Объем производства продукции растениеводства, млн руб.	12 539	12 923	14 680	12 861	16 056,3
Темп роста, %	97,88	103,06	113,60	87,61	124,84
Отклонение от темпа роста в целом по сельскому хозяйству, %	-0,69	-0,71	+7,27	-10,23	+18,15
Доля продукции растениеводства, %	31,31	31,09	33,22	29,75	34,81

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

* Предварительные данные.

Table 1
Dynamics of crop production

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020*
The volume of crop production, million rubles	12539	12923	14680	12861	16056.3
Growth rate, %	97.88	103.06	113.60	87.61	124.84
Deviation from the growth rate in agriculture as a whole, %	-0.69	-0.71	+7.27	-10.23	+18.15
Share of crop production, %	31.31	31.09	33.22	29.75	34.81

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

* Preliminary data.

Таблица 2

Структура производства продукции растениеводства по категориям хозяйств

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.*
Объем производства продукции растениеводства, млн руб.					
В сельскохозяйственных организациях	3613,1	4803,3	4906,2	4394,6	5855,1
В хозяйствах населения	8010,0	7051,7	8700,0	7478,1	8965,8
В КФХ и ИП	916,4	1067,6	1074,3	988,2	1235,5
Темп роста, %					
В сельскохозяйственных организациях	84,30	132,94	102,14	89,57	133,23
В хозяйствах населения	103,63	88,04	123,37	85,96	119,89
В КФХ и ИП	115,13	116,50	100,63	91,99	125,03
Доля производства продукции растениеводства, %					
В сельскохозяйственных организациях	28,81	37,17	33,42	34,17	36,47
В хозяйствах населения	63,88	54,57	59,26	58,15	55,84
В КФХ и ИП	7,31	8,26	7,32	7,68	7,69

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].
* Предварительные данные.

ЭКОНОМИКА

Table 2

Structure of crop production by category of farms

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020*
The volume of production of crop production, million rubles					
In agricultural organizations	3613.1	4803.3	4906.2	4394.6	5855.1
In households of the population	8010.0	7051.7	8700.0	7478.1	8965.8
In farms and sole proprietors	916.4	1067.6	1074.3	988.2	1235.5
Growth rate, %					
In agricultural organizations	84.30	132.94	102.14	89.57	133.23
In households of the population	103.63	88.04	123.37	85.96	119.89
In farms and sole proprietors	115.13	116.50	100.63	91.99	125.03
The share of crop production, %					
In agricultural organizations	28.81	37.17	33.42	34.17	36.47
In households of the population	63.88	54.57	59.26	58.15	55.84
In farms and sole proprietors	7.31	8.26	7.32	7.68	7.69

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].
* Preliminary data.

Таблица 3

Динамика натуральных объемов производства зерна, картофеля, овощей

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Зерно, тыс. т	246,9	354,1	371,2	299,8	356,7
Темп роста, %	81,32	143,42	104,83	80,76	118,98
Картофель, тыс. т	264,0	201,9	276,0	239,5	261,8
Темп роста, %	87,42	76,48	136,70	86,77	109,31
Овощи, тыс. т	136,1	138,1	147,0	137,4	140,4
Темп роста, %	99,27	101,47	106,44	93,47	102,18

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

Table 3

Dynamics of natural production volumes of grain, potatoes, vegetables

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020
Grain, thousand tons	246.9	354.1	371.2	299.8	356.7
Growth rate, %	81.32	143.42	104.83	80.76	118.98
Potatoes, thousand tons	264.0	201.9	276.0	239.5	261.8
Growth rate, %	87.42	76.48	136.70	86.77	109.31
Vegetables, thousand tons	136.1	138.1	147.0	137.4	140.4
Growth rate, %	99.27	101.47	106.44	93.47	102.18

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

Динамика натуральных объемов производства зерна, картофеля, овощей по категориям хозяйств Пермского края

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Производство зерна					
В сельскохозяйственных организациях, тыс. тонн	223,00	313,90	332,60	263,30	317,40
Доля, %	90,32	88,65	89,60	87,83	88,98
В хозяйствах населения, тыс. тонн	1,30	1,60	1,50	1,20	1,20
Доля, %	0,53	0,45	0,40	0,40	0,34
В КФХ и ИП, тыс. тонн	22,60	38,70	37,10	35,30	38,20
Доля, %	9,15	10,93	9,99	11,77	10,71
Производство картофеля					
В сельскохозяйственных организациях, тыс. тонн	32,90	30,50	46,60	33,60	44,60
Доля, %	12,46	15,11	16,88	14,03	17,04
В хозяйствах населения, тыс. тонн	208,20	155,80	195,40	177,10	182,10
Доля, %	78,86	77,17	70,80	73,95	69,56
В КФХ и ИП, тыс. тонн	22,90	15,60	34,00	28,90	35,10
Доля, %	8,67	7,73	12,32	12,07	13,41
Производство овощей					
В сельскохозяйственных организациях, тыс. тонн	10,80	11,70	11,70	9,70	10,60
Доля, %	7,94	8,47	7,96	7,06	7,55
В хозяйствах населения, тыс. тонн	114,10	111,60	119,90	110,40	115,50
Доля, %	83,84	80,81	81,56	80,35	82,26
В КФХ и ИП, тыс. тонн	11,30	14,80	15,40	17,30	14,30
Доля, %	8,30	10,72	10,48	12,59	10,19

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

Table 4

Dynamics of natural production volumes of grain, potatoes, vegetables by categories of farms of Perm Region

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020
Grain production					
In agricultural organizations, thousand tons	223.00	313.90	332.60	263.30	317.40
Share, %	90.32	88.65	89.60	87.83	88.98
In households of the population, thousand tons	1.30	1.60	1.50	1.20	1.20
Share, %	0.53	0.45	0.40	0.40	0.34
In farms and sole proprietors, thousand tons	22.60	38.70	37.10	35.30	38.20
Share, %	9.15	10.93	9.99	11.77	10.71
Potato production					
In agricultural organizations, thousand tons	32.90	30.50	46.60	33.60	44.60
Share, %	12.46	15.11	16.88	14.03	17.04
In households of the population, thousand tons	208.20	155.80	195.40	177.10	182.10
Share, %	78.86	77.17	70.80	73.95	69.56
In farms and sole proprietors, thousand tons	22.90	15.60	34.00	28.90	35.10
Share, %	8.67	7.73	12.32	12.07	13.41
Vegetable production					
In agricultural organizations, thousand tons	10.80	11.70	11.70	9.70	10.60
Share, %	7.94	8.47	7.96	7.06	7.55
In households of the population, thousand tons	114.10	111.60	119.90	110.40	115.50
Share, %	83.84	80.81	81.56	80.35	82.26
In farms and sole proprietors, thousand tons	11.30	14.80	15.40	17.30	14.30
Share, %	8.30	10.72	10.48	12.59	10.19

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

Более стабильными являются производство зерна и овощеводство за счет защищенной части, менее стабильным – производство картофеля по причине более высокой зависимости от природно-климатических условий Пермского края.

Динамика натуральных объемов производства зерна, картофеля, овощей по категориям хозяйств представлена в таблице 4.

По данным 2020 г. имеет место существенный прирост по объему производства зерна в сельскохозяйственных организациях: относительно 2019 г. – 54,1 тыс. тонн, или 20,55 %. Почти 90 % натурального объема зерна произведено в сельскохозяйственных организациях, 10 % – в фермерских хозяйствах и хозяйствах населения.

До 70 % натурального объема картофеля производят в хозяйствах населения, 17 % – в сельскохозяйственных организациях, 13 % – в фермерских хозяйствах. Более 80 % овощей произведено в хозяйствах населения, 7–8 % – в сельскохозяйственных организациях и свыше 10 % – в фермерских хозяйствах.

Натуральный объем производства продукции растениеводства формируется под прямым воздействием двух основных факторов: посевной площади и урожайности (таблица 5).

Нестабильность показателей урожайности имеет место по всем позициям, но в целом за период исследования выявлена положительная динамика. В 2020 г. урожайность выросла по сравнению с 2019 г. по всем представленным культурам. В це-

лом за период исследования существенный рост урожайности произошел по зерновым культурам (+3,6 ц/га, или 30,5 %), в том числе по пшенице (+4,8 ц/га, или 45,3 %); по картофелю (+18,2 ц/га, или 14,7 %); по овощам (+16,1 ц/га, или 5,9 %).

Динамика и структура посевных площадей представлены в таблице 6.

За 2016–2020 гг. при снижении общей посевной площади на 8,9 тыс. га (1,2 %) наблюдается снижение площади посева зерновых культур (–16,4 тыс. га, или –6,63 %), картофеля (–3,4 тыс. га, или –15,53 %), овощей (–0,3 тыс. га, или –5,88 %).

В структуре посевных площадей пермского края существенных изменений не произошло. Доля посева зерновых и зернобобовых культур снизилась от-

носительно уровня 2016 г. на 1,84 пп, картофеля – на 0,43 пп, овощей – на 0,04 пп. Причиной является преобладающее развитие животноводства в Пермском крае и смещение акцента на выращивание кормовых культур.

По данным Пермстата, «под урожай 2021 года в хозяйствах всех категорий, по предварительным данным, озимые и яровые культуры посеяны на площади 711,2 тыс. га, что на 17,9 тыс. га меньше (на 2,5 %), чем в прошлом году. Посевы зерновых и зернобобовых культур увеличились по сравнению с предыдущим годом на 6,9 тыс. га (на 3,0 %), из них пшеницы – на 9,2 тыс. га (на 9,6%). Посевы картофеля сократились на 1,2 тыс. га (на 6,2 %); овощей – на 0,4 тыс. га (на 8,4 %)» [18].

Таблица 5
Показатели урожайности зерновых культур, картофеля и овощей

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Зерновые и зернобобовые, ц/га	11,8	15,2	15,8	14,7	15,4
Темп роста, %	85,5	128,8	103,9	93,0	104,8
Пшеница, ц/га	10,6	14,7	15,4	13,6	15,4
Темп роста, %	79,7	138,7	104,8	88,3	113,2
Картофель, ц/га	123,5	106,3	140,3	131,5	141,7
Темп роста, %	95,2	86,1	132,0	93,7	107,8
Овощи, ц/га	274,5	292,8	308,0	284,9	290,6
Темп роста, %	101,6	106,7	105,2	92,5	102,0

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

Table 5
Indicators of grain crop yield, potatoes and vegetables

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020
Cereals and legumes, c/ha	11.8	15.2	15.8	14.7	15.4
Growth rate, %	85.5	128.8	103.9	93.04	104.8
Wheat, c/ha	10.6	14.7	15.4	13.6	15.4
Growth rate, %	79.7	138.7	104.8	88.31	113.2
Potatoes, c/ha	123.5	106.3	140.3	131.5	141.7
Growth rate, %	95.2	86.1	132.0	93.73	107.8
Vegetables, c/ha	274.5	292.8	308.0	284.9	290.6
Growth rate, %	101.6	106.7	105.2	92.5	102.0

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

Таблица 6
Динамика и структура посевных площадей

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Посевная площадь, всего, тыс. га	742,2	753,6	754,5	739,5	733,3
Зерновые и зернобобовые культуры, тыс. га	247,5	250,4	236,9	231,0	231,1
Темп роста, %	99,60	101,17	94,61	97,51	100,0
Удельный вес, %	33,35	33,23	31,40	31,24	31,51
Картофель, тыс. га	21,9	19,9	19,7	19,5	18,5
Темп роста, %	89,02	90,87	98,99	98,98	94,87
Удельный вес, %	2,95	2,64	2,61	2,64	2,52
Овощи, тыс. га	5,1	4,9	4,9	5,2	4,8
Темп роста, %	94,44	96,08	100,0	106,12	92,31
Удельный вес, %	0,69	0,65	0,65	0,70	0,65

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

Table 6
Dynamics and structure of sown areas

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020
Acreage, total, thousand hectares	742.2	753.6	754.5	739.5	733.3
Grain and leguminous crops, thousand hectares	247.5	250.4	236.9	231.0	231.1
Growth rate, %	99.60	101.17	94.61	97.51	100.0
Specific gravity, %	33.35	33.23	31.40	31.24	31.51
Potatoes, thousand hectares	21.9	19.9	19.7	19.5	18.5
Growth rate, %	89.02	90.87	98.99	98.98	94.87
Specific gravity, %	2.95	2.64	2.61	2.64	2.52
Vegetables, thousand hectares	5.1	4.9	4.9	5.2	4.8
Growth rate, %	94.44	96.08	100.0	106.12	92.31
Specific gravity, %	0.69	0.65	0.65	0.70	0.65

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

Динамика интенсификации производства продукции растениеводства

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Приходится на 1000 га пашни, шт.:					
тракторов	6	6	5	5	5
зерноуборочных комбайнов	3	3	3	3	3
картофелеуборочных комбайнов	13	11	12	11	11
Внесено минеральных удобрений: всего, тыс. т	7,9	8,5	7,9	7,1	8,3
на 1 га посева, кг	13,8	17,0	16,3	15,4	15,8
Внесено органических удобрений: всего, тыс. т	1185	1191	1188	1142	1145
на 1 га посева, т	2,1	2,4	2,5	2,5	2,2
Удельный вес площади с внесенными удобрениями, %:					
минеральными	34,1	40,3	36,2	34,6	34,0
органическими	4,6	4,8	4,7	4,6	3,9

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

Table 7

Dynamics of intensification of crop production

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020
Accounts for 1000 hectares of arable land, pcs.:					
ractors	6	6	5	5	5
combine harvesters	3	3	3	3	3
potato harvesters	13	11	12	11	11
Mineral fertilizers were applied: total, thousand tons	7.9	8.5	7.9	7.1	8.3
per 1 ha of sowing, kg	13.8	17.0	16.3	15.4	15.8
Organic fertilizers were applied: total, thousand tons	1185	1191	1188	1142	1145
per 1 ha of sowing, tons	2.1	2.4	2.5	2.5	2.2
Specific weight of the area with fertilizers applied, %:					
mineral	34.1	40.3	36.2	34.6	34.0
organic	4.6	4.8	4.7	4.6	3.9

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

Фактором роста результативности и эффективности производства продукции растениеводства является активизация процессов интенсификации посредством осуществления вложений в основные фонды и увеличения масштабов применения минеральных и органических удобрений (таблица 7).

За период исследования на уровень интенсификации растениеводства положительное влияние оказал рост внесения минеральных и органических удобрений. Отмечен рост внесения удобрений на 1 га посева (+2 кг/га минеральных удобрений и +0,1 т/га органических). При этом имеет место снижение удельного веса площади с внесенными удобрениями (–0,1 % и –0,7 % соответственно). Самый высокий уровень удобрения посевных площадей достигнут в 2017 г.: минеральные удобрения внесены на 40,3 % посевной площади, органические – на 4,8 % площади. Данный фактор интенсификации производства использован недостаточно и определяет резерв роста производства продукции растениеводства.

Полагаем, что выявленные тенденции в сфере производства продукции растениеводства могут оказать существенное влияние на уровень продовольственного самообеспечения Пермского края, в частности, картофелем и овощами (таблица 8).

За 2016–2019 гг. существенно сократились продовольственные ресурсы картофеля (–114,1 тыс. т, или 19 %) и незначительно овощей (–3,5 тыс. т, или 0,8 %). Потребление ресурсов и их страховой запас обеспечены на конец 2019 г. на 162 % по картофелю и на 168 % по овощам. Личное потребление картофеля полностью покрыто за счет продукции собственного производства, овощей – частично. По данным 2019 г. население Пермского края потребляет 60 % овощей собственного производства и 40 % привозных овощей. Внутреннее потребление картофеля в Пермском крае обеспечено продукцией собственного производства по данным 2019 г. на 82 %, по овощам – на 56 %.

По предварительным данным 2020 г., выявлена положительная динамика по картофелю. Обеспеченность Пермского края картофелем собственного производства составила 87 %. Точкой риска является низкий уровень обеспечения региона овощами собственного производства – всего 56 %.

Перспективы решения выявленных проблем предопределяют тенденции ввоза картофеля и овощной продукции на территорию Пермского края (таблица 9).

Формирование и потребление картофеля и овощей в Пермском крае

ЭКОНОМИКА

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.*
Картофель					
Ресурсы, всего, тыс. т	601,1	504,0	505,8	487,0	476,1
Потребление, всего, тыс. т	332,4	314,3	293,8	300,2	310,2
Индекс соотношения	1,81	1,60	1,72	1,62	1,53
Производство, тыс. т	264,0	201,9	276,0	239,5	261,8
Личное потребление, тыс. т	188,5	176,3	166,5	170,5	175,4
Индекс соотношения	1,40	1,15	1,66	1,40	1,49
Внутреннее потребление, тыс. т	327,3	305,4	281,7	292,0	301,6
Коэффициент самообеспечения	0,81	0,66	0,98	0,82	0,87
Овощи					
Ресурсы, всего, тыс. т	437,7	436,8	448,4	434,2	442,1
Потребление, всего, тыс. т	251,9	256,1	256,3	258,0	256,0
Индекс соотношения	1,74	1,71	1,75	1,68	1,73
Производство, тыс. т	136,1	138,1	147,0	137,4	140,4
Личное потребление, тыс. т	216,7	215,9	222,4	227,7	233,0
Индекс соотношения	0,63	0,64	0,66	0,60	0,60
Внутреннее потребление, тыс. т	240,2	239,4	244,0	246,2	248,4
Коэффициент самообеспечения	0,57	0,58	0,60	0,56	0,56

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

* Предварительные данные.

Table 8

Formation and consumption of potatoes and vegetables in the Perm region

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020*
Potatoes					
Resources, total, thousand tons	601.1	504.0	505.8	487.0	476.1
Consumption, total, thousand tons	332.4	314.3	293.8	300.2	310.2
Ratio index	1.81	1.60	1.72	1.62	1.53
Production, thousand tons	264.0	201.9	276.0	239.5	261.8
Personal consumption, thousand tons	188.5	176.3	166.5	170.5	175.4
Ratio index	1.40	1.15	1.66	1.40	1.49
Domestic consumption, thousand tons	327.3	305.4	281.7	292.0	301.6
Self-sufficiency coefficient	0.81	0.66	0.98	0.82	0.87
Vegetables					
Resources, total, thousand tons	437.7	436.8	448.4	434.2	442.1
Consumption, total, thousand tons	251.9	256.1	256.3	258.0	256.0
Ratio index	1.74	1.71	1.75	1.68	1.73
Production, thousand tons	136.1	138.1	147.0	137.4	140.4
Personal consumption, thousand tons	216.7	215.9	222.4	227.7	233.0
Ratio index	0.63	0.64	0.66	0.60	0.60
Domestic consumption, thousand tons	240.2	239.4	244.0	246.2	248.4
Self-sufficiency coefficient	0.57	0.58	0.60	0.56	0.56

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

* Preliminary data.

Таблица 9

Динамика ввоза картофеля и овощей в Пермский край

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.*
Картофель, тыс. тонн	32,9	33,4	40,1	35,5	27,5
Темп роста, %	88,20	101,52	120,06	88,53	77,46
Овощи, тыс. тонн	111,3	112,9	120,7	104,7	125,5
Темп роста, %	86,61	101,44	106,91	86,74	119,87

Источник: составлено автором по данным Пермстата [22].

* Предварительные данные.

Table 9

Dynamics of import of potatoes and vegetables in Perm Region

Indicators	2016	2017	2018	2019	2020
Potatoes, thousand tons	32.9	33.4	40.1	35.5	27.5
Growth rate, %	88.20	101.52	120.06	88.53	77.46
Vegetables, thousand tons	111.3	112.9	120.7	104.7	125.5
Growth rate, %	86.61	101.44	106.91	86.74	119.87

Source: compiled by the author according to Permstat data [22].

* Preliminary data.

За 2016–2020 гг. выявлена тенденция снижения ввоза картофеля и увеличения ввоза овощной продукции на территорию Пермского края. Объем ввоза картофеля не покрывает недостаток продукции для внутреннего потребления. По предварительным данным 2020 г., на территорию Пермского края ввезено картофеля 27,5 тыс. тонн, что повысило коэффициент самообеспечения региона картофелем на 0,09 пункта. Благодаря привозному картофелю регион обеспечивает внутреннее потребление картофеля на 96 %. Недостающие 4 % покрыты за счет ранее сформированных запасов. Ввоз овощей с избытком покрывает недостаток продукции собственного производства и способствует наращиванию остатков продукции на конец года.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В заключение можно сказать, что тенденции в сфере производства продукции растениеводства Пермского края позволили обосновать изменения в

продовольственном балансе по таким важным продовольственным ресурсам, как картофель и овощи, и выявить зависимость региона от внешних источников продукции, особенно по овощам. Развитие овощеводства закрытого грунта при достаточной государственной поддержке инвестиций в основные фонды, приобретения минеральных удобрений и топлива позволит решить обозначенные проблемы.

Научную новизну исследования определяет авторский подход к оценке уровня продовольственного самообеспечения с учетом региональных географических, социальных, природно-климатических особенностей растениеводства.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования полученных результатов в системе управления сельским хозяйством, а также в учебном процессе в учреждениях аграрного образования.

Библиографический список

1. Edgerton M. D. Increasing Crop Productivity to Meet Global Needs for Feed, Food, and Fuel // *Plant Physiology*. 2009. Vol. 149. No. 1. Pp. 7–13. DOI: 10.1104/pp.108.130195.
2. Rosegrant M. W., Cline S. A. Global Food Security: Challenges and Policies // *Science (New Series)*. 2003. Vol. 302. No. 5652. Pp. 1917–1919. DOI: 10.1126/science.1092958.
3. Arata L., Fabrizi E., Sckokai P. A worldwide analysis of trend in crop yields and yield variability: Evidence from FAO data // *Economic Modelling*. 2020. Vol. 90. Pp. 190–208. DOI: 10.1016/j.econmod.2020.05.006.
4. Zhou W., Duan F. Closing crop yield and efficiency gaps for food security and sustainable agriculture // *Journal of Integrative Agriculture*. 2021. Vol. 20 (2). Pp. 343–348. DOI: 10.1016/S2095-3119(20)63580-8.
5. Самыгин Д. С. Концепция стратегического планирования в сфере продовольственной безопасности // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2021. № 2. С. 14–20.
6. Климентова Э. А., Дубовицкий А. А. Результативность государственной поддержки регионального сельского хозяйства // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 8. С. 36–41.
7. Серобаба И. А. Банкротство сельскохозяйственных организаций: режим правового благоприятствования и продовольственная безопасность // *Безопасность бизнеса*. 2019. № 1. С. 24–27.
8. Киселев С. В., Строков А. С., Жорова М. Д., Белугин А. Ю. Агропромышленный комплекс России в условиях санкций и необходимости обеспечения продовольственной безопасности // *АПК: экономика, управление*. 2015. № 2. С. 12–18.
9. Дондоков Ц. С., Липич О. А. К вопросу о продовольственной безопасности региона // *Государственная власть и местное самоуправление*. 2016. № 6. С. 46–51.
10. Шипулина И. А., Боровков А. С. Оценка влияния налоговой политики на финансовые результаты и эффективность сельского хозяйства Алтайского края // *Международный бухгалтерский учет*. 2020. № 4 (466). С. 464–480.
11. Боговиз А., Шкодинский С., Кондратьева Е., Лобова С., Базанова А. Перспективы развития сельского хозяйства: проблемы источников финансирования и вопросы налогообложения // *АПК: Экономика, управление*. 2017. № 8. С. 4–14.
12. Оробинская И. В. Налоговые инструменты обеспечения стабильного развития отраслей АПК // *Налоги и налогообложение*. 2014. № 4. С. 393–400.
13. Оробинская И. В. Концептуальные подходы регулирования механизма налогообложения агропромышленного комплекса // *Налоги и налогообложение*. 2017. № 1. С. 13–21.
14. Чеснокова Л. А., Яшина Н. И. Налоговая нагрузка в сельскохозяйственной отрасли РФ и необходимость ее изменения // *Финансы и управление*. 2016. № 2. С. 118–124.
15. Бондаренко Ю. П. Оценка государственного субсидирования сельского хозяйства России // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 8. С. 55–61.
16. Канчуков В. О. Ситуационный анализ и оценка эффективности эккаунтинг-менеджмента в практике государственной поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в сельском хозяйстве и АПК Российской Федерации // *Региональная экономика: теория и практика*. 2021. Т. 19. № 2. С. 300–322.
17. Боташева Л. Х., Фешина С. С., Ализада Д. Ф., Рыженкова Н. Е. Риск-ориентированное управление ресурсами как фактор обеспечения эффективности и экономической безопасности предприятий АПК // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2020. № 1. С. 48–51.

18. Белугина Т. А., Сеитов С. К. Система государственного субсидирования сельского хозяйства в Российской Федерации // Вестник Московского университета. Серия 26. Государственный аудит. 2018. № 1. С. 130–133.
19. Щербакова А. С. Ведение сельского хозяйства в условиях изменения климата на северных территориях России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 9. С. 41–46.
20. Оборин М. С. Перспективные направления обеспечения продовольственной безопасности в регионе (на примере Дальнего Востока) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 10. С. 35–39.
21. Оборин М. С. Повышение финансово-экономической стабильности сельскохозяйственного производства в регионе (на примере Ленинградской области) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 2. С. 27–33.
22. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пермскому краю [Электронный ресурс]. URL: <http://permstat.gks.ru> (дата обращения: 15.07.2021).

Об авторах:

Людмила Васильевна Шалаева¹, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и финансов, ORCID 0000-0002-9411-0061, AuthorID 686311; +7 919 708-00-65, shalaewa2013@yandex.ru

¹ Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

Trends in crop production as a factor of ensuring food security of the Perm Region

L. V. Shalaeva¹✉

¹ Perm State Agrarian and Technological University named after academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

✉E-mail: shalaewa2013@yandex.ru

Abstract. Purpose. The assessment of the main trends in the activity of agricultural producers in crop production was carried out in order to substantiate the possibilities of the Perm Region for self-sufficiency with the main types of food resources in the presence of adverse effects of natural and climatic conditions. **Methods.** A statistical analysis was carried out using grouping and comparison methods based on the official statistics of the Perm Region for 2016–2020. **Results.** In accordance with the social and geographical specifics of the Perm Region, on the territory of which rural areas predominate, the largest volume of crop production is produced in the households of the population (up to 58 %), whose activities are characterized by the lowest level of stability and are more susceptible to the negative impact of natural and climatic conditions. The activity of agricultural organizations (share up to 36 %) and farms (share up to 8 %) is more stable. A higher level of dependence on natural and climatic conditions was revealed in the field of potato production, a lower level – in the field of grain and vegetables production of protected soil. The risk is reinforced by the fact that up to 70 % of the natural volume of potatoes and more than 80% of vegetables are produced in households. With a decrease in the total sown area by 1.2 %, there is a decrease in the sown area of potatoes by 15 % and vegetables by 6 %. The identified trends allowed us to identify the risk of reducing the level of food self-sufficiency of the Perm Region with potatoes and vegetables. The insecurity of domestic potato consumption in the Perm Region is, according to preliminary data, 13 % in 2020. The presence of risk was also revealed for vegetables, the internal consumption of the region was provided with vegetable products of its own production by an average of 56 % during the study period. The results obtained allow us to identify the directions of optimization of the Perm Region strategy in solving the problems of food self-sufficiency. **Scientific novelty.** The dynamics of factors of crop production (structure, yield, acreage, intensification) is assessed taking into account the social, geographical, natural and climatic specifics of the Perm Region through the prism of the impact on the regional food balance and the level of self-sufficiency of the region with potatoes and vegetables.

Keywords: crop production, trends, yield, acreage, intensification, food resources, food security.

For citation: Shalaeva L. V. Tendentsii v rastenievodstve kak faktor obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Permskogo kraya [Trends in crop production as a factor of ensuring food security of the Perm Region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 81–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-81-92. (In Russian.)

Date of paper submission: 10.08.2021, **date of review:** 16.08.2021, **date of acceptance:** 03.09.2021.

References

1. Edgerton M. D. Increasing Crop Productivity to Meet Global Needs for Feed, Food, and Fuel // *Plant Physiology*. 2009. Vol. 149. No. 1. Pp. 7–13. DOI: 10.1104/pp.108.130195.
2. Rosegrant M. W., Cline S. A. Global Food Security: Challenges and Policies // *Science (New Series)*. 2003. Vol. 302. No. 5652. Pp. 1917–1919. DOI: 10.1126/science.1092958.
3. Arata L., Fabrizi E., Sckokai P. A worldwide analysis of trend in crop yields and yield variability: Evidence from FAO data // *Economic Modelling*. 2020. Vol. 90. Pp. 190–208. DOI: 10.1016/j.econmod.2020.05.006.
4. Zhou W., Duan F. Closing crop yield and efficiency gaps for food security and sustainable agriculture // *Journal of Integrative Agriculture*. 2021. Vol. 20 (2). Pp. 343–348. DOI: 10.1016/S2095-3119(20)63580-8.
5. Samygin D. S. Kontseptsiya strategicheskogo planirovaniya v sfere prodovol'stvennoy bezopasnosti [The concept of strategic planning in the field of food security] // *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2021. No. 2. Pp. 14–20. (In Russian.)
6. Klimtova E. A., Dubovitskiy A. A. Rezul'tativnost' gosudarstvennoy podderzhki regional'nogo sel'skogo khozyaystva [The effectiveness of state support for regional agriculture] // *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020. No. 8. Pp. 36–41. (In Russian.)
7. Serobaba I. A. Bankrotstvo sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy: rezhim pravovogo blagopriyatstvovaniya i prodovol'stvennaya bezopasnost' [Bankruptcy of agricultural organizations: the regime of legal favorability and food security]. *Bezopasnost' biznesa*. 2019. No. 1. Pp. 24–27. (In Russian.)
8. Kiselev S. V., Stokov A. S., Zhorova M. D., Belugin A. Yu. Agropromyshlenny kompleks Rossii v usloviyakh sanktsiy i neobkhodimosti obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti [Agroindustrial complex of Russia in the conditions of sanctions and the need to ensure food security] // *APK: ekonomika, upravlenie*. 2015. No. 2. Pp. 12–18. (In Russian.)
9. Dondokov Ts. S., Lipich O. A. K voprosu o prodovol'stvennoy bezopasnosti regiona [On the issue of food security in the region] // *Gosudarstvennaya vlast' i mestnoe samoupravlenie*. 2016. No. 6. Pp. 46–51. (In Russian.)
10. Shipulina I. A., Borovkov A. S. Otsenka vliyaniya nalogovoy politiki na finansovye rezul'taty i effektivnost' sel'skogo khozyaystva Altayskogo kraya [Assessment of the impact of tax policy on the financial results and efficiency of agriculture in the Altai Territory] // *International accounting*. 2020. No. 4 (466). Pp. 464–480. (In Russian.)
11. Bogoviz A., Shkodinskiy S., Kondrat'eva E., Lobova S., Bazanova A. Perspektivy razvitiya sel'skogo khozyaystva: problemy istochnikov finansirovaniya i voprosy nalogooblozheniya [Prospects for the development of agriculture: problems of sources of financing and issues of taxation] // *APK: ekonomika, upravlenie*. 2017. No. 8. Pp. 4–14. (In Russian.)
12. Orobinskaya I. V. Nalogovye instrumenty obespecheniya stabil'nogo razvitiya otrasley APK [Tax instruments for ensuring stable development of agricultural industries] // *Taxes and Taxation*. 2014. No. 4. Pp. 393–400. (In Russian.)
13. Orobinskaya I. V. Kontseptual'nye podkhody regulirovaniya mekhanizma nalogooblozheniya agropromyshlennogo kompleksa [Conceptual approaches to regulating the mechanism of taxation of the agro-industrial complex]. *Taxes and Taxation*. 2017. No. 1. Pp. 13–21. (In Russian.)
14. Chesnokova L. A., Yashina N. I. Nalogovaya nagruzka v sel'skokhozyaystvennoy otrasli RF i neobkhodimost' ee izmeneniya [Tax burden in the agricultural industry of the Russian Federation and the need for its changes] // *Finance and Management*. 2016. No. 2. Pp. 118–124. (In Russian.)
15. Bondarenko Yu. P. Otsenka gosudarstvennogo subsidirovaniya sel'skogo khozyaystva Rossii [Assessment of state subsidies for agriculture in Russia]. *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020. No. 8. Pp. 55–61. (In Russian.)
16. Kanchukov V. O. Situatsionnyy analiz i otsenka effektivnosti ekkauting-menedzhmenta v praktike gosudarstvennoy podderzhki sub'ektov malogo i srednego predprinimatel'stva v sel'skom khozyaystve i APK Rossiyskoy Federatsii [Situational analysis and evaluation of the effectiveness of accounting management in the practice of state support for small and medium-sized businesses in agriculture and agriculture of the Russian Federation] // *Regional economy: theory and practice*. 2021. Vol. 19. No. 2. Pp. 300–322. (In Russian.)
17. Botasheva L. Kh., Feshina S. S., Alizada D. F., Ryzhenkova N. E. Risk-orientirovanoe upravlenie resursami kak faktor obespecheniya effektivnosti i ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiy APK [Risk-oriented resource management as a factor in ensuring the efficiency and economic security of agricultural enterprises] // *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020. No. 1. Pp. 48–51. (In Russian.)
18. Belugina T. A., Seitov S. K. Sistema gosudarstvennogo subsidirovaniya sel'skogo khozyaystva v Rossiyskoy Federatsii [The system of state subsidization of agriculture in the Russian Federation] // *Moscow State University Bulletin. Series 26 "State Audit"*. 2018. No. 1. Pp. 130–133. (In Russian.)
19. Shcherbakova A. S. Vedenie sel'skogo khozyaystva v usloviyakh izmeneniya klimata na severnykh territoriyakh Rossii [Conducting agriculture in the conditions of climate change in the northern territories of Russia] // *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020. No. 9. Pp. 41–46. (In Russian.)

20. Oborin M. S. Perspektivnye napravleniya obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti v regione (na primere Dal'nego Vostoka) [Perspective directions of ensuring food security in the region (on the example of the Far East)] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2020. No. 10. Pp. 35–39. (In Russian.)

21. Oborin M. S. Povyshenie finansovo-ekonomicheskoy stabil'nosti sel'skohozyaystvennogo proizvodstva v regione (na primere Leningradskoy oblasti) [Improving the financial and economic stability of agricultural production in the region (on the example of the Leningrad Region)] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2021. No. 2. Pp. 27–33. (In Russian.)

22. Territorial'nyy organ Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Permskomu krayu [Territorial body of the Federal state statistics service for Perm Krai] [e-resource]. URL: <http://permstat.gks.ru> (date of reference: 15.07.2021).

Authors' information:

Lyudmila V. Shalaeva¹, candidate of economic sciences, head of the department of accounting and finance, ORCID 0000-0002-9411-0061, AuthorID 686311; +7 919 708-00-65, shalaewa2013@yandex.ru

¹ Perm State Agrarian and Technological University named after academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

Разработка концепции управления транснационализацией сельского хозяйства стран ЕАЭС в контексте включения в мировую агропродовольственную систему

С. Е. Щитов¹✉, С. В. Подгорская¹, Н. В. Лихолетова¹

¹Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Россия

✉E-mail: stiffxl@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – изучение и анализ транснационализации сельского хозяйства применительно к агропродовольственному сектору стран ЕАЭС. **Научная новизна.** Разрабатываемые концептуальные основы управления транснационализацией сельского хозяйства позволят обеспечить эквивалентные доли в структуре общего рынка для участников ЕАЭС, интенсифицировать процессы налаживания деловой коммуникации и совместную производственную деятельность, обеспечивающие улучшение ситуации на рынке труда в аграрной сфере, ускорение сроков реализации инвестиционных проектов, осуществления НИОКР, направленных на улучшение экономического положения отрасли. **Методы.** Исследования основываются на системном подходе к изучаемым объектам и процессам. В ходе работы использовались экономико-математический, нормативный, абстрактно-логический, монографический, экспертный и другие методы экономических исследований. В качестве теоретической и методологической основы исследования выступили научные труды, разработки и рекомендации отечественных и зарубежных ученых-экономистов по проблемам прогнозирования и планирования, законодательные акты, программные документы и постановления правительства по вопросам эффективного и устойчивого развития аграрных формирований. Формирование информационной базы исследований осуществлялось на основе статистических данных о динамике показателей сельского хозяйства, опубликованных в официальных статистических изданиях и ежегодниках, на официальных сайтах информационных интернет-ресурсах за 1998–2020 годы. **Результаты.** Исследования позволили выявить факторы развития сельского хозяйства в условиях транснационализации с учетом проблематики интеграции стран на пространстве ЕАЭС, установить зависимость развития отрасли от эффективной программы адаптации организаций к новым условиям хозяйствования, которая должна учитывать комплекс политических, экономических и других факторов, влияющих на эффективность деятельности.

Ключевые слова: транснационализация, сельское хозяйство, агропродовольственный сектор, концепция управления, продовольственная безопасность, агропромышленная политика, агропродовольственная система, аграрный рынок, государственное управление, факторы развития.

Для цитирования: Щитов С. Е., Подгорская С. В., Лихолетова Н. В. Разработка концепции управления транснационализацией сельского хозяйства стран ЕАЭС в контексте включения в мировую агропродовольственную систему // Аграрный вестник Урала. 2021. № 10 (213). С. 93–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-93-102.

Дата поступления статьи: 16.03.2021, **дата рецензирования:** 31.03.2021, **дата принятия:** 09.09.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Процессы транснационализации производства и капитала, акторами которых выступают транснациональные корпорации (ТНК), являются основной движущей силой глобализации мировой экономики. Глобализация, усиливающая экономическую взаимозависимость государств, в свою очередь, способствует постепенному ослаблению национального экономического суверенитета и развитию новых наднациональных хозяйствующих субъектов – транснациональных управляющих структур.

Включение российской экономики в мировые рыночные процессы и интеграционные союзы на Евразийском континенте открывает новые перспективы для насыщения рынка продуктами питания, создает дополнительные возможности для обеспечения продовольственной безопасности России и дает странам Евразийского экономического союза стимул для развития сельского хозяйства. Перспектива формирования единого рыночного пространства ставит новые задачи для разработки согласованной агропромышленной политики стран ЕАЭС, что требует более детального анализа факторов производства,

функционального уровня сельхозпроизводителей и, как следствие, конкурентоспособности сельского хозяйства [1].

В настоящее время наблюдается низкий уровень кооперации в сельском хозяйстве. Развитие совместных бизнес-инициатив стран ЕАЭС создаст условия для транснационализации сельского хозяйства. Только при формировании согласованной (единой) агропромышленной политики возможно решить проблему транснационализации сельского хозяйства в странах ЕАЭС.

В наши дни транснационализация экономической деятельности – это многогранный и многоуровневый процесс, в котором различным образом участвуют предприятия (корпорации), государства, международные организации, региональные ассоциации и группировки. ТНК и транснациональные банки (ТНБ) выступают активными участниками транснациональной экономической деятельности. Через ТНК и связанные с ними сетевые структуры проходят основные финансовые и товарные потоки. Корпорации являются главными катализаторами глобализации экономики, размещая отдельные звенья и этапы воспроизводственных процессов на территориях разных стран [2].

Методология и методы исследования (Methods)

Попытаемся выделить основные причины появления ТНК и развития транснационализации [3]. Первый фактор – интернационализация производства и капитала через развитие производительных сил, выходящих за пределы национальных границ. Интернационализация производства и капитала воплощается в виде сети экономических связей через создание крупными компаниями многочисленных филиалов внутри страны происхождения и за рубежом, на основе чего происходит трансформация предприятий-резидентов в международные холдинги. Фактором, обладающим наибольшим влиянием на генезис транснациональных корпораций, является экспорт капитала.

Второй блок факторов формирования ТНК связан с их оптимизированной экономической эффективностью, связанной с крупномасштабным производством во многих отраслях. Неизбежность конкуренции обуславливает стремление к более высокому уровню концентрации производства и капитала на международном уровне. В итоге выход на глобальный рынок труда и капитала оправдан, поскольку позволяет снизить себестоимость продукции и получить сверхприбыль.

Третий фактор – определяющая роль государства в развитии международных корпораций. Государство способно оказывать политическую и экономическую поддержку деятельности ТНК на мировой арене и тем самым предоставлять доступ на рынки сбыта посредством различных межправительственных соглашений и международных договоров.

Транснационализация сельского хозяйства – явление масштабной концентрации и централизации капитала, увеличения числа слияний и поглощений

крупных сельскохозяйственных компаний, расширения стратегических экономических интересов фирм за пределы национальных границ [4].

Процесс транснационализации сельского хозяйства рассматривается как тенденция расширения международной деятельности субъектов аграрной сферы, их выхода за общенациональные границы отдельных стран, что приводит к трансформации национальных компаний в транснациональные [5].

Целью транснационализации сельского хозяйства ЕАЭС является консолидация сотрудничества государств-членов в различных областях агропромышленного комплекса на основе инновационного развития, реализации конкурентных преимуществ, цифровизации управленческих и технологических решений, обеспечивающих продовольственную безопасность государств, импортозамещение и повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции [6].

На рис. 1 представлены задачи транснационализации сельского хозяйства на пространстве ЕАЭС.

Транснационализация сельского хозяйства как продолжение процесса воспроизводства широко действует прямые иностранные инвестиции (ПИИ), но не ограничивается ими. Это сложный и многогранный процесс, определяющийся комплексом факторов, формирующим побудительные мотивы. Помимо механизма ПИИ, он включает в себя различные формы трансграничного движения капитала, в том числе выход на рынки ценных бумаг (IPO, SPO), перекрестные инвестиции, различные международные стратегические альянсы, соглашения о сотрудничестве и неактивные формы экспансии [3].

Базовые факторы развития процессов транснационализации сельского хозяйства проиллюстрированы на рис. 2.

Результаты (Results)

Диверсификация видов продукции и услуг обуславливает успех ТНК в агропромышленном комплексе стран ЕАЭС, когда возникают комбинации торговых, производственных финансовых операций.

Катализатором усиления процессов транснационализации сельского хозяйства в странах ЕАЭС явилась определенная степень открытости национальных экономик и проводимая государствами политика в этом направлении. Ускорению транснационализации сельского хозяйства в странах ЕАЭС способствует восстановление и укрепление кооперативных связей внутри союза, направленных на перераспределение избыточных производственных мощностей и создание новых рынков сбыта.

Фактором усиления транснационализации сельского хозяйства в странах ЕАЭС является наличие сходных по уровню развития экономик стран с большим населением, где наряду с невысокими темпами развития сохраняется проблема продовольственной безопасности. Потенциальными инвесторами являются не только развитые страны, но и те развивающиеся страны, где существует высокий платежеспособный спрос на продовольствие [6], [7].



Рис. 1. Задачи транснационализации сельского хозяйства на пространстве ЕАЭС. Разработано авторами

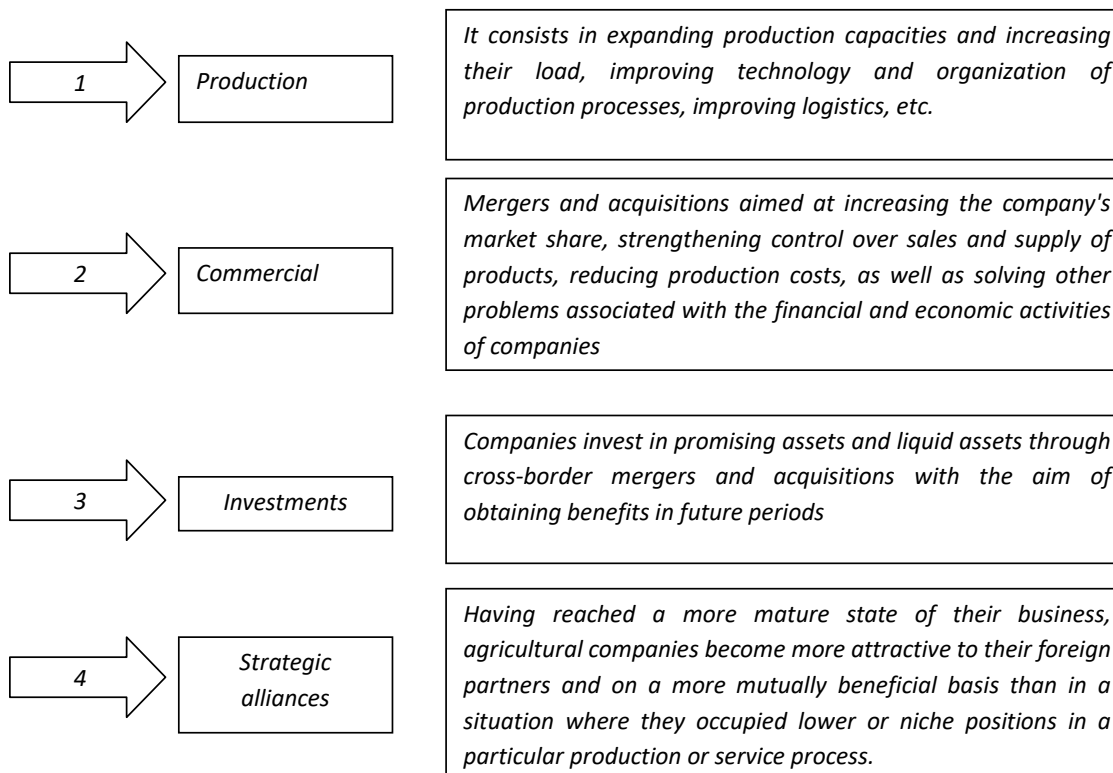


Fig. 1. Tasks of the transnationalization of agriculture in the EAEU space. Developed by the authors

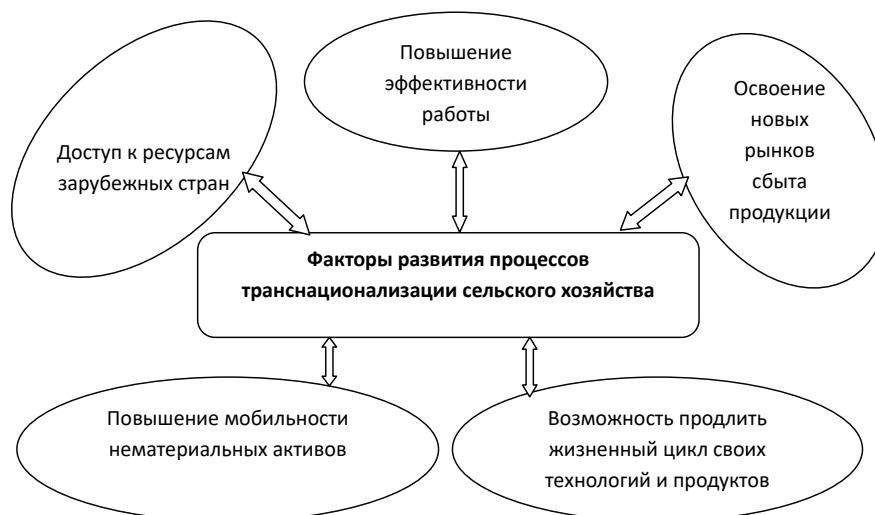


Рис. 2. Факторы развития процессов транснационализации сельского хозяйства. Составлено авторами на основании источника [2]

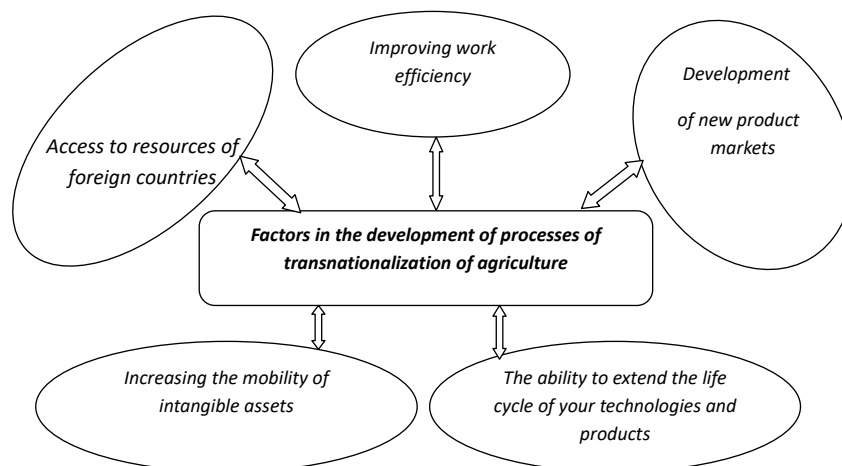


Fig. 2. Factors in the development of processes of transnationalization of agriculture. Compiled by the authors based on the source [2]

Расширение общих бизнес-инициатив стран ЕАЭС в отрасли сельского хозяйства может способствовать транснационализации АПК, увеличению объемов производства (снижению издержек производства) и росту экспорта. В случае стран ЕАЭС транснационализация будет обеспечена за счет появления новых сельскохозяйственных производителей на местных рынках, роста поставок сырья в АПК и перерабатывающие отрасли, что послужит общей продовольственной безопасности за счет обмена и взаимного дополнения ассортимента партнерами по ЕАЭС. Задачу усиления конкурентоспособности сельского хозяйства ЕАЭС, по нашему мнению, можно пытаться решить только через проведение согласованной всеми участниками агропромышленной политики.

При этом транснационализации стран-партнеров ЕАЭС препятствуют различия в экономическом потенциале рынков сельскохозяйственной продукции и возможностях ее реализации из-за различий в качестве, ассортименте и неоднородной конкурентоспособности. Следует отметить, что технологическая оснащенность и материальное обеспечение сельского хозяйства стран ЕАЭС в значительной

мере покрываются государственными программами финансирования, зависят от объема промышленных субсидий и доступности сельскохозяйственных кредитных программ. Открытие свободного доступа продукции на единый рынок Союза должно стимулировать производителей увеличивать объемы производства, а предполагаемое усиление конкуренции неизбежно положительно скажется на качестве поставляемых на продажу товаров. Для того чтобы достичь единых, равных условий для всех участников торговых отношений в этом сегменте, необходима реализация целенаправленной просчитанной политики государственно субсидирования промышленного производства с индивидуальным подходом к каждой стране-участнице.

Действие санкционных ограничений привело к снижению темпов транснационализации и привлекательности отрасли для капиталовложений из-за сокращения инвестиционной базы, привлекаемой из третьих стран, что значительно увеличивает требования к инвестиционному потенциалу стран внутри ЕАЭС. Отсутствие собственных резервов для увеличения оборотных средств сельскохозяйственных предприятий ограничивает повышение эффектив-

ности использования земли, рабочей силы и имеющихся производственных ресурсов. Увеличение производительности оборотных средств и инвестиционных средств во многом определяется развитием информационных и консультационных услуг, а также научной деятельности, способствующих развитию научно-технического прогресса в сельском хозяйстве на фоне транснационализации экономики. Таким образом, консолидирующим условием, способствующим росту конкурентоспособности отрасли в рамках ЕАЭС, является транснационализация.

В контексте единого рынка Евразийского экономического союза, на котором спрос на сельскохозяйственную продукцию превышает предложение (производство), государственное регулирование участвующих стран направлено на стимулирование роста производства, конкурентоспособности сельскохозяйственного сектора, поскольку их увеличение поможет решить проблемы замещения импорта и продовольственной безопасности в странах ЕАЭС. Основным ресурсом повышения конкурентоспособности сельского хозяйства во всех странах ЕАЭС являются не только факторы производства в каждой конкретной стране, но и условия доступа к единому рынку (требования к качеству и технологии, уровень ценовой конкурентоспособности), наличие совместных программ или общей программы финансового оздоровления и технологического перевооружения отрасли. В случае отсутствия централизованной

программы поддержки сельского хозяйства в ЕАЭС возможно искажение принципов обеспечения равных условий и конкурентной борьбы производителей с дальнейшими негативными последствиями. Важным вопросом является управление транснационализацией сельского хозяйства в странах ЕАЭС.

Управление транснационализацией сельского хозяйства – это процесс расширения и углубления сбыта и обслуживания сельскохозяйственной продукции за рубежом, требующий создания товарно-сервисной системы (сети) предприятий в принимающих странах. Управление транснационализацией сельского хозяйства – это координация процессов, связанных с воспроизводством капитала, труда, НИОКР, обмена и производства. Управление транснационализацией сельского хозяйства предполагает контроль над привлечением капиталов для реализации крупных проектов, а также диверсификацию, перераспределение рисков, связанных с любыми инвестициями. Принципы управления транснационализацией сельского хозяйства представлены в таблице 1.

Инновационный характер деятельности отечественных и транснациональных корпораций в экономике региона оказывает влияние на транснационализацию сельского хозяйства в ЕАЭС. Управление транснационализацией сельского хозяйства имеет особое значение, так как осуществляется глобальное соперничество за рынки сбыта.

Таблица 1
Принципы управления транснационализацией сельского хозяйства*

Принцип	Описание принципа
Экономия затрат за счет объема операций	Эффект снижения постоянных затрат за счет увеличения объемов производства и реализации в международной торговле ТНК
Отмена торговых барьеров и ограничений	Предоставление участникам международных сделок и соглашений (физическим и юридическим лицам) благоприятных условия в области экономических и иных отношений. Режим наибольшего благоприятствования предполагает предоставление таможенных преимуществ, а также льгот в отношении национальных налогов и пошлин на производство
Принятие единых стандартов в области разрешений, лицензирования или сертификации продукции	Единые требования нормативов в области качества продукции и методов его оценки: государственные стандарты (ГОСТ), международные или национальные показатели качества и безопасности. Создание единой организационно-методической базы по сертифицированию и лабораторным испытаниям
Расширение торгового сотрудничества, поиск новых рынков сбыта	Обеспечение лидирующей позиции на целевых сегментах рынка достигается за счет расширения сферы влияния путем создания и упрочнения конкурентных преимуществ, расширения ассортимента и предложения дополнительных услуг
Продление жизненного цикла товара	Перенос производства в развивающиеся страны обеспечивает снижение производственных издержек, расширение целевой аудитории и продление срока оборота товаров на рынке за счет ранее не охваченных сегментов
Перспективное целеполагание и планирование	Стратегическое планирование на основе целей и миссии организации. Развитие строго по этапам перспективных планов
Правовое обеспечение вертикальной интеграции	Развитие в соответствии с национальным и международным законодательством
Мониторинг деятельности	Непрерывный процесс наблюдения и регистрации параметров объекта, в сравнении с заданными критериями. Мониторинг предполагает собой систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения, а также, косвенно, для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики

* Составлено по данным [7], [8].

Table 1
Principles of managing the transnationalization of agriculture*

ЭКОНОМИКА

<i>Principle</i>	<i>Description of the principle</i>
<i>Cost savings due to the volume of operations</i>	<i>The effect of reducing fixed costs by increasing the volume of production and sales in international trade of TNCs</i>
<i>The abolition of trade barriers and restrictions</i>	<i>Provides participants in international transactions and agreements (individuals and legal entities) with favorable conditions in the field of economic and other relations. The most favored nation regime involves the provision of customs advantages, as well as benefits in relation to national taxes and duties on production</i>
<i>Adoption of uniform standards in the field of permits, licensing or certification of products</i>	<i>Uniform requirements of standards in the field of product quality and methods of its assessment: state standards (GOST), international or national indicators of quality and safety. Creation of a unified organizational and methodological base for certification and laboratory testing</i>
<i>Expansion of trade cooperation, search for new sales markets</i>	<i>Ensuring a leading position in target market segments is achieved by expanding the sphere of influence by creating and strengthening competitive advantages, expanding the range and offering additional services</i>
<i>Extending the product life cycle</i>	<i>The relocation of production to developing countries provides a decrease in production costs, an expansion of the target audience and an extension of the turnover of goods on the market due to previously not covered segments</i>
<i>Prospective goal setting and planning</i>	<i>Strategic planning based on the goals and mission of the organization. Development strictly according to the stages of long-term plans</i>
<i>Legal support of vertical integration</i>	<i>Law support of vertical integration</i>
<i>Activity monitoring</i>	<i>Continuous process of observing and registering the parameters of the object, in comparison with the specified criteria. Monitoring involves the systematic collection and processing of information that can be used to improve decision-making and, indirectly, to inform the public or directly as a feedback tool for project implementation, program evaluation or policy development</i>

* Compiled according to [7], [8].

Активизация процесса транснационализации аграрного сектора стран ЕАЭС является следствием комплекса факторов и тенденций развития мирового рынка сельскохозяйственного сырья и продовольствия. В их числе наиболее значимыми следует признать экономические, социальные, экологические и технологические перспективы.

Основными драйверами повышения эффективности сельского хозяйства в процессе транснационализации, по нашему мнению, являются:

- получение доступа к более дешевым ресурсам;
- выход на новые рынки сбыта;
- расширение ресурсной базы за счет редких и уникальных компонентов;
- преодоление протекционизма в странах-реципиентах;
- перемещение в регионы с благоприятным налоговым и инвестиционным климатом;
- экспорт неэффективных и устаревших технологий в отстающие страны;
- свободное перемещение активов и прибыли между странами.

На сегодняшний день можно выделить следующие факторы роста сельского хозяйства стран ЕАЭС в результате эффективного управления транснационализацией [9], [10]:

- использование преимуществ обмена природными ресурсами, капиталом и знаниями, особенно результатами НИОКР;
- возможность оптимального размещения предприятий в странах ЕАЭС, учитывая размеры внутреннего рынка, экономический рост, ценообразование и более квалифицированную рабочую силу, политико-правовые условия;

– способность накопления капитала во всей системе ТНК, включая ресурсы, заимствованные у стран ЕАЭС, и его использование на условиях и в наиболее выгодных для компании местах;

- расходование финансовых ресурсов стран ЕАЭС в собственных целях;
- постоянная осведомленность о ситуации на товарных, валютных и финансовых рынках стран ЕАЭС;
- рациональная организационная структура, которая находится под строгим контролем руководства ТНК, которая постоянно совершенствуется;
- опыт международного менеджмента, включая оптимальную организацию производства и продаж, удержание высокой репутации компании.

Важным вопросом является разработка концепции транснационализации сельского хозяйства, позволяющей описывать онтологию процесса транснационализации сельского хозяйства. В первую очередь, необходимо выяснить, какие факторы способствуют транснационализации сельского хозяйства в странах ЕАЭС, а сама концепция позволяет объяснить, на основе каких принципов происходит транснационализация сельского хозяйства.

Концепция транснационализации сельского хозяйства стран ЕАЭС представлена на рис. 3.

Концептуальные основы транснационализации сельского хозяйства стран ЕАЭС базируются на таких положениях, как государственная политика в сфере агропромышленного комплекса государств – членов ЕАЭС; ресурсы, необходимые для транснационализации сельского хозяйства; институты, задействованные в транснационализации сельского хозяйства; приоритетные направления транснационализации сельского хозяйства; инструменты и механизмы транснационализации сельского хозяйства.

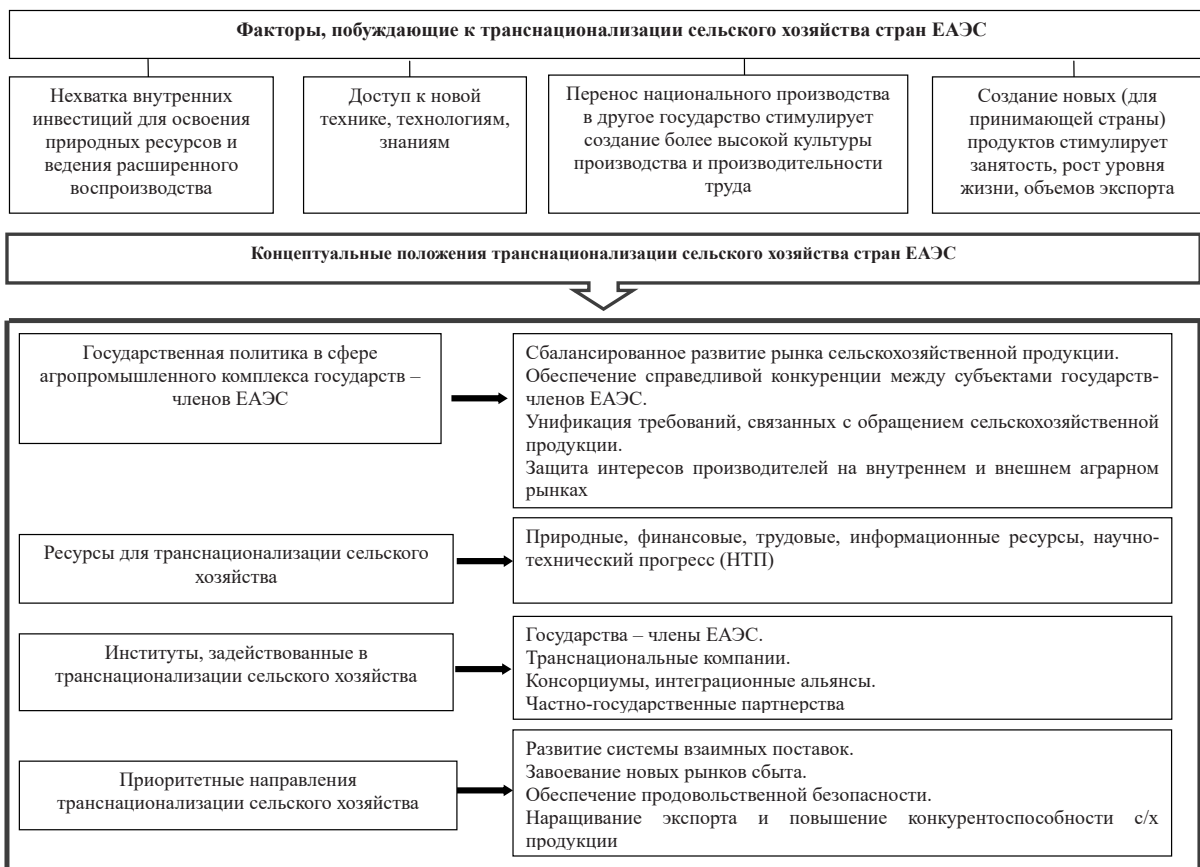


Рис. 3. Концепция транснационализации сельского хозяйства стран ЕАЭС. Составлено авторами

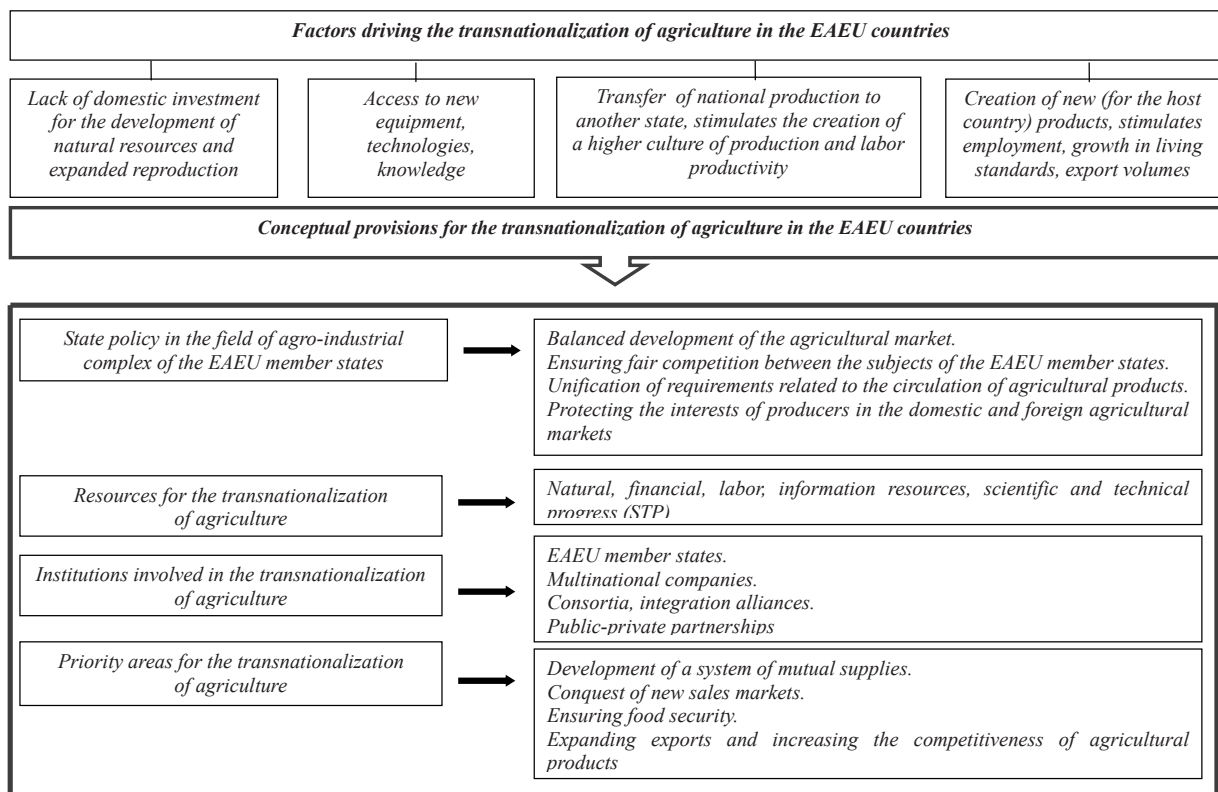


Fig. 3. The concept of transnationalization of agriculture in the EAEU countries. Compiled by the authors

Государственная политика в сфере агропромышленного комплекса государств – членов ЕАЭС как концептуальное положение транснационализации сельского хозяйства способствует поступательному движению транснационализации сельского хозяйства посредством развития аграрного рынка, защиты интересов сельскохозяйственных производителей, унификации требований связанных с обращением сельскохозяйственной продукции [11].

Для того чтобы запустить и стимулировать процесс транснационализации сельского хозяйства, необходимы ресурсы: природные, финансовые, трудовые, информационные, а также институты, задействованные в осуществлении процесса (ТНК, консорциумы, государства – члены ЕАЭС).

Приоритетные цели транснационализации сельского хозяйства как ключевые индикаторы способствуют развитию системы взаимных поставок, завоеванию новых рынков сбыта, поддержанию продовольственной безопасности, этимологизации агропромышленного производства, развитию социальной сферы сельских территорий.

Инструменты и механизмы транснационализации сельского хозяйства позволяют реализовать этот процесс на практике посредством методов селекции и генетики, а также приемов ветеринарии.

Реализация согласованной аграрной политики ЕАЭС предполагает использование механизмов межгосударственного сотрудничества по семи ключевым направлениям [12], [13]:

- 1) прогнозирование АПК;
- 2) государственная поддержка сельского хозяйства;
- 3) регулирование общего сельскохозяйственного рынка;
- 4) единые требования в сфере производства и обращения продукции;
- 5) развитие экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия;
- 6) научно-инновационное развитие агропромышленного комплекса;

7) комплексное информационное обеспечение агропромышленного комплекса.

Наряду со схожестью целевых показателей можно выделить определенные конкретные задачи, поставленные государствами-членами, учитывающие социально-экономические особенности функционирования национального АПК.

Сельское хозяйство менее вовлечено в процесс транснационализации, нежели другие сферы. В отличие от смежных отраслей оно демонстрирует ограниченный рыночный характер. Это обусловлено, прежде всего, высокой природно-климатической зависимостью от воспроизводства живых организмов, территориальной рассредоточенностью, несоответствием производственных и рабочих периодов, многофункциональностью, ограниченными возможностями интенсификации производства, концентрацией и централизацией капитала по отношению к другим отраслям экономики, инерционностью производства. Эти особенности сочетаются с высокой социальной значимостью продукции, обеспечивающей продовольственную безопасность страны, и низкой ценовой эластичностью спроса [14], [15].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В заключение следует отметить, что проведенные исследования позволили выявить факторы развития сельского хозяйства в условиях транснационализации с учетом проблематики интеграции стран на пространстве ЕАЭС, установить зависимость развития отрасли от эффективной программы адаптации организаций к новым условиям хозяйствования, которая должна учитывать комплекс политических, экономических и других факторов, влияющих на эффективность деятельности, и составить положения по управлению процессами транснационализации в сельском хозяйстве в рамках перспектив углубления интеграции аграрных рынков стран ЕАЭС, а также их включения в мировую агропродовольственную систему.

Библиографический список

1. Аржанцев С. А. Принципы развития евразийской сельскохозяйственной технологической платформы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2018. № 3. С. 25–30.
2. Аржанцев С. А., Писарев С. Л. Основные направления развития научно-технологического сотрудничества в рамках евразийской сельскохозяйственной технологической платформы // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2018. № 1. С. 19–25.
3. Udalov A., Udalova Z., Postnikova L., Kubar M. The analysis of the impact of foreign economic policy on the development of agriculture in Russian Federation // E3s Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article number 13015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017513015.
4. Градов А. П., Ильин И. В. Экономическая безопасность страны: принципы анализа состояния и противодействия угрозам [Электронный ресурс]. URL: http://sia.ru/?section=484&action=show_news&id=322461 (дата обращения: 26.06.2020).
5. Григорьев Л. М., Павлюшина В. А. Межстрановое неравенство: динамика и проблема стадий развития [Электронный ресурс]. URL: <http://tass.ru/ekonomika/2583808> (дата обращения: 27.08.2020).
6. Долгова С. А. Современные направления развития аграрного бизнеса в условиях импортозамещения // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. № 5 (50). С. 70–76.
7. Евразийский экономический союз в цифрах: краткий статистический сборник; Евразийская экономическая комиссия. Москва, 2018. 206 с.

8. Евстигнеев Р. Н. Экономическая стратегия: экстраполяция или закономерность? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33799> (дата обращения: 03.10.2020).
9. Ежедневный информационный бюллетень [Электронный ресурс]. URL: http://apk.rkursk.ru/files/inf_b (дата обращения: 03.10.2020).
10. Жадан В. Н. Значение для России сотрудничества с международными организациями [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2017. № 5. С. 287–292. URL: <https://moluch.ru/archive/139/39141> (дата обращения: 27.08.2020).
11. Комаров В. В. Новый тренд в мировой экономике // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2019. № 5 (50). С. 16–21.
12. Кондратов Д. Торгово-экономическое сотрудничество на пространстве СНГ: возможности расширения // Проблемы теории и практики управления. 2017. № 5. С. 59–64.
13. Международные организации обходятся России слишком дорого [Электронный ресурс]. URL: <http://politru.com/world/mezhdunarodnye-svyazi-obkhodyatsya-918> (дата обращения: 31.08.2020).
14. Место России в системе международных организаций [Электронный ресурс]. URL: <https://geographyofrussia.com/mesto-rossii-v-sisteme-mezhdunarodnykh-organizacij> (дата обращения: 31.08.2020);
15. Новичкова Н. А. Закономерности глобализации мирового сельского хозяйства и ее проявление в сельском хозяйстве России // Экономист. 2017. № 10. С. 6.

Об авторах:

Сергей Ефимович Щитов¹, кандидат экономических наук, доцент, ORCID 0000-0002-9307-5962, AuthorID 44129952; +7 928 903-29-89, stiffxl@yandex.ru

Светлана Валерьевна Подгорская¹, кандидат экономических наук, доцент, ORCID 0000-0001-8912-7865, AuthorID 702217; +7 928 626-03-25

Надежда Владимировна Лихолетова¹, кандидат экономических наук, доцент, ORCID 0000-0002-8174-8381, AuthorID 621840; +7 928 119-88-90

¹ Федеральное государственное научное учреждение «Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Россия»

Development of the concept of agriculture transnationalization management in EAEU countries in the context of inclusion in the world agro-food system

S. E. Shchitov¹✉, S. V. Podgorskaya¹, N. V. Likholetova¹

¹ Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet, Russia

✉E-mail: stiffxl@yandex.ru

Abstract. The purpose of the study is to study and analyze the transnationalization of agriculture in relation to the agri-food sector of the EAEU countries. **Scientific novelty.** The developed conceptual framework for managing the transnationalization of agriculture will ensure equivalent shares in the structure of the common market for the EAEU members, intensify the processes of establishing business communication and joint production activities that will improve the situation on the labor market in the agricultural sector, accelerate the implementation of investment projects, carry out R&D aimed at improvement of the economic situation in the industry. **Methods.** Research based on a systematic approach to the studied objects and processes. In course of the work, economic-mathematical, normative, abstract-logical, monographic, expert and other methods of economic research were used. Theoretical and methodological basis of the research was scientific works, developments and recommendations of domestic and foreign scientists-economists on the problems of forecasting and planning, legislative acts, program documents and government resolutions on the effective and sustainable development of agricultural formations. The formation of the research information base was carried out on the basis of statistical data on the dynamics of agricultural indicators published in official statistical publications and yearbooks, on official websites of information Internet resources for 1998–2020. **Results.** The studies made it possible to identify factors in the development of agriculture in the context of transnationalization, taking into account the problems of integration of countries in the EAEU space, to establish the dependence of the development of the industry on an effective program of adaptation of organizations to new economic conditions, which should take into account a complex of political, economic and other factors affecting the efficiency of activities.

Keywords: transnationalization, agriculture, agri-food sector, management concept, food security, agro-industrial policy, agri-food system, agricultural market, public administration, development factors.

For citation: Shchitov S. E., Podgorskaya S. V., Likholetova N. V. Razrabotka kontseptsii upravleniya transnatsionalizatsiei sel'skogo khozyaystva stran EAES v kontekste vklucheniya v mirovuyu agroproduktivnyuyu sistemu

[Development of the concept of agriculture transnationalization management in EAEU countries in the context of inclusion in the world agro-food system] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 10 (213). Pp. 93–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-213-10-93-102. (In Russian.)

Date of paper submission: 16.03.2021, **date of review:** 31.03.2021, **date of acceptance:** 09.09.2021.

References

1. Arzhantsev S. A. Printsipy razvitiya evraziyskoy sel'skokhozyaystvennoy tekhnologicheskoy platformy [Development principles of the Eurasian agricultural technology platform] // Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve. 2018. No. 3. Pp. 25–30. (In Russian.)
2. Arzhantsev S. A., Pisarev S. L. Osnovnye napravleniya razvitiya nauchno-tekhnologicheskogo sotrudnichestva v ramkakh evraziyskoy sel'skokhozyaystvennoy tekhnologicheskoy platformy [Main directions of development of scientific and technological cooperation within the framework of the Eurasian agricultural technology platform] // Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve. 2018. No. 1. Pp. 19–25. (In Russian.)
3. Udalov A., Udalova Z., Postnikova L., Kubar M. The analysis of the impact of foreign economic policy on the development of agriculture in Russian Federation // E3s Web of Conferences. 2020. Vol. 175. Article number 13015. DOI: 10.1051/e3sconf/202017513015.
4. Gradov A. P., Il'in I. V. Ekonomicheskaya bezopasnost' strany: printsipy analiza sostoyaniya i protivodeystviya ugrozam [Economic security of the country: principles of analyzing the state and countering threats] [e-resource]. URL: http://sia.ru/?section=484&action=show_news&id=322461 (date of reference: 26.06.2020). (In Russian.)
5. Grigor'ev L. M., Pavlyushina V. A. Mezhranovoe neravenstvo: dinamika i problema stadiy razvitiya [Inter-country inequality: dynamics and the problem of stages of development] [e-resource]. URL: <http://tass.ru/ekonomika/2583808> (date of reference: 27.08.2020). (In Russian.)
6. Dolgova S. A. Sovremennye napravleniya razvitiya agrarnogo biznesa v usloviyakh importozameshcheniya [Modern trends in the development of agricultural business in the context of import substitution] // Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve. 2019. No. 5 (50). Pp. 70–76. (In Russian.)
7. Evraziyskiy ekonomicheskii soyuz v tsifrakh: kratkiy statisticheskiy sbornik; Evraziyskaya ekonomicheskaya komissiya [Eurasian Economic Union in Figures: A Brief Statistical Book; Eurasian Economic Commission]. Mosco, 2018. 206 p. (In Russian)
8. Evstigneev R. N. Ekonomicheskaya strategiya: ekstrapolyatsiya ili zakonomernost'? [Economic strategy: extrapolation or pattern?] [e-resource]. URL: <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=33799> (date of reference: 03.10.2020). (In Russian.)
9. Ezhenedel'nyy informatsionnyy byulleten' [Weekly newsletter] [e-resource]. URL: http://apk.rkursk.ru/files/inf_b (date of reference: 03.10.2020). (In Russian.)
10. Zhadan V. N. Znachenie dlya Rossii sotrudnichestva s mezhdunarodnymi organizatsiyami [The importance for Russia of cooperation with international organizations] // Molodoy uchenyy. 2017. No. 5. Pp. 287–292. URL: <https://moluch.ru/archive/139/39141> (date of reference: 27.08.2020). (In Russian.)
11. Komarov V. V. Novyy trend v mirovoy ekonomike [New trend in the global economy] // Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve. 2019. No. 5 (50). Pp. 16–21. (In Russian.)
12. Kondratov D. Torgovo-ekonomicheskoe sotrudnichestvo na prostranstve SNG: vozmozhnosti rasshireniya [Trade and economic cooperation in the CIS space: opportunities for expansion] // International journal of management theory and practice. 2017. No. 5. Pp. 59–64. (In Russian.)
13. Mezhdunarodnye organizatsii obkhodyatsya Rossii slishkom dorogo [International organizations cost Russia too much] [e-resource]. URL: <http://politruussia.com/world/mezhdunarodnye-svyazi-obkhodyatsya-918> (date of reference: 31.08.2020). (In Russian.)
14. Mesto Rossii v sisteme mezhdunarodnykh organizatsiy [Russia's place in the system of international organizations] [e-resource]. URL: <https://geographyofrussia.com/mesto-rossii-v-sisteme-mezhdunarodnykh-organizatsiy> (date of reference: 31.08.2020). (In Russian.)
15. Novichkova N. A. Zakonomernosti globalizatsii mirovogo sel'skogo khozyaystva i ee proyavlenie v sel'skom khozyaystve Rossii [Patterns of globalization of world agriculture and its manifestation in the agriculture of Russia] // Ekonomist. 2017. No. 10. Pp. 6. (In Russian.)

Authors' information:

Sergey E. Shchitov¹, candidate of economic sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-9307-5962, AuthorID 44129952; +7 928 903-29-89, stiffxl@yandex.ru

Svetlana V. Podgorskaya¹, candidate of economic sciences, associate professor, ORCID 0000-0001-8912-7865, AuthorID 702217; +7 928 626-03-25

Nadezhda V. Likholetova¹, candidate of economic sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-8174-8381, AuthorID 621840; +7 928 119-88-90

¹ Federal Rostov Agrarian Research Center, Rassvet, 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:

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

O. A. Багрецова – ответственный редактор

A. B. Ерофеева – редактор

N. A. Предеина – верстка, дизайн

Editorial:

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

O. A. Bagretsova – executive editor

A. V. Erofeeva – editor

N. A. Predeina – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

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

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

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

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

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

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

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

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

Отпечатано в Типографии «Амирит».

410004, г. Саратов, ул. им Чернышевского Н. Г., д. 88, литер У.

Подписано в печать: 10.10.2021 г. Усл. печ. л. 11,9. Авт. л. 10,8.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

