



Уральский государственный  
аграрный университет

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

# АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

**AGRARIAN BULLETIN  
OF THE URALS**

**T. 25, № 01  
Vol. 25, No. 01**

**2025**

**Сведения о редакционной коллегии**

**И. М. Донник** (главный редактор), академик РАН, помощник президента Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (Москва, Россия)  
**О. Г. Лоретц** (заместитель главного редактора), ректор Уральского государственного аграрного университета (Екатеринбург, Россия)  
**П. Сотони** (заместитель главного редактора), доктор ветеринарных наук, профессор, академик Венгерской академии наук, академик Польской медицинской академии, ректор Университета ветеринарной медицины Будапешта (Будапешт, Венгрия)

**Члены редакционной коллегии**

**Н. В. Абрамов**, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)  
**Р. З. Аббас**, Сельскохозяйственный университет (Фейсалабад, Пакистан)  
**В. Д. Богданов**, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)  
**В. Н. Большаков**, академик РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)  
**О. А. Быкова**, Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург, Россия)  
**Э. Д. Джавадов**, академик РАН, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)  
**Л. И. Дроздова**, Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург, Россия)  
**А. С. Донченко**, академик РАН, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, Россия)  
**Б. С. Есенгельдин**, Павлодарский педагогический университет (Павлодар, Казахстан)  
**Н. Н. Зезин**, член-корреспондент РАН, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Екатеринбург, Россия)  
**С. Б. Исмурастов**, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова (Костанай, Казахстан)  
**В. В. Калашников**, академик РАН, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства (Рязань, Россия)  
**А. Г. Коцаев**, академик РАН, Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)  
**У. Р. Матякубов**, Ургенчский государственный университет (Ургенч, Узбекистан)  
**В. С. Мымрин**, ОАО «Уралплемцентр» (Екатеринбург, Россия)  
**М. С. Норов**, Таджикский аграрный университет имени Шириншо Шотемур (Душанбе, Таджикистан)  
**В. С. Паштецкий**, член-корреспондент РАН, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма (Симферополь, Россия)  
**Ю. В. Плугатарь**, член-корреспондент РАН, член Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, начальник Отдела РАН по взаимодействию с научными организациями Крыма и города федерального значения Севастополя, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (Ялта, Россия)  
**М. Б. Ребезов**, Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, (Москва, Россия)  
**О. А. Рущицкая**, Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург, Россия)  
**А. Г. Самоделкин**, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижний Новгород, Россия)  
**А. А. Стекольников**, академик РАН, 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-

**Editorial board**

**Irina M. Donnik** (Editor-in-Chief), academician of the Russian Academy of Sciences, Assistant to the President of the National Research Center “Kurchatov Institute” (Moscow, Russia)  
**Olga G. Lorets** (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Péter Sótönyi** (Deputy chief editor) of doctor of veterinary sciences, professor, academician of Hungarian Academy of Sciences, academician of Polish Medical Academy, rector of University of Veterinary Medicine of Budapest (Budapest, Hungary)

**Editorial Team**

**Nikolay V. Abramov**, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)  
**Rao Zahid Abbas**, University of Agriculture (Faisalabad, Pakistan)  
**Vladimir D. Bogdanov**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)  
**Vladimir N. Bolshakov**, academician of the Russian Academy of Sciences, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)  
**Olga A. Bykova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Eduard D. Dzhavadov**, academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (St. Petersburg, 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)  
**Bauyrzhan S. Yessengeldin**, Pavlodar Pedagogical University Republic of Kazakhstan  
**Nikita N. Zezin**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, 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**, academician of the Russian Academy of Sciences, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)  
**Umidjon R. Matyakubov**, Urgench State University (Urgench, Uzbekistan)  
**Vladimir S. Mymrin**, “Uralplemstsr” (Ekaterinburg, Russia)  
**Mastibek S. Norov**, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)  
**Vladimir S. Pashtetstkiy**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, 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)  
**Maksim B. Rebezov**, V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)  
**Olga A. Rushchitskaya**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Aleksandr G. Samodelkin**, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy (Nizhny Novgorod, Russia)  
**Anatoliy A. Stekolnikov**, academician of the Russian Academy of Sciences, 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

Содержание

**Агротехнологии**

- Л. П. Кудрявцева* 2  
Значимость «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекционной работе на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине
- В. Т. Мамедзаде* 10  
Микробиологическая активность естественных биотопов горно-лесных желтоземных почв
- В. А. Сапега* 20  
Эффективность сортоиспытания овса в Тюменской области и оценка урожайного и адаптивного потенциала его сортов
- Н. М. Терехин, Л. Н. Мищенко, М. В. Терехин, Н. А. Карпова* 31  
Влияние изменения технологических качеств зерна на стрессоустойчивость и компенсаторную способность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Амурской области

**Биология и биотехнологии**

- С. Я. Бевз, А. М. Козина, Е. А. Тошкина* 40  
Научные подходы по разработке ресурсосберегающего сырьевого конвейера
- Н. В. Коник, Э. Б. Калинин, В. Р. Каиров, З. А. Кубатиева, Е. А. Капитонова* 52  
Эффективность производственного использования коров молочных пород
- П. С. Остапчук, Н. В. Шадрин, А. В. Празукин, Е. В. Ануфриева, Т. А. Кувда, Ю. К. Фирсов, Д. В. Зубоченко, Т. П. Макалли* 61  
Влияние добавок зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* в рацион молодняка кроликов на их рост и развитие
- А. Д. Решетников, А. И. Барашикова* 74  
К экологии зоофильных мух в условиях Якутии
- Л. Д. Самусенко, А. В. Мамаев, С. Н. Химичева, А. О. Соловьева* 83  
Модель биоэнергетического параметрирования воспроизводящего поголовья овец при оценке шерстной продуктивности

**Экономика**

- С. П. Воробьев, В. В. Воробьева, А. С. Савченк, Т. И. Валецкая* 94  
Эффективность размещения производства маслосемян подсолнечника в Алтайском крае
- Н. Ю. Зубарев, А. А. Урасова, И. В. Царенко, Ю. Н. Зубарев* 106  
Аграрные технопарковые структуры как инструмент развития агропромышленного комплекса
- А. М. Капишиников, Н. В. Воробьева* 117  
Перспективы российского экспорта мясной продукции из птицы в новых геополитических условиях
- Н. М. Полянская, Э. Б. Найданова, Л. В. Тушкаева, Н. В. Шобдоева* 134  
Продовольственная самообеспеченность в регионах Дальневосточного федерального округа
- О. В. Прущак, И. М. Кублин, А. А. Воронов, О. А. Рушчичкая* 150  
Вклад малых форм агробизнеса в обеспечение продовольственной безопасности России

Contents

**Agrotechnologies**

- L. P. Kudryavtseva* 2  
The importance of the “Collection of microorganisms – pathogens of flax diseases” in breeding work for resistance to fusarium wilt and rust
- V. T. Mammadzade* 10  
Microbiological activity of natural biotope of mountain forest yellow soils
- V. A. Sapega* 20  
Efficiency of variety testing of oats in the Tyumen region and assessment of the yield and adaptive potential of its varieties
- N. M. Terekhin, L. N. Mishchenko, M. V. Terekhin, N. A. Karpova* 31  
The impact of changes in the technological qualities of grain on the stress resistance and compensatory ability of spring soft wheat varieties in the conditions of the Amur region

**Biology and biotechnologies**

- S. Ya. Bevz, A. M. Kozina, E. A. Toshkina* 40  
Scientific approaches to the development of a resource-saving raw material conveyor
- N. V. Konik, E. B. Kalinichenko, V. R. Kairov, Z. A. Kubatieva, E.A. Kapitonova* 52  
Efficiency of production use of dairy cows in the context of federal districts of Russia
- P. S. Ostapchuk, N. V. Shadrin, A. V. Prazukin, E. V. Anufrieva, T. A. Kuevda, Yu. K. Firsov, D. V. Zubochenko, T. P. Makalish* 61  
Effects of the *Cladophora* greenfilamentous algae supplements in the young rabbits’ diet on their growth and development
- A. D. Reshetnikov, A. I. Barashkova* 74  
On the ecology of zoophilic flies in the conditions of Yakutia
- L. D. Samusenko, A. V. Mamaev, S. N. Khimicheva, A. O. Solovyeva* 83  
A model of bioenergetic parameterization of a reproducing sheep population in assessing wool productivity

**Economy**

- S. P. Vorobyev, V. V. Vorobyeva, A. S. Savchenko, T. I. Valetskaya* 94  
The efficiency of the placement of sunflower oil seed production in the Altai Territory
- N. Yu. Zubarev, A. A. Urasova, I. V. Tsarenko, Yu. N. Zubarev* 106  
Agrarian technopark structures as a tool for the development of agro-industrial complex
- A. M. Kapishnikov, N. V. Vorobyeva* 117  
Prospects for Russian exports of poultry meat products in new geopolitical conditions
- N. M. Polyanskaya, E. B. Naydanova, L. V. Tushkaeva, N. V. Shobdоеva* 134  
Food self-sufficiency in the regions of the Far Eastern Federal District
- O. V. Prushchak, I. M. Kublin, A. A. Voronov, O. A. Rushchitskaya* 150  
Contribution of small forms of agribusiness to food security in Russia



## Значимость «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекционной работе на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине

Л. П. Кудрявцева <sup>✉</sup>

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: [info.trk@fncl.ru](mailto:info.trk@fncl.ru)

**Аннотация.** Цель работы – отбор на инфекционном фоне невосприимчивых к фузариозному увяданию и ржавчине генотипов льна для использования их в селекции на устойчивость к данной патологии. В Северо-Западном регионе Тверской области (2019–2022 гг.) были проведены исследования в вегетационных и полевых условиях с использованием искусственно-провокационных фонов возбудителей ржавчины и фузариозного увядания для определения устойчивости льна. В работе использовали коллекционные образцы, селекционный материал льна и штаммы, изоляты возбудителей ржавчины и фузариозного увядания из коллекции патогенов. **Методы.** В закладке лабораторных, вегетационных и полевых опытов использовали методики Института льна. **Результаты.** За четыре года исследований (2019–2022) «Коллекция микроорганизмов – возбудителей основных болезней льна» пополнилась 26 изолятами уредоспор возбудителя ржавчины, 11 из них характеризовались средней реакцией к тест-сортам, 15 – слабовирулентной. Из выделенных 25 изолятов фузариоза к виду *F. oxysporum* принадлежало 68,5 % исследованных биообразцов, 31,5 % штаммов было отнесено к видам рода *Fusarium* – возбудителям фузариозного побурения. Доминирующее положение заняли сильновирулентные штаммы (52,9 %), слабовирулентные биообразцы составили 11,8 %. Из 351 изученного генотипа высокую устойчивость к ржавчине на уровне 92,2–100 % показали 213 образцов и селекционных линий льна-долгунца, а к фузариозному увяданию 100 образцов (28,5 %) имели высокоустойчивую реакцию. Высокую, стабильную групповую устойчивость на уровне 81,5–100 % за годы исследований показали 12 коллекционных образцов и селекционных линий льна: П-281, Л-191, Р-256-02, П-270, П-273, М-358, Diane, М-355, К-6862\*, Дукат, Талер, JVM-6. **Научная новизна.** Многолетняя оценка 351 генотипа с использованием коллекционных биообразцов позволила выявить образцы с групповой устойчивостью к ржавчине и фузариозному увяданию, которые необходимо использовать в селекционных программах.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, сорт, устойчивость к болезням, возбудитель

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке Министерства высшего образования и науки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2024-0005).

**Для цитирования:** Кудрявцева Л. П. Значимость «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» в селекционной работе на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 2–9. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-2-9>.

**Дата поступления статьи:** 13.02.2024, **дата рецензирования:** 25.11.2024, **дата принятия:** 29.11.2024.

## The importance of the “Collection of microorganisms – pathogens of flax diseases” in breeding work for resistance to fusarium wilt and rust

L. P. Kudryavtseva<sup>✉</sup>

Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: [info.trk@fncl.ru](mailto:info.trk@fncl.ru)

**Abstract.** The study and selection of immune flax genotypes against an infectious background to fusarium wilt and rust for their use in breeding for resistance to this pathology is the purpose of our work. In the Northwestern region of the Tver Region (2019–2022), studies were conducted in vegetation and field conditions. using artificially provocative backgrounds of rust pathogens and fusarium wilt to determine the stability of flax. The work used collectible samples, flax breeding material and strains, isolates of rust and fusarium wilt pathogens from the pathogen collection. Methods. Field, vegetation and laboratory experiments were conducted according to the methods of the Flax Institute. Results. During four years of research (2019–2022), the “Collection of microorganisms – pathogens of major flax diseases” was replenished with 26 isolates of uredospores of the rust pathogen. 11 of them were characterized by an average and 15 slightly virulent reaction to test varieties. Of the 25 isolated fusarium isolates, to the type *F. oxysporum* owned 68.5 % of the studied biological samples, 31.5 % of the strains were classified as species of the genus *Fusarium* – causative agents of fusarium browning. The dominant position was occupied by highly virulent strains (52.9 %), weakly virulent biological samples amounted to 11.8 %. Among the studied 351 genotypes, 213 samples and breeding lines of flax showed high resistance to rust at the level of 92.2–100 %, and 100 samples (28.5 %) had a highly resistant reaction to the pathogen to fusarium wilt. 12 collection samples and breeding lines of flax have shown high, stable group stability at the level of 81.5–100 % over the years of research: P-281, L-191, R-256-02, P-270, P-273, M-358, Diane, M-355, K-6862\*, Ducat, Thaler, JVM-6. **Scientific novelty.** A long-term assessment of 351 genotypes using collectible biological samples allowed us to identify samples with group resistance to rust and fusarium wilt that need to be used in breeding programs.

**Keywords:** long-lived flax, variety, disease resistance, pathogen

**Acknowledgements.** The work was carried out with the support of the Ministry of Higher Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific Center for Bast Crops” (topic No. FGSS-2024-0005).

**For citation:** Kudryavtseva L. P. The importance of the “Collection of microorganisms – pathogens of flax diseases” in breeding work for resistance to fusarium wilt and rust. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 2–9. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-2-9>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 13.02.2024, **date of review:** 25.11.2024, **date of acceptance:** 29.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Лен-долгунец значительно подвержен поражению болезнями. В зоне льноводства России наиболее вредоносными являются ржавчина и фузариозное увядание. Многочисленные исследования биологических особенностей, патогенез, вредоносность возбудителей с момента, когда эти болезни были открыты, дали возможность более эффективно контролировать развитие и распространение ржавчины и фузариозного увядания. Сейчас эпифитотии этих болезней ушли в прошлое, хотя данные возбудители все еще способны развиваться и причинять определенный вред культуре льна. Потери урожая зависят от устойчивости сорта, наличия инфекционного материала, длительности периода с благоприятными погодными условиями, скорости

развития болезни и его продолжительности. При сильном развитии эти 2 патогена экономически значимо снижают урожай льноволокна и качество продукции, вызывают изреженность посевов или их гибель, отрицательно влияют на семенную продуктивность льна [1; 2].

Сильное проявление спермогонияльной, эцидиальной и уредостадий патогена отмечается при среднесуточной температуре воздуха 16–20 °С и периодическом выпадении осадков от 20 до 40 мм. При массовом развитии самой заметной и многочисленной уредостадии гриба льняные поля принимают оранжевый оттенок. В больных растениях происходят нарушения биохимических, биологических процессов. Однако наиболее вредоносной стадией патогена считается телейтоstadия. Черные

глянцевые пятна телейтопустул плотно прикрепляются к стеблю. В старину эту болезнь называли черной присухой, или мухоседом. Из-за развития черной присухи происходило снижение качественных показателей льноволокна, особенно в том случае, если лен был поражен комплексной патологией (фузариозом по ржавчине).

При заражении растений *Fusarium oxysporum Schl. f. lini (Bolley)* в первую очередь страдает корневая система, происходит закупорка сосудов токсинами возбудителя. Токсические выделения гриба снижают возможность клеток растения удерживать воду, что приводит к увяданию растения, а при сильном развитии болезни – к его гибели. Основным токсином *Fusarium oxysporum* является фузариновая кислота. Симптомы увядания растений находятся в прямой зависимости от концентрации фузариновой кислоты в растении. Устойчивые сорта не создают условий для образования грибом фузариновой кислоты и других токсинов.

На развитие патологического процесса оказывают влияние осадки, относительная влажность воздуха, почвы и температура воздуха. Оптимальной для развития этого возбудителя является температура воздуха 24–25 °С и относительная влажность почвы 60 %. Агротехника как экологический фактор оказывает влияние на пораженность фузариозом, при грамотном ее применении она способствует повышению устойчивости растений, но все-таки не устраняет основную проблему – поражение растений фузариозом и ржавчиной. Только использование в производстве устойчивых сортов спасает лен от недобора урожая или полной его гибели [3–5].

Невосприимчивость к патогенам – необходимый элемент селекционной программы льна-долгунца [6; 7]. Сорта Удалец, Росинка, Атлант, Зарянка и др. селекции Института льна имеют высокие показатели устойчивости к фузариозному увяданию и ржавчине [8; 9].

Постоянная трансформация возбудителей ржавчины и фузариозного увядания и их способности формировать новые биотипы на сортах льна вызывают необходимость мониторинга вирулентности популяций патогенов и постоянной селекционной защиты от болезней [10; 11].

Современный уровень селекционной работы на устойчивость предполагает эффективные, стабильные инфекционно-провокационные фоны с обоснованным составом искусственных популяций, участие всего разнообразия культур возбудителя по свойствам вирулентности и агрессивности. Все в комплексе обеспечивает более объективную оценку и способность выявить наиболее устойчивые формы для выведения сортов льна-долгунца с требуемыми характеристиками по урожайности и качеству льнопродукции, чему способствует созданная в 90-е годы «Коллекция микроорганизмов

– возбудителей болезней льна». Использование банка штаммов и изолятов возбудителей болезней способствует более успешной селекционной работе на устойчивость [12–14].

Оценка, отбор генотипов с устойчивостью к двум болезням с использованием инфекционного материала коллекции было целью наших исследований.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Объектом исследований служили сортообразцы льна культурного *Linum usitatissimum* L., полученные из «Национальной коллекции льна» Федерального научного центра лубяных культур, линии льна-долгунца селекции Института льна, а также коллекция патогенов с известными культурально-морфологическими и вирулентными свойствами. Все исследования проводили по методикам, общепринятым в научно-исследовательских учреждениях для иммунологических, селекционных и фитопатологических работ [15; 16]. В период с 2019 по 2022 годы проводили работу по пополнению «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна» новыми изолятами патогенов. Описание, характеристики культурально-морфологических показателей, свойства вирулентности и поддержание биообразцов возбудителей длительное время представляют основные моменты поддержания коллекции [16].

Ежегодный контроль над вирулентностью и составом искусственной популяции *Melampsora lini* (Pers) Lev. осуществляли в полевых условиях и на светоустановке СУЛ-1 на 15 тест-сортах льна, устойчивых к возбудителю (Алексим, Торжокский 4, Новоторжский, Ленок, Тверской, Альфа, Томский 17, Зарянка, Росинка, Прибой, Мерилин, Антей, Ализе, Эскалина), и восприимчивом сорте Полесский 4, что входит в методику оценки льна к заболеванию [15].

В основу различий видов фузариумов при определении видовой принадлежности положены такие признаки конидий гриба, как форма и размер макро- и микроконидий, количество перегородок, изогнутость, форма верхней клетки макроспор, наличие хламидоспор и др. Вирулентность изолятов возбудителя фузариозного увядания изучали в опытах, заложенных в вегетационных условиях в сосудах Митчерлиха с использованием сортов контрастных по восприимчивости к поражению фузариозным увяданием: А-29 – устойчивый, Белочка – восприимчивый. Инфицирование почвы в сосудах проводили чистой культурой каждого изолята, выращенного на автоклавированных зернах овса, из расчета 45 г в сосуд за 6 дней до посева.

Тестирование 351 генотипа льна по устойчивости к фузариозному увяданию проводили в вегетационных, а к ржавчине – в полевых условиях в период 2019–2022 годов с использованием селективных

инфекционно-провокационных фонов. Используя биообразцы *Fusarium oxysporum f. lini* (Booll.) и биообразцы уредо- и телейтоспор *Melampsora lini* (Pers) Lev. из «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна», создавали искусственные популяции этих патогенов. В соответствии с методикой Института льна закладывали инфекционные питомники [16; 17]. В вегетационных условиях, используя искусственную, синтетическую популяцию возбудителя, состоящая на 45–50 % из средневирулентных биообразцов и на 50–55 % из сильновирулентных штаммов, изучали устойчивость сортов льна-долгунца к фузариозному увяданию. Для развития инфекции возбудителя в почве ее вносили за 10–14 суток до посева. Пораженность образцов учитывали дважды: предварительный – в фазу полных всходов, основной – в период уборки, в ранне-желтую спелость. Площадь питания одного растения составляла 2,5 × 2,5 см. Норма высева семян – 16 штук, повторность опыта трехкратная.

Из провокационных условий для оптимального развития ржавчины использовали разреженный, широкорядный, поздний (в конце мая) посев. Согласно методике Института льна, для заражения генотипов льна использовали телейто- и уредоспоровый биоматериал возбудителя. Телейтоспоровый инфекционный материал раскладывали по всходам восприимчивого образца. Усиления искусственной полевой популяции возбудителя ржавчины достигали за счет уредоспорового материала, опыливая растения смесью уредоспор в период «слочка» – начало быстрого роста. Дважды за вегетационный сезон проводили учеты: предварительный – в период максимального развития уредостадии, основной – перед уборкой, в ранне-желтую спелость – по телейтостадии гриба [17].

Для оценки устойчивости генофонда льна к ржавчине и фузариозному увяданию использовали балловую шкалу оценки по методике Института льна.

Почва под опыты была среднесуглинистой слабокислой со средним содержанием калия 91,5–92,8 мг/кг и высоким содержанием фосфора в почве (269–278 мг/кг). Предшественником для льна служили зерновые культуры.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с использованием пакетов программ «Биостат» и Excel.

Следует отметить, что погодные факторы в годы исследований были в целом провокационными для видов *Fusarium oxysporum f. lini* и *Melampsora lini*, о чем косвенным образом свидетельствует уровень ГТК от 1,8 до 2,2. Во время вегетационного периода 2019 года складывались благоприятные температурные условия для развития ржавчины, фузариозного увядания. В период посева и всходов льна, температура воздуха достигала 18–21 °С, наряду с

высокой влажностью все это в совокупности является благоприятными условиями для развития инфекции. Вегетационный период 2020 года характеризовался повышенным количеством осадков при средней температуре воздуха 18,7–22,4 °С, что способствовало развитию инфекции патогенов. Однако 2021 год был засушливым, с высокой температурой воздуха (27–30 °С) продолжительное время (июнь, июль), что значительно снижало интенсивность развития ржавчины в полевом питомнике. 2022 год был оптимальным для развития как уредо- и телейтостадии возбудителя ржавчины, так и возбудителя фузариозного увядания. Степень поражения индикаторных тест-стандартов в годы исследований составила 65,9–83,2 % (к ржавчине – сорт Полесский 4, к фузариозному увяданию – образец AP<sub>5</sub>).

### Результаты (Results)

Коллекция вредных микроорганизмов, паразитирующих на льне, является единственной специализированной коллекцией в Европе и предназначена для решения различных проблем в селекции льна. «Коллекция микроорганизмов – возбудителей болезней льна» насчитывает более 1300 биообразцов и постоянно пополняется новыми штаммами и изолятами грибных патогенов.

Для полноты информации о биообразцах коллекции предусматривается проведение исследовательской работы по идентификации возбудителей, изучению культурально-морфологических и вирулентных свойств. Изучена вирулентность популяций возбудителей ржавчины, фузариоза. Основная часть коллекции представлена биообразцами с сильной и средней вирулентностью, имеются и авирулентные штаммы, что позволяет создавать любую искусственную популяцию возбудителя. Более 450 единиц хранения насчитывает коллекция штаммов возбудителей фузариоза. Род *Fusarium* представлен в коллекции 8 видами: *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. gibbosum*, *F. semitectum*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. sporotrichiella*, различающимися по происхождению, культурально-морфологическим свойствам и вирулентности.

Эффективность инфекционного фона к фузариозному увяданию во многом зависит от вирулентности популяции патогена. Селекционный процесс льна-долгунца по признаку устойчивости к фузариозному увяданию ведется в Институте льна на искусственном фоне с использованием популяции возбудителя, состоящей на 50,0–55,0 % из сильновирулентных и 45,0–50,0 % – из средневирулентных штаммов.

В 2019–2022 годах из растений и семян долгунцового и масличного льна было выделено 25 изолятов фузариоза. К виду *F. oxysporum* принадлежало 68,5 % исследованных биообразцов. Остальные штаммы (31,5 %) были отнесены к видам рода *Fusarium* – возбудителям фузариозного побурения.



Изучение вирулентности 17 штаммов фузариозного увядания показало, что в 2019 и 2021 годах доминирующее положение занимали высоковирулентные биообразцы (75,0 %), пораженность этими штаммами восприимчивого тест-сорта Белочка была на уровне 68,7–78,9 %. Средневирулентные в 2019 г. составили 24,3 %, а в 2021 г. – 15,0 %. Три изолята в 2020 году показали средневосприимчивую реакцию, два биообразца – восприимчивую реакцию. В 2022 году из 4 изученных изолятов 3 биообразца были отнесены к средневирулентным штаммам, тест-сорт Белочка поражен на уровне 38,2–27,6 %. Один биообразец отнесен к сильновирулентным штаммам.

Жизнеспособный качественный инфекционный материал (уредо- и телеспоровый) возбудителя ржавчины – залог дальнейшего развития инфекции в полевом питомнике. В настоящее время в селекционных, производственных посевах отсутствует естественная инфекция, что создает необходимость обратить особое внимание на сохранение инфекции *Melampsora lini* (Pers) Lev. в искусственных условиях. В связи с этим собраны, размножены и поддерживаются в жизнеспособном состоянии уредо- и телейтоспоровые биообразцы, входящие наряду с другими патогенами в банк биообразцов. Коллекционные биообразцы уредо- и телейтоспор *Melampsora lini* составляют 110 единиц хранения, харак-

теризующихся средней и слабой вирулентностью, высоковирулентные биообразцы отсутствуют [14].

В 2019–2022 годах проводили работу по пополнению и изучению вирулентности коллекционных биообразцов уредоспор возбудителя. За годы исследований «Коллекция микроорганизмов – возбудителей болезней льна» пополнилась 26 биообразцами уредоспор возбудителя ржавчины. Собранные биообразцы уредоспор с различных по восприимчивости к болезни сортов в летнее время в полевом инфекционно-провокационном питомнике исследовали на вирулентность в лабораторных условиях. В 2019 году из выделенных 15 изолятов 5 биообразцов были со средней вирулентностью, 10 изолятов показали слабовирулентную реакцию. Три изолята показали слабовирулентную реакцию в 2020 году. Исследования в 2021 году, проведенные на светоустановке, выявили, что все 4 изолята возбудителя ржавчины характеризовались на сортах-дифференциаторах средней вирулентностью: пораженность составила 50,8–58,8 %. Коллекционные биообразцы уредоспор *Melampsora lini* в 2022 году характеризовались на сортах-дифференциаторах слабой (2 изолята) и средней вирулентностью (2 изолята): пораженность составила 25,4–58,8 %. Таким образом, из 26 изолятов (2019–2022) средней вирулентностью характеризовались 11, а 15 изолятов были слабовирулентны.

Таблица 1  
Структура генотипов льна по устойчивости к болезням

Год	Всего образцов	Высокоустойчивых, шт.		Устойчивых, шт.		Среднеустойчивых, шт.		Восприимчивых, шт.	
		Фузариоз	Ржавчина	Фузариоз	Ржавчина	Фузариоз	Ржавчина	Фузариоз	Ржавчина
2019	69	13	35	8	26	22	8	26	5
2020	92	29	55	7	29	17	7	39	0
2021	92	20	81	16	11	25	0	31	1
2022	98	38	42	23	31	21	13	16	12
Итого	351	100	213	54	97	85	28	112	13

Table 1  
Structure of flax genotypes for resistance to diseases

Year	Total samples	Highly resistant, pcs.		Resistant, pcs.		Medium-resistant, pcs.		Susceptible, pcs.	
		<i>Fusarium</i>	<i>Rust</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Rust</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Rust</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Rust</i>
2019	69	13	35	8	26	22	8	26	5
2020	92	29	55	7	29	17	7	39	0
2021	92	20	81	16	11	25	0	31	1
2022	98	38	42	23	31	21	13	16	12
Total	351	100	213	54	97	85	28	112	13



Таблица 2  
Устойчивость к болезням коллекционных образцов льна (средние данные, 2019–2022 гг.)

Коллекционный образец, селекционная линия	Устойчивость, %	
	Ржавчина	Фузариозное увядание
П-281	94,8	87,5
М-358	100	100
П-273	96,7	91,7
П-270	95,0	100
М-355	98,7	100
Р-256-02	93,6	100
Л-191	95,4	100
К-6862*	81,6	97,4
Diane	95,0	91,1
JVM-6	100	86,7
Dukat	93,5	100
Taler	90,8	100
HCP <sub>05</sub>	6,8	5,2
<b>Стандарты</b>		
Альфа	98,8	85,9
Полесский 4	46,5	–
AP <sub>5</sub>	–	38,8

Таким образом, в годы исследований искусственные популяции патогенов имели разнообразный вирулентный состав, что позволило полноценно оценить коллекционные образцы и селекционный материал льна на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине.

Скрининг 351 коллекционного образца и селекционного материала льна в 2019–2022 годах на устойчивость к ржавчине и фузариозному увяданию показал наличие как устойчивых образцов, так и восприимчивых (таблица 1). Восприимчивый к ржавчине тест-сорт Полесский 4 поражен на уровне 52,8–58,5 %. Высокая устойчивость к ржавчине (92,2–100 %) выявлена у 213 генотипов льна, 4,1 % проявили восприимчивую реакцию к возбудителю.

Тест-образец AP<sub>5</sub> по восприимчивости к фузариозному увяданию поражен на 64,2–75,0 % в годы исследований. Среди изученного материала к фузариозному увяданию на искусственном провокационном фоне 100 образцов (28,5 %) имели высокоустойчивую реакцию к патогену на уровне 89,5–100 %. 112 образцов были восприимчивы на уровне 25,0–45,0 %. Среднеустойчивых к ржавчине было 13 образцов (8,0 %), а к фузариозному увяданию – 85 образцов (таблица 1). Высокой, стабильной групповой устойчивостью в пределах 81,5–100 % за годы исследований обладали 15 коллекционных образцов и селекционных линий льна (П-278, К-1684\*, П-281, Л-191, Р-256-02, П-270, П-273, М-358, Z-95198, Diane, М-355, К-6862\*, Дукат, Талер, JVM-6) (таблица 2).

Table 2  
Resistance to diseases of collection flax samples (average data, 2019–2022)

Collection sample, breeding line	Stability, %	
	Rust	Fusarium wilt
P-281	94.8	87.5
M-358	100	100
P-273	96.7	91.7
P-270	95.0	100
M-355	98.7	100
R-256-02	93.6	100
L-191	95.4	100
K-6862*	81.6	97.4
Diane	95.0	91.1
JVM-6	100	86.7
Dukat	93.5	100
Taler	90.8	100
LSD <sub>05</sub>	6.8	5.2
<b>Standards</b>		
Al'fa	98.8	85.9
Poleskiy 4	46.5	–
AP <sub>5</sub>	–	38.8

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Ввиду того что в природных условиях сильное проявление ржавчины и фузариозного увядания льна отмечается не ежегодно, что не позволяет полноценно изучить селекционный и коллекционный материал, это удлиняет селекционный процесс. Единственный верный путь – использование синтетических популяций возбудителей болезни. Качественный искусственный инфекционный биоматериал дает возможность вести целенаправленный подбор исходного материала на болезнеустойчивость, что сокращает сроки выведения устойчивых сортов.

Скрининг 351 коллекционного образца и селекционной линии льна-долгунца по устойчивости к фузариозному увяданию и ржавчине в сравнении с показателями устойчивости тест-сортов выявил 60,7 % образцов, показавших высокую устойчивость к ржавчине и 28,5 % к фузариозному увяданию. Эти образцы и селекционные линии можно рекомендовать в качестве родительских компонентов для селекции на болезнеустойчивость. 12 генотипов, показавшие стабильную групповую устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине, являются наиболее ценным исходным материалом для селекционных программ. Выявление устойчивых форм к наиболее вредоносным болезням имеет стратегическое значение в условиях современного льноводства. Создание новых сортов с групповой устойчивостью снизит потенциал инфекции в природе, улучшит фитосанитарное состояние посевов, сократит защитные химические мероприятия при производстве льнопродукции.

## Библиографический список

1. Рожмина Т. А., Мясникова А. В. Идентификация генов устойчивости к фузариозному увяданию у образцов льна масличного с различным жирнокислотным составом // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. № 24 (6). С. 980–988. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.6.980-988.
2. Косых Л. А. Лен масличный – культура пищевого использования (обзор) // Аграрная наука. 2021. № 10. С. 56–59. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-56-59.
3. Нехведович С. И. Патогенный комплекс грибов, паразитирующих на льне масличном // Сборник материалов Международной конференции молодых ученых. Минск, 2018. С. 159–175.
4. Stafęcka I., Grauda D., Stramkale S., The evaluation of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors // Zemdirbyste-Agriculture. 2019. No. 106 (4). Pp. 367–375. DOI: 10.13080/z-a.2019.106.047.
5. Cheng Y., Tang X., Gao C., Li Z., Chen J., Guo L., Wang T., Xu J. Molecular diagnostics and pathogenesis of Fungal Pathogens on Bast Fiber Crops // Pathogens. 2020. No. 9 (3). Pp. 223–242. DOI: 10.3390/pathogens9030223.
6. Рожмина Т. А., Пролетова Н. В., Ущাপовский И. В. Изучение контроля устойчивости к фузариозному увяданию (*Fusarium oxysporum f. lini*) на начальных этапах селекционного процесса льна-долгунца // Кормопроизводство. 2022. № 9. С. 22–26. DOI: 10.25685/KRM.2022.67.17.002.
7. Novakovskiy R. O., Dvorianinov E. M., Rozhmina T. A., Pushkova E. N., Povkhova L. V., Snezhkina A. V., Krasnov G. S., Kudryavtseva A. V., Melnikova N. V., Dmitriev A. A., Gryzunov A. A. Data on genetic polymorphism of flax *Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera // Data in Brief. 2020. Article number 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
8. Жученко А. А., Рожмина Т. А. Генетические ресурсы и селекция растений – главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (81). С. 3–8.
9. Степин А. Д., Рысев М. Н., Рысева Т. А., Лисицкая Т. Д. Оценка коллекционных образцов льна-долгунца по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Запада Российской Федерации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. Т. 23, № 1. С. 54–68.
10. Novakovskiy R., Pushkova E., Rozhmina T., Kudryavtseva L., Krasnov G., Dmitriev A., Melnikova N. Genetic diversity of *Linum usitatissimum* L. pathogens // FEBS Open Bio. 2019. Vol. 9, № S1. P. 310.
11. Кутузова С. Н., Пороховинова Е. А., Брач Н. Б., Павлов А. В. Мировой генофонд льна-долгунца ВИР и селекция устойчивых к ржавчине сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181 (2). С. 57–64.
12. Kutuzova S. N., Porokhovinova E. A., Bruch N. B., Pavlov A. V. Localization of rust resistance genes in old local Russian flaxes by methods of classical genetics // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. № 23 (6). Pp. 650–655. DOI: 10.18699/vj19.537.
13. Kanarin A., Samsonova A., Bankin M., et al. The genome sequence of five highly pathogenic isolates of *Fusarium oxysporum f. sp. lini* // Molecular Plant-Microbe Interaction. 2020. Vol. 33, No. 9. Pp. 1112–1115.
14. Кудрявцева Л. П. Вирулентность местной популяции возбудителя ржавчины и устойчивость к ней коллекционного материала // Вестник Ульяновской сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 63–68. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-63-63-68.
15. Лошакова Н. И., Крылова Т. В., Кудрявцева Л. П. Методические рекомендации по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию «Коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна». Торжок: Торжокская типография, 2006. 12 с.
16. Крылова Т. В., Лошакова Н. И., Агеева А. О. Методические рекомендации по созданию искусственной полевой популяции возбудителя ржавчины. Торжок: Торжокская типография, 2009. 11 с.
17. Лошакова Н. И., Крылова Т. В., Кудрявцева Л. П. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. Москва: Типография Россельхозакадемии, 2006. 52 с.

## Об авторе

**Людмила Платоновна Кудрявцева**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия; ORCID 0000-0001-8425-6502, AuthorID 770951. E-mail: info.trk@fncl.k.ru

## References

1. Rozhmina T. A., Myasnikova A. V. Identification of resistance genes to *Fusarium* wilt in oil flax samples with different fatty acid composition. Agricultural Science Euro-North-East. 2023; 24 (6): 980–988. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.6.980-988. (In Russ.)
2. Kosykh L. A. Oilseed flax – culture of food use (review). Agricultural Science. 2021; 10: 56–59. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-56-59. (In Russ.)

3. Nekhvedovich S. I. Pathogenic complex of fungi parasitizing oilseed flax. In: *Collection of materials of the International conference of young scientists*. Minsk, 2018. Pp. 159–175. (In Russ.)
4. Stafecka I., Grauda D., Stramkale S., The evolution of disease resistance of flax genotypes in relation to environmental factors. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019; 106 (4): 367–375. DOI: 10.13080/z-a.2019.106.047.
5. Cheng Y., Tang X., Gao C., Li Z., Chen J., Guo L., Wang T., Xu J. Molecular diagnostics and pathogenesis of Fungal Pathogens on Bast Fiber Crops. *Pathogens*. 2020; 9 (3): 223–242. DOI: 10.3390/pathogens9030223.
6. Rozhmina T. A., Proletova N. V., Shchapovskiy I. V. Studying the control of resistance to fusarium withering (*Fusarium oxysporum* f. lini) at the initial stages of the selection process of flax. *Kormoproizvodstvo*. 2022; 9: 22–26. DOI: 10.25685/KRM.2022.67.17.002. (In Russ.)
7. Novakovskiy R. O., Dvorianinov E. M., Rozhmina T. A., Pushkova E. N., Povkhova L. V., Snezhkina A. V., Krasnov G. S., Kudryavtseva A. V., Melnikova N. V., Dmitriev A. A., Gryzunov A. A. Data on genetic polymorphism of flax *Linum usitatissimum* L.) pathogenic fungi of *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Aureobasidium*, *Septoria* and *Melampsora* genera. *Data in Brief*. 2020; 31: 105710. DOI: 10.1016/j.dib.2020.105710.
8. Zhuchenko A. A., Rozhmina T. A. Genetic resources and plant breeding – the main mechanisms of adaptation in agriculture. *Bulletin of Agrarian Science*. 2019; 6 (81): 3–8. (In Russ.)
9. Stepin A. D., Rysev M. N., Ryseva T. A., Lisitskaya T. D. Evaluation of collection samples of flax by flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of the North-West of the Russian Federation. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022; 23 (1): 54–68. (In Russ.)
10. Novakovskiy R.O., Rozhmina T. A., Pushkova E. N., et al. Genetic diversity of *Linum usitatissimum* L. pathogens. *FEBS Open Bio*. 2019; 9 (51): 310.
11. Kutuzova S. N., Porokhovinova E. A., Brach N. B., Pavlov A. V. The world gene pool of long-lived flax VIR and the selection of rust-resistant varieties. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020; 181 (2): 57–64. (In Russ.)
12. Kutuzova S. N., Porokhovinova E. A., Bruch N. B., Pavlov A. V. Localization of rust resistance genes in old local Russian flaxes by methods of classical genetics. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019; 23 (6): 650–655. DOI: 10.18699/vj19.537.
13. Kanapin A., Samsonova A., Bankin M., et al. The genome sequence of five highly pathogenic isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. lini. *Molecular Plant-Microbe interAction*. 2020; 33 (9): 1112–1115.
14. Kudryavtseva L. P. Virulence of the local population of the rust pathogen and resistance to it of the collection material. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2023; 3 (63): 63–68. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-63-63-68. (In Russ.)
15. Loshakova N. I., Krylova T. V., Kudryavtseva L. P. *Methodological recommendations for the creation, maintenance, storage and practical use of the “Collection of microorganisms – pathogens of flax diseases”*. Torzhok: Torzhok Printing House, 2006. 12 p. (In Russ.)
16. Krylova T. V., Loshakova N. I., Ageeva A. O. *Methodological recommendations for the creation of an artificial field population of the rust pathogen*. Torzhok: Torzhok Printing House, 2009. 11 p. (In Russ.)
17. Loshakova N. I., Krylova T. V., Kudryavtseva L. P. *Methodological guidelines for the phytopathological assessment of the resistance of flax to diseases*. Moscow: Printing House of the Russian Agricultural Academy, 2006. 52 p. (In Russ.)

#### **Author's information:**

**Lyudmila P. Kudryavtseva**, candidate of agricultural sciences, senior researcher, leading researcher at the laboratory of breeding technologies, Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia; ORCID 0000-0001-8425-6502, AuthorID 770951. E-mail: info.trk@fncl.ru

## Микробиологическая активность естественных биотопов горно-лесных желтоземных почв

В. Т. Мамедзаде✉

Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджанская Республика

✉Email: [vafa.mammadzade@mail.ru](mailto:vafa.mammadzade@mail.ru)

**Аннотация.** Цель – провести исследование микробиологической обстановки горно-лесных желтоземных почв. **Методы.** В 2022–2024 годах были проведены межевания на Ленкоранской равнине, одном из важных туристических и экономических регионов Азербайджана. Микробиологические пробы отбирали стерильными инструментами. Собранные образцы почвы помещали в стерильные бумажные пакеты. Было обследовано 13 почвенных профилей. Почвенный материал для анализа был собран из горизонта А. **Научная новизна.** Научные инновации, полученные в ходе исследований, могут быть использованы в качестве литературного материала в связи с отсутствием в последние годы в Ленкоранском районе биологических исследований почвы современными методами. **Результаты.** Установлено, что микробиологическая активность тесно связана с гумусовыми веществами. Поэтому проведены исследования на двух естественных биотопах: лесных и Ханбуланчайском. Потепление почвы может изменить бактериальные сообщества, влияя на накопление углерода (С) и круговорот азота (N) в лесных экосистемах. Потепление сместило бактериальное сообщество в сторону олиготрофных таксонов, тогда как добавление азота могло ослабить эту тенденцию. Мы пришли к выводу, что высота является фактором окружающей среды, наиболее сильно связанным с общим количеством микробов. Кислотность почвы не связана с изменением численности микробов, но повышенное количество микромицетов обнаруживается в более кислых почвах независимо от их высоты. Общее микробное число микроорганизмов в исследуемых накопительных горизонтах варьировало от 5,96 lg КОЕ/г сухой почвы до 6,41 lg КОЕ/г сухой почвы. Настоящее исследование, как и все его результаты, могут служить основой для проведения многолетнего сезонного анализа обследованных территорий. Это позволит искать устойчивые взаимосвязи в долгосрочном периоде, охватывая различные факторы окружающей среды, потенциально влияющие на микробную биоту почвы.

**Ключевые слова:** почва, микробиота, биотопы, взаимосвязь гумуса и микроорганизмов

**Благодарности.** Автор выражает огромную благодарность за лабораторные исследования и за сезонные командировки Институту почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики. Исследование, представленное в статье, выполнено за счет собственных финансовых средств автора в Институте почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики.

**Для цитирования:** Мамедзаде В. Т. Микробиологическая обстановка естественных биотопов горно-лесных желтоземных почв // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 10–19. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-10-19>.

**Дата поступления статьи:** 19.05.2024, **дата рецензирования:** 02.09.2024, **дата принятия:** 27.09.2024.



## Microbiological activity of natural biotope of mountain forest yellow soils

V. T. Mammadzade✉

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan

✉Email: vafa.mammadzade@mail.ru

**Abstract.** The purpose is to conduct a study of the microbiological situation of mountain forest yellow soils. **Methods.** In 2022–2024, soil researches were carried out on the Lankaran Plain, one of the important tourist and economic regions of Azerbaijan. Soil material for analysis was collected from horizon A. **Scientific novelty.** Scientific innovations obtained in the course of research can be used as literary material due to the lack of biological soil research using modern methods in the Lenkoran region in recent years. **Results.** Research has established that microbiological activity closely related to humic substances. Therefore, research was carried out on two natural biotopes: forest and Khanbulanchay. Soil warming could change bacterial communities, affecting carbon (C) storage and nitrogen (N) cycling in forest ecosystems. Soil warming significantly altered the bacterial community structure, causing a decrease in Proteobacteria and Acidobacteria and an increase in Actinobacteria and Chloroflexi. High N addition had a greater effect on bacterial community structure than low N addition. Warming shifted the bacterial community toward oligotrophic taxa, whereas nitrogen addition may have weakened this trend. We conclude that altitude is the environmental factor most strongly associated with total microbial counts. Soil acidity is not associated with changes in microbial abundance, but increased numbers of micromycetes are found in more acidic soils regardless of altitude. The total microbial number of microorganisms in the studied accumulation horizons varied from 5.96 lg CFU/g dry soil to 6.41 lg CFU/g dry soil. This study, like all its results, can serve as the basis for conducting a multi-year seasonal analysis of the surveyed areas. This will allow for search for consistent relationships over the long term, covering different environmental factors potentially influencing soil microbial biota.

**Keywords:** soil, microbiota, biotopes, relationship between humus and microorganisms

**Acknowledgements.** The author expresses his deep gratitude to the institute for providing the necessary equipment for laboratory research and for seasonal business trips to the research site at the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan. The research presented in the article was carried out at the expense of the author's own funds at the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan.

**For citation:** Mammadzade V. T. Microbiological activity of natural biotopes of mountain-forest yellow earth soils. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 10–19. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-10-19>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 19.05.2024, **date of review:** 02.09.2024, **date of acceptance:** 27.09.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Леса являются высокопродуктивными экосистемами, вносят вклад в биогеохимические циклы углерода и азота, посредством которых они регулируют климат и глобальные изменения [1]. Леса также представляют собой пространственно весьма неоднородные экосистемы, которые содержат множество микробно-опосредованных реактивных интерфейсов. В основном это граница раздела корень – почва, граница раздела подстилка – почва, граница корень – корень и граница растение – атмосфера. Каждый из этих интерфейсов имеет свои уникальные характеристики и конкретные факторы, влияющие на численность микробов, доступность питательных веществ, микробное сообщество и доминирование определенных микробных таксонов.

Здесь мы рассматриваем опосредованные микробами реактивные взаимодействия в лесах, уделяя особое внимание взаимосвязи и динамике грибов и бактерий в широком временном масштабе, при этом экосистемные процессы варьируются от краткосрочных событий (например, сезонных изменений) до долгосрочного развития насаждений, страдающего от глобальное изменение климата (например, глобальное потепление или отложение азота).

Почвы и экологические исследования почв требуют осведомленности о непосредственной окружающей среде в пределах масштабов присутствия биологических организмов. Учитывая, что микробиологические процессы интенсивны в течение года, органические остатки древесной и травянистой растительности подвергаются сложным био-

химическим превращениям. Эти исследования могут включать предметные темы, имеющие отношение к почвоведению и его компонентам, растениеводству и устойчивому экономическому развитию, животноводству, лесному хозяйству, рыболовству, а также оценке экологических рисков [2; 3]. Поэтому знание биологических организмов необходимо во многих аспектах сельскохозяйственных и экологических оценок. Отсутствие доступа к этим знаниям является очевидным фактором, определяющим ограниченность надежных знаний о том, что представляет собой наша глобальная экосистема, а также научной проблемой для новых сельскохозяйственных разработок. Почвенные микроорганизмы являются важной частью пищевой сети леса [4; 6]. Они играют важную роль в трансформации органического вещества почвы и в подготовке трансформации органических компонентов к включению в биогеохимический круговорот [5]. Большое количество исследований сосредоточено на важной роли микроорганизмов как предсказателей изменений окружающей среды. Эти организмы, или почвенная биота, включают бактерии, актиномицеты, грибы и водоросли (микрофлора); простейшие и нематоды (микрофауна); коллемболы, клещи, термиты, муравьи и другие сопутствующие микроорганизмы, а также мезофауну и флору. Они играют жизненно важную роль в почве и очень важны для глобального биоразнообразия и глобальной экосистемы. Таким образом, обеспечивается лучшее понимание связей между исходными материалами почвы, составом растительного сообщества, регенерацией леса, органическим веществом и разнообразные организмы в более контрастных средах [8; 10]. Почвенная биота – это общий термин, обозначающий все почвенные организмы, живущие и взаимодействующие в почвенной среде, рассматриваемые как биологический двигатель Земли, движущие и преобразующие физические, химические, биологические и экологические процессы в почве. Почвенную биоту необходимо изучать выборочно из-за ее широкого разнообразия и распространения в сложной и неоднородной почвенной среде в масштабах от микронов до метров. Это означает, что биоразнообразие почвенной биоты представляет собой индустрию с разнообразными компонентами, которые вместе превращают почвы в живую и функциональную среду, и значительную часть глобального наземного биоразнообразия в почве. Типичными представителями почв влажных субтропиков являются горно-лесные желтоземные почвы. Они формируются под буково-грабовой, дубовой растительностью, вечнозеленым подлеском и разреженным травянистым покровом. В климатическом отношении горно-лесные желтоземные почвы отличаются контрастностью в распределении тепла, влаги, амплитуд температур, количеством выпада-

ющих осадков, которые всецело определяют интенсивность микробиологических процессов. Почвообразующими породами являются бескарбонатные делювиальные глины и суглинки с низкой порозностью и крайне слабой водопроницаемостью.

Достаточно продолжительный теплый период способствует интенсивной минерализации древесного опада и относительно глубокому микробиологическому распаду лесной подстилки. Процесс почвообразования протекает в условиях относительно повышенного поверхностного увлажнения и более глубокой промачиваемости почв [11; 13]. Большая продолжительность этого процесса в кислой и слабокислой среде приводит к интенсивному перераспределению минеральных элементов и илистых частиц по профилю почвы. Присутствующие в почвенном растворе катионы в процессе химической сорбции с органическими веществами образуют координационные связи. Процессы химического поглощения играют существенную роль в образовании между глинистыми минеральными и гумусовыми веществами органо-минеральных и глино-гумусовых соединений. Кроме того, на поверхности почвы удерживаются коллоидальные дисперсные частицы минералов и различных органических веществ. Поверхность образующихся глино-гумусовых соединений является хорошей питательной средой для многих групп микробиоты, поэтому почва активно сорбирует также живую массу микроорганизмов.

В итоге сорбированная микробиота создает дополнительную биомассу, которая совместно с дисперсными органическими компонентами в процессе гумификации пополняет резервы гумусовых веществ почвы. Микробиологические показатели все более широко используются при анализе и характеристике свойств многих типов почв, состояния экосистем и экологических функций самой почвы [12; 14]. При этом рассматриваются такие вопросы, как возможности и перспективы управления микробными сообществами, восстановления микробного звена, агрогеохимического круговорота  $\text{CO}_2$  в качестве индикаторов при оценке экологического состояния загрязненных почв и механизмов функционирования природных и антропогенных экосистем.

В 2022–2024 годах были проведены межгосударственные исследования на Ленкоранской равнине, одном из важных туристических и экономических регионов Азербайджана. Исследованиями установлено, что микробиологическая активность тесно связана с гумусовыми веществами. Поэтому проведены исследования на двух естественных биотопах: лесных и Ханбуланчайском. Потепление почвы может изменить бактериальные сообщества, влияя на накопление углерода (C) и круговорот азота (N) в лесных экосистемах. Потепление почвы существенно изменило структуру бактериального сообщества, вызвав уменьше-

ние количества протеобактерий и ацидобактерий и увеличение количества актинобактерий и хлорофлукси. Высокое добавление азота оказало большее влияние на структуру бактериального сообщества, чем его низкое добавление. Потепление сместило бактериальное сообщество в сторону олиготрофных таксонов, тогда как добавление азота могло ослабить эту тенденцию.

Учитывая, что изучаемые нами горно-лесные желтоземные почвы являются одним из доминирующих типов среди почв желтоземного ряда Ленкоранской области, мы сочли целесообразным провести исследование их микробиологической обстановки. Результаты экологических сетей показали, что потепление привело к усложнению сети совместного возникновения и усилению взаимодействия между сообществами разных типов, в то время как добавление азота усилило сотрудничество внутри сообществ, относящихся к одному и тому же типу. Мы утверждаем, что глубокие знания лесной микробиологии можно получить только путем изучения сложного лесного микробиома и функций его экосистемы. Создание основы для индивидуальных изменений лесов в итоге в будущем облегчит разработку стратегий, основанных на микробиоме. В этом отношении микроорганизмы управляют нишевыми процессами, оказывая значительное влияние на питательные вещества, взаимодействия и конкуренцию растений. Быстрые изменения в микробном сообществе почвы влияют на реакцию распространения деревьев и сосуществование популяций на новое давление отбора в окружающей среде. По сравнению с бактериями грибы, по-видимому, привлекают больше внимания в лесных экосистемах, и исследования показали, что грибы в лесах очень разнообразны и чувствительны к изменениям окружающей среды с точки зрения структуры сообщества, разнообразия и биомассы. Изучение лесных микробных сообществ отстает от изучения микробиомов сельскохозяйственных растений, поскольку развитие лесной экосистемы представляет собой сложный систематический процесс, на который влияют не только почва, но и корни, ризосфера, подстилка. Взаимодействия между деревьями и связанными с ними микробными сообществами чрезвычайно сложны. Пространственная неоднородность этих интерфейсов усложняет прогнозирование функций экосистем на уровне насаждений, и все эти микробные интерфейсы взаимосвязаны частыми потоками микробов (микробное рассеивание и смешивание). Таким образом, существует острая необходимость исходить из лесного микробиома путем интеграции микробиологии, сопряженной с основными реактивными взаимодействиями в лесных экологических процессах, с целью охватить всю микробиоту, связанную с многочисленными средами обитания в лесу любого типа. Коллектив-

ная информация о микробном статусе (например, о структуре и функциях микробиоты) позволяет понять взаимосвязь между микробами, а также между микробиомом и параметрами окружающей среды. Связанный с корнем микробиом является важным фактором эволюции лесного микробиома. В частности, биотрофная связь, установившаяся между растениями и микоризными грибами, влияет на эволюционную траекторию растения-хозяина. Разложение подстилки, особенно в лесах умеренного пояса, сильно зависит от времени года.

#### **Материалы и методы исследования (Methods)**

Микробиологические пробы отбирали стерильными инструментами. Собранные образцы почвы помещали в стерильные бумажные пакеты с соблюдением всех правил стерильности. Было обследовано 13 почвенных профилей. Почвенный материал для анализа был собран из горизонта А (рис. 3). В качестве объекта исследования были выбраны естественный лесной биотоп под дубово-железняковой, мертво-покровной растительностью и биотоп, расположенный вблизи озера Ханбуланчайского. Почвенные пробы из указанных ценозов отбирались послойно с горизонтов 0–10 см; 10–20 см и 20–30 см. Лабораторный анализ проводился с целью определения основных характеристик почвы: кислотность почвы ( $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ ) – ISO 10390; содержание органического углерода – модифицированный метод Турина и метод разложения Кьельдаля (ISO 11261) для определения общего содержания азота с соблюдением всех мер асептики. Для определения общего микробного числа использовали метод последовательного разведения и последующую инокуляцию на соответствующую элективную агар-среду. Для определения общего количества бактерий использовалась питательная среда, состоящая из мясо-пептонного агара (МПА). Для определения актиномицетов и микроскопических грибов использовались крахмально-аммиачный агар и сусло-агар, подкисленный лимонной кислотой. Для выделения микромицетов используют агар Чапека – Докса. Подсчет выражали в виде колониеобразующих единиц на грамм сухой почвы (КОЕ/г сухой почвы) под логарифмом ( $\lg$ ). Мы изучали состояние, а также изменения бактериального сообщества путем нагревания почвы и добавления двух уровней азота ( $40$  и  $80 \text{ kg N ga}^{-1}$ ) в течение двух лет на субтропической лесах. Микробиологические исследования собранных образцов почвы проводились сразу после их сбора. Проанализированы основные микробиологические показатели, связанные с биогенностью почвы: общая микробная численность, определение процентного распределения различных микробных групп (спорообразующие бактерии, неспорообразующие бактерии, актиномицеты и микромицеты). Для определения спорообразующих бактерий почвенный экстракт

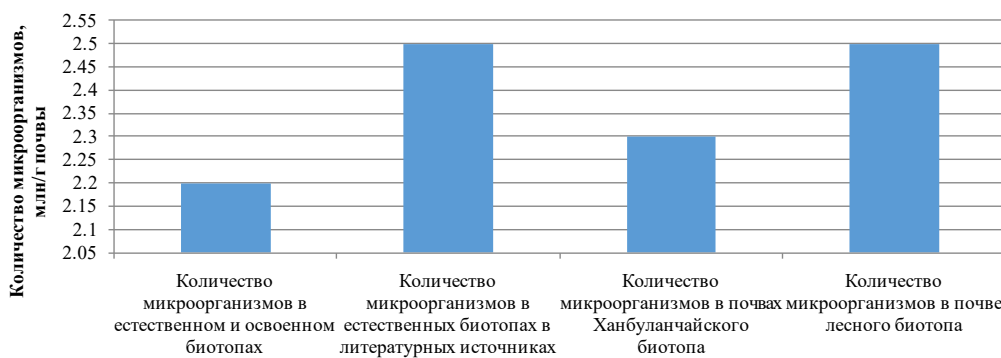
предварительно пастеризовали. Питательный агар использовали для культивирования спорообразующих и неспорообразующих бактерий. Для выделения актиномицетов использовали агар для выделения актиномицетов.

**Результаты (Results)**

Изучено и проанализировано 13 почвенных профилей. Учитывая вышеизложенное, микробные популяции будут располагаться в определенных микросредах в соответствии с их потребностями для роста и выживания. Благодаря своей чувствительности и адаптивности микроорганизмы могут служить индикатором состояния почв лесных территорий и отсюда предоставлять своевременную информацию о состоянии и динамических изменениях, происходящих в лесных экосистемах в результате глобального изменения климата. Именно терапевтическая реакция на изменения окружающей среды позволяет использовать микроорганизмы в качестве индикатора изменений состояния почвы. Численность и распределение микробных групп являются важными показателями здоровья и качества почвы. Биогенность почвы – динамический показатель, связанный с параметрами почвы. Динамика численности и процентного распределения почвенных микроорганизмов является показателем активности преобразования органического вещества почвы. Наличие высокой биогенности лесных почв предполагает процессы трансформации органического вещества со скоростью, обеспечи-

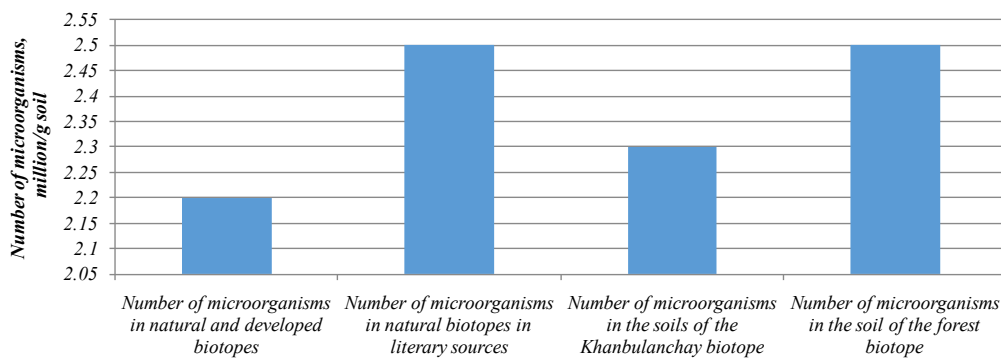
вающей необходимые питательные вещества растениям и поддерживающей регулярный круговорот веществ. Почвенные микроорганизмы являются ключевым элементом лесных почв. Они участвуют в превращении растительного сырья в гумус. Исследуемые почвы вследствие избыточного увлажнения, слабокислой и кислой реакции почвенной среды (рН = 4,7...6,0) резко понижают микробиологические темпы деструкции подстилки и вовлечение продуктов разложения на гумусообразование. Поскольку процесс минерализации подстилки протекает в течение года, то растительные остатки успевают значительно разложиться.

Вследствие интенсивного вымывания образующихся гумусовых веществ не происходит накопления и образования мощных запасов гумусовых горизонтов. Все это существенным образом отражается на количественных показателях микроорганизмов и их распределении по отдельным почвенным горизонтам. Первоначально наши исследования охватывали определение общего количества микроорганизмов в выбранных биотопах. Было установлено, что в почве лесного биотопа в слое 0–30 см было 2,6 млн/г почвы микроорганизмов, аналогично в почве Ханбуланчайского биотопа численность микроорганизмов составила в среднем 2,3 млн/г почвы. Как видно из диаграммы (рис. 1), полученные нами данные по естественным биотопам полностью согласуются с литературными показателями.



Горно-лесная желтоземная почва

Рис. 1. Сравнительный анализ количества микроорганизмов по отдельным биотопам горно-лесных желтоземных почв



Mountain-forest yellow soil

Fig. 1. Comparative analysis of the number of microorganisms in individual biotopes of mountain-forest yellow earth soils



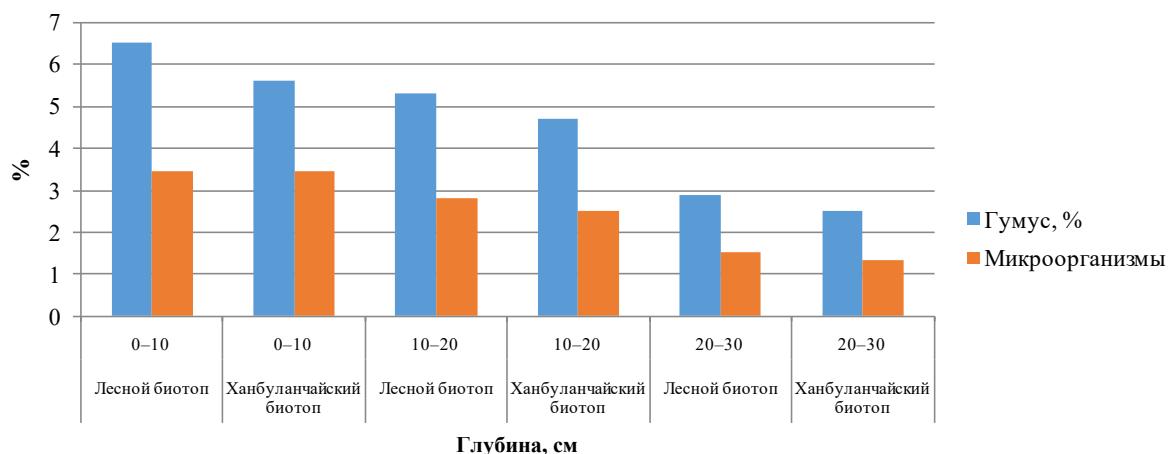


Рис. 2. Взаимосвязь количественных показателей гумуса и микроорганизмов по отдельным слоям изучаемых биотопов горно-лесной желтоземной почвы

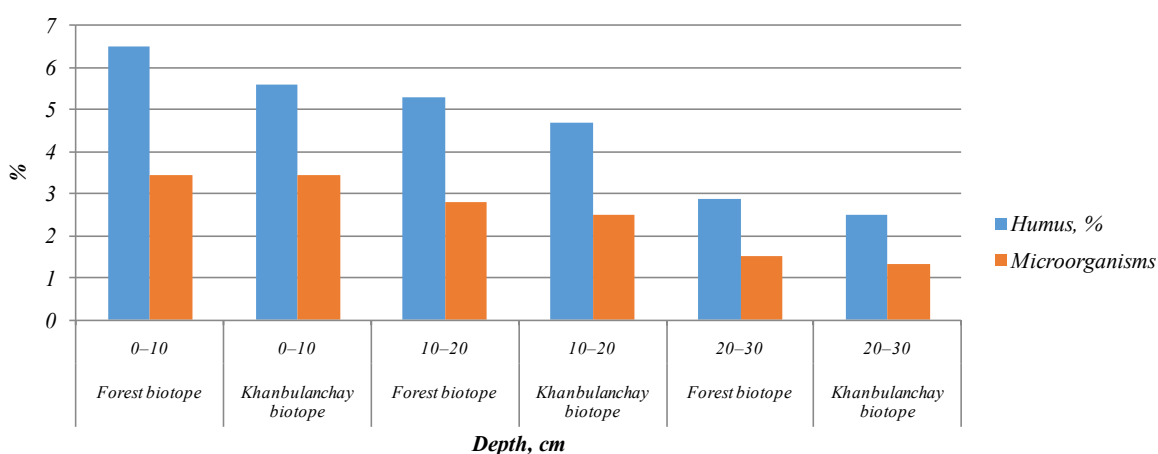


Fig. 2. Relationship between quantitative indicators of humus and microorganisms

Сравнение карт, составленных в разные годы, показывает, что биологическое разнообразие лесных экосистем равнинной территории когда-то было богатым, а основным типом ландшафта был лесной покров. Площадь лесов региона составляет 150 000 га. Однако из-за воздействия долговременных антропогенных факторов реликтовые растения сокращаются, а биологическое разнообразие деградирует. Исключение составляет лишь почва освоенного биотопа, где общее количество микроорганизмов возрастает до 3,5 млн/г почвы.

Поскольку жизнедеятельность микроорганизмов тесно связана с гумусовыми веществами, особую значимость приобретает анализ взаимосвязи между изменением количества микроорганизмов и гумуса по отдельным горизонтам изучаемых биотопов (рис. 2). Так, если в почвенных горизонтах (0–10, 10–20 и 20–30 см) лесного биотопа содержание гумуса изменяется в пределах 2,9–6,5 %, то адекватно ему общее количество микроорганизмов в этих горизонтах соответственно варьирует от 3,45 до 1,54 млн/г почвы. В почве Ханбуланчайского биотопа содержание гумуса несколько уменьшается до 2,5–5,6 %, при этом понижаются и количественные показатели микроорганизмов до 1,34–2,97 млн/г по-

чвы. Как видно из этих данных, гумусовые вещества составляют важную часть пищевых ресурсов автохтонной группы микроорганизмов. Объединив изменения в содержании азота, наблюдаемые в почве, бактериях и растениях, мы предположили, что как потепление, так и добавление азота увеличивают оборот углерода и азота (между растениями и микроорганизмами) и продуктивность растений в долгосрочной перспективе. Наш эксперимент может быть ценным для понимания механизмов потепления и воздействия добавления азота на почвенные микробы. Кроме того, двухлетний период для изучения последствий потепления почвы и добавления азота, а также их взаимодействия может оказаться слишком коротким. Краткосрочные последствия потепления и добавления азота могут заметно отличаться от долгосрочных реакций. Хотя наши результаты показали, что бактериальное сообщество изменилось за два года потепления, необходимы более долгосрочные исследования, а механизмы экологических эффектов требуют дальнейшего изучения. Изменения в структуре и образе жизни почвенных бактериальных сообществ могут влиять на разложение органического вещества почвы и, как следствие, на рост растений. Изменения в составе

бактериального сообщества могут отражать изменения в доступности питательных веществ в почве при потеплении. Доля олиготрофных и копитрофных таксонов в бактериальном сообществе является важным предиктором содержания органического углерода в почве минерализация. Учитывая сдвиг (от копитрофных к олиготрофным таксонам), наблюдаемый после двух лет потепления почвы; экология и функции этих двух групп в лесных биогеохимических циклах заслуживают дальнейшего изучения. Наши результаты показывают, что разные виды могут реагировать на потепление по-разному, что приводит к изменениям в относительной численности определенных таксонов; однако экологические последствия требуют дальнейшего изучения. В нашем исследовании структура почвенного бактериального сообщества изменилась после двух лет прогрева почвы и внесения азота. В ответ на потепление значительно увеличилось количество актинобактерий и хлорофлекси, тогда как концентрации протеобактерий и ацидобактерий снизились. Обработка высоким содержанием азота оказала большее влияние на структуру бактериального сообщества, чем легкое добавление азота. Хотя добавление азота оказало меньшее воздействие, чем по-

тепление, оно привело к схожим закономерностям изменений на уровне типа и класса. Потепление вызвало сдвиг в сторону олиготрофных таксонов, тогда как добавление азота могло ослабить эту тенденцию. Топологические индексы экологических сетей еще раз подчеркнули различные модели совместного существования внутри почвенного бактериального сообщества в условиях потепления и добавления азота. Потепление усложнило сеть совместной встречаемости, увеличив взаимодействие между различными микробными типами, в то время как добавление азота индуцировало более высокий уровень сотрудничества внутри типа. Нагревание почвы и добавление азота ускорили циклы углерода и азота в почве, увеличивая восходящий поток азота (из подземных в надземные) и скорость разложения, тем самым способствуя росту деревьев. Нам необходимо провести дополнительные исследования зрелых лесов и провести долгосрочное исследование для изучения механизмов, лежащих в основе этих экологических последствий. Общее микробное число микроорганизмов в исследуемых накопительных горизонтах варьировало от 5,96 lg КОЕ/г сухой почвы до 6,41 lg КОЕ/г сухой почвы (таблица 1).

Таблица 1  
Общее микробное число и количество основных микробных групп, lg КОЕ/г сухой почвы

Общее микробное число	Спорообразующие бактерии	Неспорообразующие бактерии	Актиномицеты	Микромицеты
6,32 ± 0,15	5,58 ± 0,16	5,72 ± 0,19	4,88 ± 0,23	5,13 ± 0,37
6,36 ± 0,15	5,62 ± 0,16	5,85 ± 0,19	4,62 ± 0,23	5,09 ± 0,37
6,40 ± 0,15	5,96 ± 0,16	6,11 ± 0,19	5,00 ± 0,23	5,26 ± 0,37
6,41 ± 0,15	5,88 ± 0,16	6,18 ± 0,19	5,10 ± 0,23	5,28 ± 0,37
6,32 ± 0,15	5,88 ± 0,16	6,00 ± 0,19	5,17 ± 0,23	5,27 ± 0,37
6,31 ± 0,15	5,90 ± 0,16	6,00 ± 0,19	5,06 ± 0,23	5,08 ± 0,37
6,30 ± 0,15	5,84 ± 0,16	5,90 ± 0,19	5,49 ± 0,23	5,30 ± 0,37
6,26 ± 0,15	5,73 ± 0,16	6,04 ± 0,19	4,93 ± 0,23	4,88 ± 0,37
6,10 ± 0,15	5,71 ± 0,16	5,74 ± 0,19	5,26 ± 0,23	4,43 ± 0,37
6,11 ± 0,15	5,51 ± 0,16	5,65 ± 0,19	5,15 ± 0,23	5,59 ± 0,37
6,18 ± 0,15	5,69 ± 0,16	5,76 ± 0,19	5,42 ± 0,23	5,21 ± 0,37
6,00 ± 0,15	5,54 ± 0,16	5,69 ± 0,19	5,15 ± 0,23	4,30 ± 0,37
5,96 ± 0,15	5,51 ± 0,16	5,59 ± 0,19	5,17 ± 0,23	4,72 ± 0,37

Table 1  
Total microbial amount and number of main microbial groups, lg CFU/g dry soil

Total microbial number	Spore forming bacteria	Non-spore forming bacteria	Actinomycetes	Micromycetes
6.32 ± 0.15	5.58 ± 0.16	5.72 ± 0.19	4.88 ± 0.23	5.13 ± 0.37
6.36 ± 0.15	5.62 ± 0.16	5.85 ± 0.19	4.62 ± 0.23	5.09 ± 0.37
6.40 ± 0.15	5.96 ± 0.16	6.11 ± 0.19	5.00 ± 0.23	5.26 ± 0.37
6.41 ± 0.15	5.88 ± 0.16	6.18 ± 0.19	5.10 ± 0.23	5.28 ± 0.37
6.32 ± 0.15	5.88 ± 0.16	6.00 ± 0.19	5.17 ± 0.23	5.27 ± 0.37
6.31 ± 0.15	5.90 ± 0.16	6.00 ± 0.19	5.06 ± 0.23	5.08 ± 0.37
6.30 ± 0.15	5.84 ± 0.16	5.90 ± 0.19	5.49 ± 0.23	5.30 ± 0.37
6.26 ± 0.15	5.73 ± 0.16	6.04 ± 0.19	4.93 ± 0.23	4.88 ± 0.37
6.10 ± 0.15	5.71 ± 0.16	5.74 ± 0.19	5.26 ± 0.23	4.43 ± 0.37
6.11 ± 0.15	5.51 ± 0.16	5.65 ± 0.19	5.15 ± 0.23	5.59 ± 0.37
6.18 ± 0.15	5.69 ± 0.16	5.76 ± 0.19	5.42 ± 0.23	5.21 ± 0.37
6.00 ± 0.15	5.54 ± 0.16	5.69 ± 0.19	5.15 ± 0.23	4.30 ± 0.37
5.96 ± 0.15	5.51 ± 0.16	5.59 ± 0.19	5.17 ± 0.23	4.72 ± 0.37

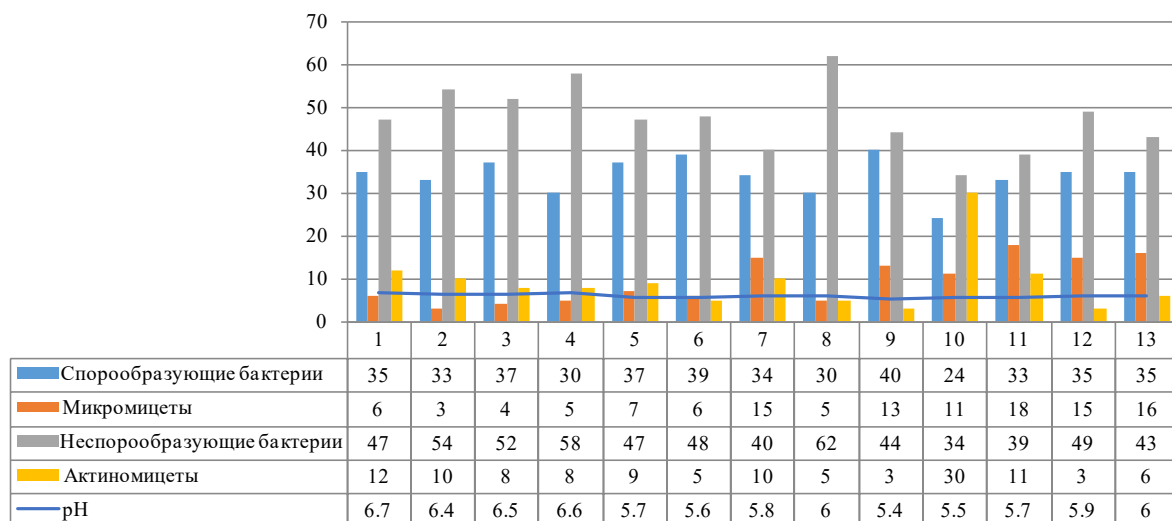


Рис. 3. Процентная доля микробных групп в общей микробной численности в 13 почвенных профилях, %

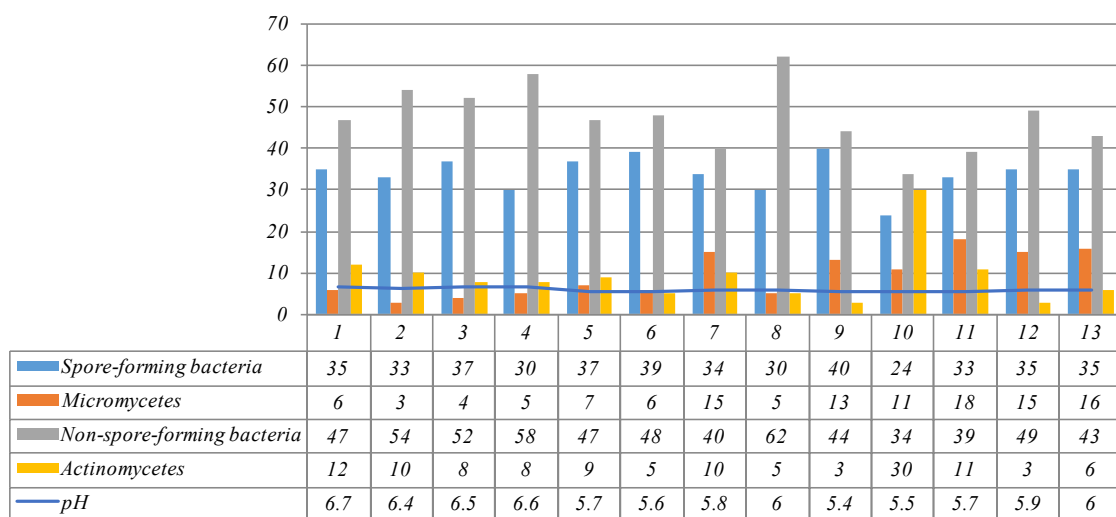


Fig. 3. Percentage share of microbial groups in 13 microbial profiles, %

Преобладание в почве определенной группы микроорганизмов свидетельствует о преобладании определенных процессов преобразования органического вещества почвы. На всех изученных участках доминируют неспорообразующие бактерии, за ними следуют спорообразующие. Такое распределение микробных групп свидетельствует о преобладании процессов трансформации более легкоразлагаемого органического вещества почвы.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Микробиологическими анализами установлено, что в почве лесного биотопа в слое 0–30 см общее количество микроорганизмов составляет 2,6 млн/г почвы, аналогично в этом слое почвы Ханбуланчайского биотопа численность микроорганизмов составила 2,3 млн/г почвы. Была установлена взаимосвязь между содержанием гумуса и количественными показателями микроорганизмов. Изменение содержания гумуса в почве обоих биотопов между 2,9–6,5 % и 2,5–5,6 % сопровождалось динамическими изменениями численности микрооргани-

мов соответственно между 1,54–3,45 млн/г почвы и 1,34–2,97 млн/г почвы. Ареалы распространения перекрываются, но группируют каждый тип почвы. Установлена значимая отрицательная корреляция между коэффициентом активности свободных оксидов железа и годовой температурой в целом ( $r = -0,76, P < 0,001$ ). Наибольшая активность ферментов, связанных с грибами-деструкторами, обнаруживается в подстилке зимой, тогда как пика грибная биомасса достигает весной. Транскрипционные признаки грибов, архей и большинства типов бактерий сильно различаются в зависимости от сезона: например, в лесах вклад грибов-деструкторов в общее количество микробных транскриптов снизился с 33 % летом до 16 % зимой, а 26–33 % введенных родов бактерий различались по численности летом и зимой. Настоящее исследование показывает значительную отрицательную корреляцию между численностью микробов и увеличением высоты. Результаты нашего исследования показывают основную роль высоты над уровнем моря в обилии

микроорганизмов почв. Мы пришли к выводу, что высота является фактором окружающей среды, наиболее сильно связанным с общим количеством микробов. Установлено, что наибольшая численность микробов наблюдается на высоте от 1000 до 1600 м. Содержание органического углерода и общего азота, хотя они и важны для развития почвенной микрофлоры, находится под сильным влиянием высоты и ее роли в перераспределении температуры,

влажности и преобладающего растительного покрова. Кислотность почвы не связана с изменением численности микробов, но повышенное количество микромицетов обнаруживается в более кислых почвах независимо от их высоты. Большее количество микробов обнаружено на пробных участках под лиственной растительностью по сравнению с травянистой растительностью.

#### Библиографический список

1. Uphoff N., Thies J. (Eds.) Biological approaches to regenerative soil systems. 2<sup>nd</sup> edition. USA: CRC Press, 2023. 606 p. DOI: 10.1201/9781003093718.
2. Lal R. (Ed.) The soil-human health-nexus. USA: CRC Press, 2020. 336 p. DOI: 10.1201/9780367822736.
3. Борисов А. В., Демкина Т. С., Каширская Н. Н., Хомутова Т. Э., Чернышева Е. В. Биологическая память почв об изменениях условий почвообразования и антропогенной деятельности в прошлом: микробная и ферментная составляющие // Почвоведение. 2021. № 7. С. 849–861. DOI: 10.31857/S0032180X21070029.
4. Башкин В. Н., Галиулина Р. А. Агрогеохимические технологии управления потоками CO<sub>2</sub> в агроэкосистемах сообщение. Восстановление микробного звена агрогеохимического круговорота // Агрохимия. 2023. № 7. С. 86–96. DOI: 10.31857/S0002188123070049.
5. Власова А. П., Павлов К. В., Марачевская Е. В. [и др.] Изменение структуры прокариотного сообщества нефтезагрязненного чернозема при внесении нитрата и хлорида калия // Почвоведение. 2023. № 7. С. 853–863. DOI: 10.31857/S0032180X22601165.
6. Никитин Д. А., Семенов М. В., Чернов Т. И. [и др.] Микробиологические индикаторы экологических функций почв (обзор) // Почвоведение. 2022. № 2. С. 228–243. DOI: 10.31857/S0032180X22020095.
7. FAO and UNEP. 2020. the state of the world's forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome, 2019. 214 p. DOI: 10.4060/ca8642en.
8. Mammadova A. O., Mammadova R. N., Ashurova N. D. Ecological assessment of pastures semi-deserts and dry steppes of Azerbaijan // International Journal of Advances in Applied Sciences. 2024. Vol. 13, No. 2. Pp. 439–446. DOI: 10.11591/ijaas.v13.i2.pp439-446.
9. Delavaux C. S., Weigelt P., Dawson W., Duchicela J., Essl F., Kleunen M., et al. Mycorrhizal fungi influence global plant biogeography // Nature Ecology & Evolution. 2019. Vol. 3. Pp. 424–429. DOI: 10.1038/s41559-019-0823-4.
10. Langer R. Permaculture gardening: turning your backyard into a flourishing food forest and embracing the abundance of nature. Independently publish, 2023. 107 p.
11. Hivesworth T. Soil science for beginners: from barren to fertile: a guide to regenerative agriculture, no-till farming, composting, and natural farming for enhanced soil health. Independently publish, 2024. 86 p.
12. Корабельников И. С. Производственно-экономические особенности сельскохозяйственного районирования: региональный аспект // Аграрный вестник Урала. 2022. № 08 (223). С. 81–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-223-08-81-90 DOI: 10.32417/1997-4868-2022-223-08-81-90.
13. Needham N. A Spoonful of soil helps the world go round: basic soil science, testing, amendments, composting, cover crops and watering techniques. Self published, 2022. 134 p.
14. Bray R. No dig gardening: grow more, work less – a simple guide to no till gardening. Monkey Publishing, 2024. 123 p.
15. Bai Y., Wang G., Cheng Y., Shi P., Yang C., Yang H., Xu Z. Soil acidification in continuously cropped tobacco alters bacterial community structure and diversity via the accumulation of phenolic acids // Scientific Reports. 2019. Vol. 9. Article number 12499. DOI: 10.1038/s41598-019-48611-5.
16. Mercado-Blanco J., Abrantes I., Barra Caracciolo A., Bevivino A., Ciancio A., Grenni P., Hryniewicz K., Kredics L., Proença D. N. Belowground microbiota and the health of tree crops // Frontiers in Microbiology. 2018. Vol. 9. Article number 1006. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01006.

#### Об авторе:

**Вафа Тельмановна Мамедзаде**, доктор философии по биологическим наукам, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории биологии почв, Институт почвоведения и агрохимии Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджанская Республика; ORCID 0009-0001-1087-8242. Email: vafa.mammadzade@mail.ru



## References

1. Uphoff N., Thies J. (Eds.) *Biological approaches to regenerative soil systems*. 2<sup>nd</sup> edition. USA: CRC Press, 2023. 606 p. DOI: 10.1201/9781003093718.
2. Lal R. (Ed.) *The soil-human health-nexus*. USA: CRC Press, 2020. 336 p. DOI: 10.1201/9780367822736.
3. Borisov A. V., Demkina T. S., Kashirskaya N. N., Khomutova T. E., Chernysheva E. V. Changes in the past soil-forming conditions and human activity in soil biological memory: microbial and enzyme components. *Eurasian Soil Science*. 2021; 7: 849–861. DOI: 10.31857/S0032180X21070029. (In Russ.)
4. Bashkin V. N., Galiulina R. A. Agrogeochemical technologies for managing CO<sub>2</sub> flows in agroecosystems message. Restoration of the microbial link of the agrogeochemical cycle. *Agrohimiâ*. 2023; 7: 86–96. DOI: 10.31857/S0002188123070049. (In Russ.)
5. Vlasova A. P., Pavlov K. V., Marachevskaya E. V., et al. The prokaryotic community structure of oil-contaminated chernozem during the introduction of nitrate and potassium chloride. *Počvovedenie*. 2023; 7: 853–863. DOI: 10.31857/S0032180X22601165. (In Russ.)
6. Nikitin D. A., Semenov M. V., Chernov T. I., et al. Microbiological indicators of soil ecological functions: a review. *Eurasian Soil Science*. 2022; 2: 228–243. DOI: 10.31857/S0032180X22020095. (In Russ.)
7. FAO and UNEP. 2020. the state of the world's forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome, 2019. 214 p. DOI: 10.4060/ca8642en.
8. Mammadova A. O., Mammadova R. N., Ashurova N. D. Ecological assessment of pastures semi-deserts and dry steppes of Azerbaijan. *International Journal of Advances in Applied Sciences*. 2024; 13 (2): 439–446. DOI: 10.11591/ijaas.v13.i2.pp439-446.
9. Delavaux C. S., Weigelt P., Dawson W., Duchicela J., Essl F., Kleunen M., et al. Mycorrhizal fungi influence global plant biogeography. *Nature Ecology & Evolution*. 2019; 3: 424–429. DOI: 10.1038/s41559-019-0823-4.
10. Langer R. *Permaculture gardening: turning your backyard into a flourishing food forest and embracing the abundance of nature*. Independently publish, 2023. 107 p.
11. Hivesworth T. *Soil science for beginners: from barren to fertile: a guide to regenerative agriculture, no-till farming, composting, and natural farming for enhanced soil health*. Independently publish, 2024. 86 p.
12. Korabelnikov I. S. Production and economic features of agricultural zoning: regional aspect. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 8: 81–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-223-08-81-90. (In Russ.)
13. Needham N. *A Spoonful of soil helps the world go round: basic soil science, testing, amendments, composting, cover crops and watering techniques*. Self published, 2022. 134 p.
14. Bray R. *No dig gardening: grow more, work less – a simple guide to no till gardening*. Monkey Publishing, 2024. 123 p.
15. Bai Y., Wang G., Cheng Y., Shi P., Yang C., Yang H., Xu Z. Soil acidification in continuously cropped tobacco alters bacterial community structure and diversity via the accumulation of phenolic acids. *Scientific Reports*. 2019; 9: 12499. DOI: 10.1038/s41598-019-48611-5.
16. Mercado-Blanco J., Abrantes I., Barra Caracciolo A., Bevivino A., Ciancio A., Grenni P., Hryniewicz K., Kredics L., Proença D. N. Belowground microbiota and the health of tree crops. *Frontiers in Microbiology*. 2018; 9: 1006. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01006.

**Author's information:**

**Vafa T. Mammadzade**, doctor of philosophy in biological sciences, associate professor, leading researcher of the laboratory of soil biology, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan; ORCID 0009-0001-1087-8242.  
 Email: vafa.mammadzade@mail.ru

## Эффективность сортоиспытания овса в Тюменской области и оценка урожайного и адаптивного потенциала его сортов

В. А. Сапега<sup>✉</sup>

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

**Аннотация.** Цель – оценка эффективности государственного сортоиспытания овса в Тюменской области, его сортового районирования, а также урожайного и адаптивного потенциала допущенных к использованию сортов. **Методы.** В исследовании использовались материалы о сортовом районировании сельскохозяйственных культур и результатах сортоиспытания по Тюменской области за 1999–2023 гг., а также данные результатов госсортоиспытания сортов овса за 2018–2023 гг. в условиях северной лесостепной зоны. Вычислены коэффициент индекса условий среды ( $I_j$ ), стрессоустойчивости ( $Y_2 - Y_1$ ), изменчивости урожайности ( $v$ , %), пластичности ( $b_i$ ), стабильности ( $S_i^2$ ), гомеостатичности (Ном), генотипического эффекта ( $E$ ) и показатель уровня стабильности сорта (ПУСС). **Научная новизна.** На основе использования различных методик выявлен урожайный и адаптивный потенциал районированных по области сортов овса при их испытании в различных экологических условиях. **Результаты.** Всего за 1999–2023 гг. было испытано 112 сортов овса и допущено к использованию 4 сорта. Оригинатором всех допущенных к использованию сортов является Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН». Отмечена значительная вариабельность индекса условий среды: от –14,2 (2021 г.) до 21,9 (2018 г.). В благоприятных условиях среды (2018 г.) высокий потенциал продуктивности выявлен у сортов Тобояк (103,1 %) и Фома (104,0 %), а в неблагоприятных (2021 г.) – высокая адаптивность у сортов Талисман (102,3 %) и Фома (119,3 %). По величине средней урожайности лучшим был сорт Тобояк (38,5 ц/га). Стрессоустойчивость низкая у всех сортов: от –33,3 (Талисман) до –38,8 (Тобояк), а изменчивость урожайности – значительная: от 34,9 % (Талисман) до 41,0 % (Мегион). Лучшим по отзывчивости на изменение условий был сорт Фома ( $b_i = 1,08$ ), а наибольшей стабильностью урожайности и гомеостатичностью характеризовался сорт Талисман (соответственно  $S_i^2 = 1,12$ , Ном = 3,10). По величине генотипического эффекта и показателю уровня стабильности сорта лучшим был сорт Тобояк (соответственно  $E_i = 2,5$ , ПУСС = 150,0).

**Ключевые слова:** сортоиспытание и районирование сортов овса, урожайность, стрессоустойчивость, изменчивость урожайности, экологическая пластичность, гомеостатичность и генотипический эффект сортов овса, показатель уровня стабильности сорта, ранг сорта


**Для цитирования:** Сапега В. А. Эффективность сортоиспытания овса в Тюменской области и оценка урожайного и адаптивного потенциала его сортов // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 20–30. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-20-30>.

**Дата поступления статьи:** 05.03.2024, **дата рецензирования:** 31.10.2024, **дата принятия:** 02.12.2024.

## Efficiency of variety testing of oats in the Tyumen region and assessment of the yield and adaptive potential of its varieties

V. A. Sapega 

Industrial university of Tyumen, Tyumen, Russia

 E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to assess the efficiency of the state variety testing of oats in the Tyumen region, its varietal zoning, as well as the yield and adaptive potential of the varieties admitted to use. **Methods.** The study used materials on the varietal zoning of crops and the results of variety testing in the Tyumen region for 1999–2023, as well as data on the results of state testing of oat varieties for 2018–2023 in the northern forest-steppe zone. The coefficient of the index of environmental conditions ( $I$ ), stress tolerance ( $Y_2 - Y_1$ ), yield variability ( $v$ , %), plasticity ( $b_i$ ), stability ( $S_i^2$ ), homeostasis (Hom), genotypic effect ( $E_i$ ) and indicator of the level of stability of the variety (ILSV). **Scientific novelty.** The yield and adaptive potential of oat varieties zoned in the region was identified based on the use of various methods, when tested under various environmental conditions. **Results.** In total for 1999–2023 112 varieties of oats were tested and 4 varieties are allowed to use. Originator of all varieties allowed to use is the Federal Research Center “Tyumen Scientific Center Siberian Branch of the Russian Academy of Science”. There was a significant variability in the environmental conditions index, from –14.2 (2021) to 21.9 (2018). Under favorable environmental conditions (2018), high productivity potential was identified in varieties Tobolyak (103.1 %) and Foma (104.0 %), and in unfavorable (2021) – high adaptability in varieties Talisman (102.3 %) and Foma (119.3 %). The variety Tobolyak (38.5 c/ha) was the best in terms of average yield. Stress tolerance is low in all varieties: from –33.3 (Talisman) to –38.8 (Tobolyak), and yield variability is significant: from 34.9 % (Talisman) to 41.0 % (Megion). The variety Foma was characterized the highest responsiveness to changes in conditions ( $b_i = 1.08$ ), and the variety Talisman was characterized the stability of yield and homeostasis (respectively  $S_i^2 = 1.12$ , Hom = 3.10). The variety Tobolyak was the best in terms of genotypic effect and stability ( $E_i = 2.5$ , ILSV = 150.0, respectively).

**Keywords:** variety testing and zoning of oat varieties, yield, stress tolerance, variability of yield, ecological plasticity, homeostasis and genotypic effect of oat varieties, indicator of the level of the stability of the variety, rank of the variety

**For citation:** Sapega V. A. Efficiency of variety testing of oats in the Tyumen region and assessment of the yield and adaptive potential of its varieties. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 20–30. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-20-30>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 05.03.2024, **date of review:** 31.10.2024, **date of acceptance:** 02.12.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Овес – одна из основных зернофуражная культур России. В условиях Западной Сибири по своей значимости он занимает третье место после пшеницы и ячменя [1].

Разностороннее использование овса обусловлено его большим агротехническим, техническим, пищевым, кормовым и лечебным значением. Овес – ценный источник растительного белка, углеводов, липидов, витаминов и других биологически активных веществ [2–4].

Мировое производство зерна овса в настоящее время составляет в среднем 28 млн т. Вклад сибирского региона в общем объеме его производства – около 40 % [2; 5; 6].

По размерам посевных площадей овса Тюменская область входит в пятерку регионов-лидеров – 106,4 тыс. га, или 4,4 % от общей площади по стране [2]. Его средняя урожайность в области за 2017–2021 гг. составила 20,3 ц/га.

В современном растениеводстве отмечается тенденция снижения устойчивости сортов культурных растений к комплексу неблагоприятных, в первую очередь абиотических факторов среды, складывающихся на протяжении вегетационного периода. В связи с этим основным направлением в решении данной проблемы является создания и внедрение в производство сортов, сочетающих продуктивность с устойчивостью к ведущим стрессовым экологическим факторам [7–10]. Это особо важно для сибирского региона, где отмечается значительное варьи-

рование агрометеорологических условий в период вегетации, что требует развития ярко выраженной адаптивной направленности селекционной работы [11; 12].

Определенная величина урожайности формируется как результат взаимодействия «генотип – среда». При этом в долевого вкладе этих факторов в величину урожайности (в частности, в условиях Западной Сибири) превалирует среда, а влияние генотипа незначительное. В производстве при формировании сортовой структуры посевов в благоприятных условиях преимущество должны иметь сорта с высоким потенциалом продуктивности, а в неблагоприятных и экстремальных – сорта, у которых потенциальная продуктивность сочетается с достаточно высокой экологической устойчивостью [12–15].

Оценка реакции сортов овса на комплекс условий окружающей среды при их испытании в ряде пунктов или в течении нескольких лет позволяет вести их отбор и дальнейшее внедрение в производство с учетом как урожайности, так и стабильности [16; 17]. При такой оценке используется ряд методов, позволяющих дать комплексную и объективную характеристику сортам по параметрам урожайности и адаптивности [18; 19].

Важная роль в оценке, отборе и внедрении сортов в производство отводится системе госсортоиспытания как завершающего этапа селекционного процесса. В Тюменской области сортоиспытание овса проводится на шести сортоучастках, расположенных в трех природно-климатических зонах: подтайге (II зона, Нижне-Тавдинский и Аромашевский ГСУ), северной лесостепи (III зона, Ялуторовский, Омутинский и Ишимский ГСУ) и южной лесостепи (IV зона, Бердюжский ГСУ).

Цель исследования – оценка эффективности государственного сортоиспытания овса в Тюменской области, его сортового районирования, а также урожайного и адаптивного потенциала допущенных к использованию сортов в условиях северной лесостепной зоны.

#### Методология и методы исследования (Methods)

В процессе проведения исследования использовались материалы филиала ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» по Тюменской области о сортовом районировании сельскохозяйственных культур и результатах сортоиспытания за 1999–2023 гг., а также данные урожайности допущенных к использованию сортов овса при их испытании за 2018–2023 гг. в условиях северной лесостепной зоны (Омутинском ГСУ) [20].

Объект исследования – пять сортов пленчатого овса, допущенных к использованию по 10 региону (Западно-Сибирскому): Мегион, Талисман, Отрада, Фома и Тобояк.

В годы испытания сортов предшественником была яровая пшеница. В зависимости от условий года посев проводили во вторую – третью декаду мая с нормой высева 5,5 млн всхожих семян на 1 га. Сорта испытывали в четырехкратной повторности при рендомизированном их размещении на делянках учетной площадью 25 м<sup>2</sup>. Агротехника в опыте была общепринятой при возделывании зерновых культур в северной лесостепной зоне Тюменской области.

Потенциал продуктивности сортов в наиболее благоприятных условиях и их адаптивности в наиболее неблагоприятных определяли по методике Л. А. Животкова с соавторами [21].

Стрессоустойчивость сортов определяли по методике А. А. Rossielle, J. Hemblin [22; 27; 28], а изменчивость их урожайности – по методике Б. А. Доспехова [23].

Отзывчивость сортов овса на изменение условий (коэффициент линейной регрессии) и их стабильность (среднее квадратическое отклонение от линии регрессии) определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell [24], а их гомеостатичность – по методике В. В. Хангильдина [25].

Генотипический эффект сортов определяли по методике П. П. Литуна [26], а показатель уровня и стабильности их урожайности – по методике Э. Д. Неттевича с соавторами [27].

#### Результаты (Results)

Продолжительность испытания большинства сортов овса на госсортоучастках Тюменской области ограничивается 1–2 годами. Главная причина снятия сортов с дальнейшего испытания – низкая урожайность по сравнению со стандартом (обычно лучшим, допущенным к использованию сортом). Одной из причин снятия сортов из-за показателя урожайности в первый год испытания может быть отсутствие снятия экологического эффекта полученных семян из других регионов, который влияет на их урожайные свойства. Такое снятие достигается путем предварительного пересева семян вновь полученных сортов в условиях природно-климатической зоны, где предполагается их испытание. На эту проблему в свое время указывал профессор Н. Г. Ведров.

Одной из проблем в сортоиспытании является репрезентативность заключений при оценке сортов, т. е. насколько возможно обобщение полученных результатов, в данном случае сортоиспытания, при его проведении на ряде ГСУ в течении ряда лет. В конечном счете эта проблема состоит в надежности оценок и заключений по итогам сортоиспытания. Академик А. А. Жученко в свое время указывал на наличие в системе госсортоиспытания пространственной и временной нерепрезентативности. Первая из них, т. е. пространственная, свя-



зана с недооценкой роли макро-, мезо- и микро-климатических условий при определении ареала сортов. Ее решение может быть достигнуто путем увеличения пунктов (ГСУ) испытания. Вторая (временная) нерепрезентативность, связанная с продолжительностью испытания, влияющей на величину погрешности средних значений урожайности, а также с величиной ее вариабельности, которая зависит от того, насколько типичны или нетипичны по условиям годы испытания для данной природно-климатической зоны. Данную проблему можно решить путем увеличения продолжительности периода испытания сортов.

Анализ объема сортоиспытания овса в Тюменской области за 1999–2023 гг. показал, что количество испытанных сортов составило величину от 19 (2014–2018 гг.) до 29 (2009–2013 гг.), а всего за 25-летний период было испытано 112 сортов (таблица 1).

В каждый из пяти анализируемых пятилетних периодов было допущено к использованию не более одного сорта. Всего за 1999–2023 гг. допущено к использованию 4 сорта, что составило 3,6 % от испытанных.

Полученные данные указывают на низкую эффективность испытания сортов овса, которая, в свою очередь, указывает на проблематичность отбора сортов, характеризующихся комплексом хозяйственно ценных признаков в условиях региона. Требования производства к сортам возрастают – в первую очередь по таким важнейшим параметрам, как уровень урожайности и ее стабильность, качество зерна, продолжительность вегетационного периода, устойчивость к полеганию, болезням, вредителям и др. При таких жестких требованиях в ус-

ловиях непостоянства погодных условий в данном регионе не всегда удастся выделить ценные сорта при незначительной продолжительности их испытания (чаще всего не более двух лет) и в недостаточном количестве пунктов (ГСУ) в пределах природно-климатической зоны (чаще всего 1–2 ГСУ).

За анализируемый период было снято с районирования два сорта, в первую очередь из-за сравнительно низкой урожайности по сравнению с вновь допущенными сортами.

По данным на 2023 года в Тюменской области допущено к использованию шесть сортов овса, из них пять пленчатых, один голозерный (таблица 2).

Распространение районирования у всех сортов – по области. Наибольшая продолжительность районирования отмечена у сортов Мегион (31 год) и Талисман (22 года).

Длительность районирования, в частности, может быть связана с высоким уровнем адаптивности сорта к средним в течение ряда лет местным природно-климатическим условиям, что обеспечивает его гомеостатичность при формировании урожайности в ряду лет [12]. Такой причиной также может быть отсутствие сортов, удовлетворяющих производство по комплексу хозяйственно ценных признаков, а также ценность сорта по каким-то отдельным 1–2 признакам или свойствам, имеющим важное значение в условиях региона или природно-климатической зоны. Сорт Талисман, как будет показано далее, соответствует вышеотмеченным критериям, а у сорта Мегион комплекс признаков и свойств значительно уступает по сравнению с другими сортами, что ставит вопрос о необходимости его снятия с районирования в условиях северной лесостепной зоны.

Таблица 1  
Эффективность сортоиспытания овса в Тюменской области

Год	Количество испытанных сортов, всего	Допущено сортов к использованию		Снято сортов с районирования, всего
		Всего	От испытанных, %	
1999–2003	20	1	5,0	1
2004–2008	20	–	–	–
2009–2013	29	1	3,4	–
2014–2018	19	1	5,3	1
2019–2023	24	1	4,2	–
1999–2023	112	4	3,6	2

Table 1  
Efficiency of oat variety testing in the Tyumen region

Year	Number of varieties tested, total	Varieties approved for use		Removed varieties from zoning, total
		Total	From tested, %	
1999–2003	20	1	5.0	1
2004–2008	20	–	–	–
2009–2013	29	1	3.4	–
2014–2018	19	1	5.3	1
2019–2023	24	1	4.2	–
1999–2023	112	4	3.6	2

Таблица 2

Сортовое районирование овса по Тюменской области на 2023 год

Агротехнологии

Сорт	Год допуска к использованию	Распространение районирования	Продолжительность районирования, лет	Оригинатор
Мегион	1993	По области	31	Сибирский Федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН, Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН», НПК «АгроАльянс»
Тюменский голозерный	2000	По области	4	Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН»
Талисман	2002	По области	22	ЗАО «Нива-Агро», Сибирский Федеральный научный центр агробιοтехнологий РАН, Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН», СПК «Емуртлинский»
Отрада	2013	По области	11	Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН»
Фома	2015	По области	9	Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН», Филиал «Госсорткомиссия» по Республике Бурятия
Тобояк	2020	По области	4	Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН»

Table 2

Varietal zoning of oats in the Tyumen region for 2023

Variety	Year of admission to use	Distribution of zoning	Zoning duration, years	Originator
<i>Meqion</i>	<i>1993</i>	<i>By region</i>	<i>31</i>	<i>Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center "Tyumen Scientific Center SB RAS", SPC "AGROAL'YANS"</i>
<i>Tumensky golozerny</i>	<i>2000</i>	<i>By region</i>	<i>4</i>	<i>Federal Research Center "Tyumen Scientific Center SB RAS"</i>
<i>Talisman</i>	<i>2002</i>	<i>By region</i>	<i>22</i>	<i>CJSC "Niva-Agro", Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center "Tyumen Scientific Center SB RAS", APC "Emurtlinskiy"</i>
<i>Otrada</i>	<i>2013</i>	<i>By region</i>	<i>11</i>	<i>Federal Research Center "Tyumen Scientific Center SB RAS"</i>
<i>Foma</i>	<i>2015</i>	<i>By region</i>	<i>9</i>	<i>Federal Research Center "Tyumen Scientific Center SB RAS", Branch "State Commission" in the Republic of Buryatia</i>
<i>Tobolyak</i>	<i>2020</i>	<i>By region</i>	<i>4</i>	<i>Federal Research Center "Tyumen Scientific Center SB RAS"</i>

Оригинаторами всех допущенных к использованию сортов является Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН». Совместно с данным научно-исследовательским учреждением оригинаторами таких сортов, как Мегион, Талисман и Фома, являются Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий

РАН, НПК «Агроальянс», ЗАО «Нива-Агро», СПК «Емуртлинский» и филиал «Госсорткомиссия» по Республике Бурятия.

В годы испытания сортов выявлена значительная контрастность условий среды, которые по величине индекса ( $I_j$ ) варьировали от 21,9 (2018 год) до -14,2 (2021 год) (таблица 3).

## Оценка урожайного и адаптивного потенциала сортов овса в контрастных условиях среды испытания

Сорт	Год допуска к использованию	2018 г.		2021 г.	
		Урожайность, ц/га	Доля ее относительно среднесортной урожайности, %	Урожайность, ц/га	Доля ее относительно среднесортной урожайности, %
Мегион	1993	56,4	97,4	19,0	87,2
Талисман	2002	55,6	96,0	22,3	102,3
Отрада	2013	57,6	99,5	20,6	94,5
Фома	2015	60,2	104,0	26,0	119,3
Тобояк	2020	59,7	103,1	20,9	95,9
НСР <sub>05</sub>		1,8		1,0	
Среднесортная урожайность, ц/га		57,9	100,0	21,8	100,0
Индекс условий среды ( $I_j$ )		21,9		-14,2	

Table 3  
Evaluation of the yield and adaptive potential of oat varieties under contrast conditions of the test environment

Variety	Year of admission to use	2018		2021	
		Yield, c/ha	Its share relative to the average port yield, %	Yield, c/ha	Its share relative to the average port yield, %
<i>Megion</i>	1993	56.4	97.4	19.0	87.2
<i>Talisman</i>	2002	55.6	96.0	22.3	102.3
<i>Otrada</i>	2013	57.6	99.5	20.6	94.5
<i>Foma</i>	2015	60.2	104.0	26.0	119.3
<i>Tobolyak</i>	2020	59.7	103.1	20.9	95.9
<i>LSD<sub>05</sub></i>		1.8		1.0	
<i>Average variety yield, c/ha</i>		57.9	100.0	21.8	100.0
<i>Index of environmental conditions (<math>I_j</math>)</i>		21.9		-14.2	

Такая вариабельность условий отразилась на уровне урожайности отдельных сортов и среднесортной урожайности. Так, в частности, среднесортная урожайность в 2021 году при индексе условий -14,2 составила 21,8 ц/га, а в 2018 году при индексе условий 21,9 – 57,9 ц/га. Ее размах составил 36,1 ц/га. Испытание сортов в таких контрастных условиях позволяет дать им оценку по величине потенциала урожайности и адаптивности. В частности, метод такой оценки, согласно методике Л. А. Животкова с соавторами [21], основан на определении доли урожайности относительно среднесортной. Величина среднесортной урожайности принимается за 100 %. Она представляет собой показатель нормы реакции всех испытываемых сортов на факторы внешней среды конкретного года испытания.

Если показатель отношения урожайности сортов к среднесортной в благоприятных условиях испытания превышает 100 %, то такие сорта являются потенциально высокопродуктивными, а если

этот показатель у сортов превышает 100 % в неблагоприятных условиях, то их относят к высокоадаптивным. Проведенные исследования с использованием вышеотмеченной методики показали, что наиболее высоким потенциалом продуктивности в благоприятных условиях 2018 года (индекс условий 21,9) характеризовались сорта Фома (104,0 %) и Тобояк (103,1 %) (таблица 3). Их урожайность в данных условиях среды превышала среднесортную.

В жестких условиях среды 2021 года (индекс условий -14,2) высокая адаптивность выявлена у сортов Талисман (102,3 %) и Фома (119,3 %), урожайность которых также превышала среднесортную.

Наибольшую ценность как для селекционного процесса в качестве исходного материала, так и производства представляют сорта, сочетающие высокие значения потенциала продуктивности и адаптивности в различных условиях среды. Такие сорта характеризуются высокой урожайностью и ее стабильностью. На основе результатов наших исследований такому критерию соответствует сорт Фома.

Таблица 4  
Урожайность и параметры адаптивности сортов овса, 2018–2023 гг.

Сорт, ранг	Год допуска к использованию	Параметры урожайности и адаптивности*										Сумма рангов
		$Y_2$	$Y_1$	$\bar{x}$	$Y_2 - Y_1$	$V, \%$	$b_i$	$S_i^2$	Hom	$E_i$	ПУСС	
Мегион	1993	19,0	56,4	32,7	-37,4	41,0	0,97	6,12	2,14	-3,3	100,0	
ранг		5	4	5	3	4	4	4	5	5	5	44
Талисман	2002	22,3	55,6	36,1	-33,3	34,9	0,93	1,12	3,10	0,1	142,1	
ранг		2	5	3	1	1	5	1	1	3	2	24
Отрада	2013	20,6	57,6	35,5	-37,0	37,7	0,98	2,46	2,54	-0,5	127,6	
ранг		4	3	4	2	2	3	2	3	4	4	31
Фома	2015	22,8	60,2	37,3	-37,4	39,9	1,08	11,58	2,50	1,3	132,6	
ранг		1	1	2	3	3	1	5	4	2	3	25
Тоболяк	2020	20,9	59,7	38,5	-38,8	37,7	1,06	5,14	2,63	2,5	150,0	
ранг		3	2	1	4	2	2	3	2	1	1	21

Примечание. \*  $Y_2$  – минимальная урожайность, ц/га;  $Y_1$  – максимальная урожайность, ц/га;  $\bar{x}$  – средняя урожайность, ц/га;  $Y_2 - Y_1$  – стрессоустойчивость;  $v$  – изменчивость урожайности, %;  $b_i$  – пластичность;  $S_i^2$  – стабильность; Hom – гомеостатичность;  $E_i$  – генотипический эффект; ПУСС – показатель уровня стабильности сорта, %.

Table 4  
Yield and adaptability parameters of oats varieties, 2018–2023

Variety, rank	Year of admission to use	Yield and adaptability parameters*										Sum of ranks
		$Y_2$	$Y_1$	$\bar{x}$	$Y_2 - Y_1$	$V, \%$	$b_i$	$S_i^2$	Hom	$E_i$	ILSV	
Meqion	1993	19.0	56.4	32.7	-37.4	41.0	0.97	6.12	2.14	-3.3	100.0	
rank		5	4	5	3	4	4	4	5	5	5	44
Talisman	2002	22.3	55.6	36.1	-33.3	34.9	0.93	1.12	3.10	0.1	142.1	
rank		2	5	3	1	1	5	1	1	3	2	24
Otrada	2013	20.6	57.6	35.5	-37.0	37.7	0.98	2.46	2.54	-0.5	127.6	
rank		4	3	4	2	2	3	2	3	4	4	31
Foma	2015	22.8	60.2	37.3	-37.4	39.9	1.08	11.58	2.50	1.3	132.6	
rank		1	1	2	3	3	1	5	4	2	3	25
Tobolyak	2020	20.9	59.7	38.5	-38.8	37.7	1.06	5.14	2.63	2.5	150.0	
rank		3	2	1	4	2	2	3	2	1	1	21

Note. \*  $Y_2$  – minimum yield, c/ha;  $Y_1$  – maximum yield, c/ha;  $\bar{x}$  – average yield, c/ha;  $Y_2 - Y_1$  – stress tolerance;  $v$  – yield variability, %;  $b_i$  – plasticity;  $S_i^2$  – stability; Hom – homeostasis;  $E_i$  – genotypic effect; ILSV – indicator of the level of stability of the variety, %.

Изученные нами сорта овса в благоприятных условиях 2018 года характеризовались значительным потенциалом урожайности. Ее максимальная ( $Y_1$ ) величина составила от 55,6 ц/га (Талисман) до 60,2 ц/га (Фома) (таблица 4).

В жестких условиях среды 2021 года все сорта резко снизили свою урожайность, особенно Мегион ( $Y_2 = 19,0$  ц/га) и Отрада ( $Y_2 = 20,6$  ц/га), что указывает на недостаточную их экологическую устойчивость.

Наибольшая урожайность в контрастных условиях отмечена у сорта Фома ( $Y_2 = 22,8$  ц/га,  $Y_1 = 60,2$  ц/га). По величине средней урожайности за 2018–2023 годы лучшим был сорт Тоболяк – 38,5 ц/га.

Нами выявлено повышение средней урожайности сортов овса во временной динамике допуска их к использованию. Это наглядно видно по сорту Тоболяк (допущен к использованию в 2020 году), урожайность которого выше на 5,8 ц/га по сравнению с

урожайностью сорта Мегион (допущен к использованию в 1993 году). Такой потенциал урожайности сортов, допущенных к использованию по области в последние годы, указывает на эффективность работы селекционных учреждений, в первую очередь сибирского региона, по созданию и внедрению в производство высокопродуктивных сортов данной культуры.

В условиях глобального потепления климата, нестабильности агроклиматических ресурсов возрастает роль экологической направленности селекции с целью создания сортов устойчивых к комплексу стресс-факторов.

По величине стрессоустойчивости как одной из основных характеристик адаптивности все сорта овса характеризовались низкой величиной, особенно допущенные к использованию в последние годы. Как видно из представленных данных, повышение потенциала продуктивности сортов сопровождается снижением их адаптивного потенциала, что со-



гласуется с данными ряда других исследований [7; 12]. Сравнительно высокое значение данного показателя отмечено у сорта Талисман (–33,3), а более низкое – у сорта Тоболяк (–38,8) (таблица 4).

Изменчивость урожайности всех сортов значительная и характеризовалась величиной от 34,9 % (Талисман) до 41,0 % (Мегион).

При оценке экологической пластичности сортов, согласно методу S. A. Eberhart, W. A. Russell [24], рассчитывают коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ), характеризующий их отзывчивость на изменение условий, а также дисперсию отклонения от линии регрессии ( $S_i^2$ ), которая позволяет дать оценку стабильности урожайности. Наиболее ценными в практическом отношении считаются сорта, у которых  $b_i > 1$ , а  $S_i^2 \sim 0$ . Коэффициент регрессии у всех изученных нами сортов овса равен или близок единице, что позволяет отнести их к группе пластичных. Изменение их урожайности полностью соответствует изменению условий вдоль экологического вектора сред (годы испытания). Наибольшей отзывчивостью на изменение условий характеризовался сорт Фома ( $b_i = 1,08$ ).

Показатель стабильности урожайности низкий у большинства сортов. Наибольшая его величина выявлена у сорта Талисман ( $S_i^2 = 1,12$ ), а у остальных сортов он был на уровне от 2,46 (Отрада) до 11,58 (Фома) (таблица 4).

Важным параметром оценки адаптивного потенциала сортов является их гомеостатичность. Она характеризует устойчивость генотипа к неблагоприятным воздействиям факторов внешней среды, что позволяет сводить к минимуму последствия их отрицательных эффектов в отношении формирования урожайности и элементов ее структуры. Высокое значение этого параметра тесно связано со стабильностью урожайности и незначительной величиной ее вариабельности [25]. В целом изученные нами сорта овса характеризовались сравнительно низкой гомеостатичностью. Наиболее высокое ее значение отмечено у сорта Талисман (Ном = 3,10), а наиболее низкое – у сорта Мегион (Ном = 2,14).

Оценка генотипического эффекта позволяет выделить сорта, средняя урожайность которых в совокупности сред превышает среднюю урожайность всех сортов в опыте, что указывает на значительную реализацию генетического потенциала сорта и его адаптивность при экологическом испытании или возделывании в различных условиях среды. В наших исследованиях лучшими по величине генотипического эффекта были сорта, допущенные к использованию в последние годы – Фома ( $E_i = 1,3$ ) и Тоболяк ( $E_i = 2,5$ ). Выделившиеся сорта, как видно из данных таблицы 4, характеризуются высоким уровнем минимальной, максимальной и средней урожайности, что указывает на положительную зависимость генотипического эффекта и урожайного потенциала.

Вместе с тем необходимо отметить, что наибольшую ценность для селекции и производства представляют те сорта, у которых высокий показатель генотипического эффекта сочетается с меньшей величиной вариабельности урожайности. Такому критерию в большей степени соответствует сорт Фома. Отрицательное значение данного показателя указывает на низкую адаптивную способность сорта.

Для одновременной оценки сортов по величине урожайности и ее стабильности Э. Д. Неттевичем с соавторами [27] предложен комплексный показатель уровня стабильности сорта (ПУСС). Он позволяет сравнивать урожайность и стабильность сорта по отношению к стандарту или сорту наиболее раннего срока допуска к использованию. Чем больше его величина, тем выше селекционная ценность сорта. Кроме того, данный параметр позволяет дать оценку изменения урожайности и стабильности сортов во временной динамике допуска их к использованию. Как видно из результатов наших исследований, показатель уровня стабильности всех сортов был выше по сравнению с сортом Мегион (допущен к использованию в 1993 году). Лучшим по данному параметру был сорт Тоболяк (ПУСС = 150,0 %).

Ранжирование сортов по величине параметров урожайности и адаптивности позволяет дать им наиболее полную и всестороннюю оценку при их испытании в различных условиях среды. По сумме рангов показателей урожайности и адаптивности наиболее ценными в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области за период исследования 2018–2023 годов признаны сорта Тоболяк (сумма рангов – 21), Талисман (сумма рангов – 24) и Фома (сумма рангов – 25) (таблица 4).

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Эффективность госсортоиспытания овса в Тюменской области низкая. За период 1999–2023 годов было испытано 112 сортов и допущено к использованию 4, что составило 3,6 % от испытанных.

2. Оригинаторами всех допущенных к использованию сортов овса являются Федеральный исследовательский центр «Тюменский научный центр СО РАН», а также некоторые другие научные центры и производственные организации Западной Сибири.

3. Индекс условий среды в годы испытания сортов отличался значительной вариабельностью и характеризовался величиной от 21,9 (2018 год) до –14,2 (2021 год).

4. В контрастных условиях среды лучшим по величине как потенциала урожайности, так и адаптивности был сорт Фома.

5. Наибольшей величиной средней урожайности за 2018–2023 годы характеризовался сорт Тоболяк – 38,5 ц/га.

6. Стрессоустойчивость всех сортов овса низкая, особенно допущенных к использованию в последние годы.

7. Изменчивость урожайности всех сортов значительная и характеризовалась величиной от 34,9 % (Талисман) до 41,0 % (Мегион).

8. Коэффициент регрессии всех сортов был равен или близок единице, что характеризует их как пластичные. Наибольшая отзывчивость на изменение условий выявлена у сорта Фома ( $b_i = 1,08$ ).

9. Показатель стабильности урожайности низкий у большинства сортов. Наибольшей величиной данного параметра характеризовался сорт Талисман ( $S_i^2 = 1,12$ ).

10. Гомеостатичность (Ном) сортов низкая и характеризовалась величиной от 2,14 (Мегион) до 3,10 (Талисман).

11. По величине генотипического эффекта лучшими были сорта Фома ( $E_i = 1,3$ ) и Тобояк ( $E_i = 2,5$ ).

12. Показатель уровня стабильности всех сортов превышал показатель сорта Мегион (допущен к использованию в 1993 году). Наибольшей его величиной характеризовался сорт Тобояк (ПУСС = 150,0 %).

13. По сумме рангов оценки величины параметров урожайности и адаптивности за период исследования 2018–2023 годов наиболее ценными в условиях северной лесостепной зоны Тюменской области признаны сорта Тобояк (сумма рангов – 21), Талисман (сумма рангов – 24) и Фома (сумма рангов – 25).

### Библиографический список

1. Юсова О. А., Николаев П. Н., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48.
2. Фомина М. Н., Иванова Ю. С., Брагина Н. А., Брагина М. В. Качество зерна перспективных линий овса на заключительном этапе селекционного процесса в условиях Северного Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 3. С. 34–38. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-3-34.
3. Сотник А. Я. Оценка адаптивных свойств сортов овса по урожайности в в Приобской лесостепи // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53, № 5. С. 40–46. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-5-5.
4. Градобоева Т. П., Баталова Г. А. Влияние факторов среды на устойчивость овса к пыльной головне // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3 (69). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76.
5. Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Ярославцев А. А. Оценка коллекции овса по основным биохимическим показателям качества в условиях Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 1. С. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-2-11.
6. Пыко Т. Ю., Омелянюк Л. В., Васюкевич С. В., Игнатьева Е. Ю. Селекция овса на продуктивность и качество зерна в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник Красноярского ГАУ. 2021. № 11. С. 45–52. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-45-52.
7. Баталова Г. А., Тулякова М. В., Жуйкова О. А., Вологжанина Е. Н., Кротова Н. В. Адаптивный потенциал перспективных линий и сортов пленчатого овса селекции Федерального научного центра Северо-Востока // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 2. С. 3–7. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-2-3-6.
8. Асеева Т. А., Трифунтова И. Б. Адаптивная реакция сотов и селекционных линий ярового овса в условиях Среднего Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 4. С. 22–28. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-4-22.
9. Герасимов С. А. Селекционно-ценные образцы ячменя коллекции ВИР по параметрам адаптивности, продуктивности и качества зерна // Вестник Новосибирского ГАУ. 2020. № 4 (57). С. 16–24. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-16-24.
10. Demelash T., Amou M., Gyibag A., Tesfay G., Xu Y. Adaptation potential of current wheat cultivars and planting dates under the changing climate in Ethiopia // Agronomy. 2022. No. 12. Article number 37. DOI: 10.3390/agronomy12010037.
11. Юсова О. А., Николаев П. Н., Васюкевич В. С., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Уровень качества зерна омских сортов овса ярового в контрастных экологических условиях // Вестник Новосибирского ГАУ. 2020. № 2 (55). С. 84–95. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96.
12. Новохатин В. В., Шеломенцева Т. В., Драгавцев В. А. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье) // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 1. С. 81–97. DOI: 10.15389/agrobiol.2022.1.81rus.
13. Eltahir S., Baenziger P. S., Belamkar V., Emara H. A., Nower A. A., Salem K. F. M., Algudah A. M., Salam A. GWAS revealed effect of genotype x environment interactions for grain yield of Nebraska winter wheat // BMC Genomics. 2021. No. 22. Article number 2. DOI: 10.1186/s12864-020-07308-0.
14. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Interaction of genotype-environment, yield and adaptive potential of oat varieties in conditions of subtaiga of the Northern Trans-Urals // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2022. Vol. 1045. Article number 012077. DOI: 10.1088/1755-1315/1045/1/012077.

15. Гребенникова И. Г., Чешкова А. Ф., Степочкин П. И., Алейников А. Ф., Чанышев Д. И. Методика оценки экологической пластичности сортов злаковых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 2. С. 100–108. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-12.
16. Кардашина В. Е., Демидова О. В. Оценка коллекционных образцов овса пленчатого на продуктивность и адаптивность в условиях Свердловской области // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 7. С. 45–49. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-7-45.
17. Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И. Пластичность и стабильность ярового овса по урожайности и массе 1000 зерен // Вестник Красноярского ГАУ. 2020. № 4. С. 37–44. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-37-44.
18. Чешкова А. Ф., Степочкин П. И., Алейников А. Ф., Гребенникова И. Г., Пономаренко В. И. Сравнение статистических методов оценки стабильности урожайности озимой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24, № 3. С. 267–275. DOI: 10.18699/vj20.619.
19. Рекашус Э. С. Современные методы оценки продуктивности и стабильности селекционных достижений (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36, № 4. С. 52–60. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-4-52.
20. Градобоева Л. Я., Бронина М. С. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области за 2023 год. Тюмень: Тюменский издательский дом, 2023. 68 с.
21. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.
22. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Science. 1981. Vol. 21, No. 6. Pp. 27–29.
23. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Альянс, 2014. 351 с.
24. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. Vol. 6, No. 1. Pp. 36–40.
25. Хангильдин В. В. Параметры гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытаниях колосовых культур // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. 1986. Вып. 2. С. 36–41.
26. Литун П. П. Методические указания по экологическому сортоиспытанию зерновых культур. Москва: ВАСХНИЛ, 1980. 36 с.
27. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–73.

### Об авторах:

**Валерий Антонович Сапега**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры техноферной безопасности, Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия; ORCID 0000-0001-6268-3896, AuthorID 701424. E-mail: sapegavalerii@rambler.ru

### References

1. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Aniskov N. I. Analysis of oats varieties of Omsk selection for the collection of protein per unit area. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 6 (197): 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48. (In Russ.)
2. Fomina M. N., Ivanova Yu. S., Bragina N. A., Bragina M. V. Grain quality of promising oat lines at the final stage of the breeding process in the conditions of the Northern Trans-Urals. *Achievements of Science and Technology in AIC*. 2023. 37 (3): 34–38. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-3-34. (In Russ.)
3. Sotnik A. Ya. Evaluation of oat varieties adaptive properties by productivity in the Priobskaya forest-steppe zone. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2023; 53 (5): 40–46. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-5-5. (In Russ.)
4. Gradoboeva T. P., Batalova G. A. The effect of environmental factors on oats resistance to loose smut. *Grain Economy Russia*. 2020; 3 (69):72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-72-76. (In Russ.)
5. Ivanova Yu. S., Fomina M. N., Yaroslavtsev A. A. Evaluation of the oat collection according to the main biochemical quality indicators in the conditions of the Tyumen region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (1): 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-01-2-11. (In Russ.)
6. Pyko T. Yu., Omelyanyuk L. V., Vasyukevich S. V., Ignatyeva E. Yu. Oats breeding for grain productivity and quality in the Western Siberia subtaiga zone. *The Bulletin of KrasGAU*. 2021; 11: 45–52. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-11-45-52. (In Russ.)
7. Batalova G. A., Tulyakova M. V., Zhuykova O. A., Vologzhanina E. N., Krotova N. V. Adaptive potential of perspective lines and cultivars of covered oat bred in FASC of North-East. *Russian Agricultural Sciences*. 2020; 2: 3–7. DOI: 10.31857/S2500-2627-2020-2-3-6. (In Russ.)

8. Aseeva T. A., Trifuntova I. B. Adaptive response of varieties and breeding lines of spring oat under the conditions of the Middle Amur region. *Achievements of Science and Technology in AIC*. 2022; 36 (4): 22–28. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-4-22. (In Russ.)
9. Gerasimov S. A. Selection-valuable barley samples of the VIR collection in terms of adaptability, productivity and grain quality. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2020; 4 (57): 16–24. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-16-24. (In Russ.)
10. Demelash T., Amou M., Gyibag A., Tesfay G., Xu Y. Adaptation potential of current wheat cultivars and planting dates under the changing climate in Ethiopia. *Agronomy*. 2022; 12: 37. DOI: 10.3390/agronomy12010037.
11. Yusova O. A., Nikolayev P. N., Vasyukevich V. S., Aniskov N. I., Safonova I. V. Spring grade quality of Omsk Oat Varieties in the extreme environmental conditions. *Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2020; 2 (55): 84–95. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96. (In Russ.)
12. Novokhatin V. V., Shelomentseva T. V., Dragavtsev V. A. A novel integrative approach to study the dynamics of an increase in common spring wheat adaptivity and homeostaticity (on the example of breeding programs in the Northern Trans-Ural). *Agricultural Biology*. 2022; 57 (1): 81–97. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.1.81rus. (In Russ.)
13. Eltahir S., Baenziger P. S., Belamkar V., Emara H. A., Nower A. A., Salem K. F. M., Algudah A. M., Salam A. GWAS revealed effect of genotype x environment interactions for grain yield of Nebraska winter wheat. *BMC Genomics*. 2021; 22: 2. DOI: 10.1186/s12864-020-07308-0.
14. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Interaction of genotype-environment, yield and adaptive potential of oat varieties in conditions of subtaiga of the Northern Trans-Urals. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2022; 1045. Article number 012077. DOI: 10.1088/1755-1315/1045/1/012077.
15. Grebennikova I. G., Cheshkova A. F., Stepochkin P. I., Aleynikov A. F., Chanyshev D. I. Method of assessment ecological plasticity of cereal crop varieties. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2020; 50 (2): 100–108. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-12. (In Russ.)
16. Kardashina V. E., Demidova O. V. Evaluation of collection samples of hulled oats for productivity and adaptability under the conditions of the Sverdlovsk region. *Achievements of Science and Technology in AIC*. 2023; 37 (7): 45–49. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-7-45. (In Russ.)
17. Baykalova L. P., Serebrennikov Yu. I. The plasticity and stability of spring oats in yield and the mass 1000 grain. *The Bulletin of KrasGAU*. 2020; 4: 37–44. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-37-44. (In Russ.)
18. Cheshkova A. F., Stepochkin P. I., Aleynikov A. F., Grebennikova I. G., Ponomarenko V. I. Comparison of statistical methods for assessing winter wheat yield stability. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020; 24 (3): 267–275. DOI 10.18699/vj20.619. (In Russ.)
19. Rekashus E. S. Current methods of evaluation of productivity and stability of selection achievements (overview). *Achievements of Science and Technology in AIC*. 2022; 36 (4): 52–60. DOI: 10.53859/02352451-2022-36-4-52. (In Russ.)
20. Gradoboeva L. Ya., Bronina M. S. *Varietal zoning of crops and results of variety testing in the Tyumen region for 2023*. Tyumen: Tyumen Publishing House, 2023. 68 p. (In Russ.)
21. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatuyeva L. I. Method to identify of productivity potential and adaptability of the varieties and breeding forms of winter wheat in terms of “yield”. *Selection and Seed Farming*. 1994; 2: 3–6. (In Russ.)
22. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 1981; 21 (6): 27–29.
23. Dospikhov B. A. *Field experience methodology (with the basics of statistical processing of study results)*. Moscow: Al'yans, 2014. 351 p. (In Russ.)
24. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966; 6 (1): 36–40.
25. Khangildin V. V. Homeostatic parameters of varieties and breeding lines in spike crop tests. *Scientific and Technical Bulletin of the All-Union Selection and Genetic Institute*. 1986; 2: 36–41. (In Russ.)
26. Litun P. P. *Methodological guidelines for ecological grain variety testing*. Moscow: VASKHNIL, 1980. 36 p. (In Russ.)
27. Nettevich E. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Increasing the efficiency of spring wheat selection for yield stability and grain quality. *Bulletin of Agricultural Science*. 1985; 1: 66–73. (In Russ.)

**Author's information:**

**Valeriy A. Sapega**, doctor of agricultural sciences, professor of the department of technosphere safety, Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia; ORCID 0000-0001-6268-3896, AuthorID 701424.

E-mail: sapegavalerii@rambler.ru



## Влияние изменения технологических качеств зерна на стрессоустойчивость и компенсаторную способность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Амурской области

Н. М. Терехин<sup>✉</sup>, Л. Н. Мищенко, М. В. Терехин, Н. А. Карпова

Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: rohan.1994@mail.ru

**Аннотация.** Для получения стабильных и устойчивых урожаев необходимо создавать и внедрять в производство сорта, обладающие высоким потенциалом хозяйственно ценных признаков, приспособленных к местным условиям возделывания. Оценка параметров количественной изменчивости и корреляционно-регрессионной зависимости урожайности и показателей качества зерна пшеницы мягкой яровой является актуальной задачей для растениеводческой науки. **Целью** исследований являлось изучение зависимости компенсаторной способности и стрессоустойчивости от величины технологических параметров – их минимальных, максимальных и средних значений. **Методы.** Для изучения корреляционных связей были взяты 32 новых сорта яровой мягкой пшеницы из питомника конкурсного сортоиспытания за три года – 2021, 2022, 2023. Посев производился сеялкой СКС-9а в оптимальные сроки по чистому пару, уборка – комбайном «Сампо» в период полной спелости. Лабораторная технологическая оценка сортообразцов осуществлялась по методикам ГОСТ 33996-2016. **Научная новизна.** Представлены результаты исследования компенсаторной способности и стрессоустойчивости сортов, выращенных в условиях Амурской области, которые зависят от величины технологических параметров – их минимальных, максимальных и средних значений. Установлено влияние повышения основных технологических и биохимических качеств новых сортов мягкой яровой пшеницы в процессе селекции. **Результаты.** Для повышения стрессоустойчивости сортов необходимо обратить внимание на оптимизацию их технологических качеств, таких как стекловидность, натура, масса 1000 зерен и содержание клейковины в зерне. Увеличение значений этих параметров может способствовать увеличению компенсаторной способности сортов и в итоге повышению их стрессоустойчивости. Рост числа падения (активности альфа-амилазы) также имеет влияние на стрессоустойчивость сортов. Поэтому необходимо тщательно балансировать все эти факторы при разработке и улучшении сортов, для того чтобы достичь оптимальной стрессоустойчивости.

**Ключевые слова:** сорт, масса 1000 зерен, натура, стекловидность, клейковина, альфа-амилаза, число падения, селекция, гибриды, районирование, компенсаторная способность

**Для цитирования:** Терехин Н. М., Мищенко Л. Н., Терехин М. В., Карпова Н. А. Влияние изменения технологических качеств зерна на стрессоустойчивость и компенсаторную способность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Амурской области // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-31-39>.

**Дата поступления статьи:** 29.05.2024, **дата рецензирования:** 13.10.2024, **дата принятия:** 01.11.2024.

## The impact of changes in the technological qualities of grain on the stress resistance and compensatory ability of spring soft wheat varieties in the conditions of the Amur region

N. M. Terekhin<sup>✉</sup>, L. N. Mishchenko, M. V. Terekhin, N. A. Karpova

Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: rohan.1994@mail.ru

**Abstract.** In order to obtain stable and sustainable yields, it is necessary to create and introduce into production varieties with high potential of economically valuable traits adapted to local cultivation conditions. Evaluation of the parameters of quantitative variability and correlation-regression dependence of yield and grain quality indicators of soft spring wheat is an urgent task for crop science. **The purpose** of the research was to study the dependence of compensatory ability and stress resistance on the magnitude of technological parameters – their minimum, maximum and average values. **Methods.** To study the correlation relationships, 32 new varieties of spring soft wheat were taken from the nursery of competitive variety testing for three years: 2021, 2022, 2023. Sowing was carried out with the SKS-9a seeder at the optimal time on clean fallow, harvesting was carried out with the “Sampo” combine during the period of full maturity. Laboratory technological assessment of varietal samples was carried out according to GOST 33996-2016 methods. **Scientific novelty.** The results of a study of the compensatory ability and stress resistance of varieties grown in the Amur region, which depend on the magnitude of technological parameters – their minimum, maximum and average values, are presented. The effect of increasing the basic technological and biochemical qualities of new varieties of soft spring wheat in the breeding process was established. **Results.** To increase the stress resistance of varieties, it is necessary to pay attention to the optimization of their technological qualities, such as vitreousness, nature, weight of 1000 grains and gluten content in the grain. An increase in the values of these parameters can contribute to an increase in the compensatory ability of varieties and, ultimately, to an increase in their stress resistance. An increase in the number of drops (alpha-amylase activity) It also has an effect on the stress resistance of varieties. Therefore, it is necessary to carefully balance all these factors when developing and improving varieties in order to achieve optimal stress resistance.

**Keywords:** variety, weight of 1000 grains, nature, vitreous, gluten, alpha-amylase, number of drops, breeding, hybrids, zoning, compensatory ability

**For citation:** Terekhin N. M., Mishchenko L. N., Terekhin M. V., Karpova N. A. The impact of changes in the technological qualities of grain on the stress resistance and compensatory ability of spring soft wheat varieties in the conditions of the Amur region. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 31–39. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-31-39>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 29.05.2024, **date of review:** 13.10.2024, **date of acceptance:** 01.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Создание сортов, максимально приспособленных к местным экологическим условиям, является одной из важнейших задач селекции. В связи с происходящим сегодня реальным изменением климата на планете, а также для территорий с резко континентальными погодными условиями актуально наличие сортов сельскохозяйственных культур, проявляющих не только высокую продуктивность и качество урожая, но и повышенную стабильность хозяйственно полезных признаков [1; 2].

Описаны результаты, дающие косвенное подтверждение как повышению уровня урожайности сортов зерновых культур при селекции на повы-

шенный уровень стабильности по данному признаку, так и его снижению [2–4].

В разные по климатическим особенностям годы сорта пшеницы мягкой яровой могут формировать различные урожайность и показатели качества зерна, выходящие за пределы средневидовых параметров. Поэтому оценка параметров количественной изменчивости и корреляционно-регрессионной зависимости урожайности и показателей качества зерна пшеницы мягкой яровой является актуальной задачей для растениеводческой науки [3; 20].

Кроме высоких, стабильных урожаев, сорта должны обладать целым рядом технологических качеств, соответствующих направлению использо-

вания зерна, таких как стекловидность, натура, масса 1000 зерен, количество и качество клейковины в зерне, активность альфа-амилазы (число падения). При этом значения данных показателей должны быть достаточно высокими и слабо зависеть от условий выращивания, то есть обладать хорошими компенсаторной способностью и стрессоустойчивостью. Связь между различными технологическими параметрами изучается давно, определены некоторые закономерности и корреляционные связи между признаками. Так, установлена существенная положительная корреляция между **стекловидностью** зерна ячменя и его плотностью ( $r = 0,726$ ), между стекловидностью и натурой зерна ( $r = 0,33$ ), стекловидность существенно положительно коррелировала с твердостью зерна ( $r = 0,83$ ) [5; 6].

Также замечено, что чем выше плотность зерна, тем выше **его натура**, что твердость зерна положительно коррелирует с содержанием белка, но корреляция сильнее у образцов со стекловидным эндоспермом [5]. Выявлена достоверная на 5-процентном уровне значимости связь **урожайности зерна с показателем «масса 1000 зерен»** ( $r = 0,64$ ) [7; 18].

Множественный корреляционно-регрессионный анализ показал, что между урожайностью зерна сортов пшеницы мягкой яровой и массой 1000 зерен имеется прямая, средняя по тесноте связь ( $r = 0,57$ ). Зависимость между массой 1000 зерен и натурой зерна была ниже, отмечалась средняя положительная связь ( $r = 0,30$ ) [7].

Установлено, что с увеличением **содержания белка** в зерне и ростом **массы зерновки** величина **числа падения** уменьшалась [8].

Практическую значимость может иметь создание системы моделей, позволяющей прогнозировать формирование качества зерна на основе зависимости отдельных (наиболее экспрессных и простых в определении) признаков качества от условий выращивания. Для зерновых культур такими признаками могут быть содержание сырого белка и крахмала в зерне, масса зерновки (масса 1000 зерен) и пленчатость. Эти сложные количественные полигенные признаки, зависящие от ряда морфологических и физиологических свойств растительного организма в целом, могут существенно изменяться в различных условиях выращивания. Наиболее стабильным признаком является масса зерновки, величина которой может поддерживаться на уровне, близком к генетическому потенциалу [10; 19].

Найдены сильные существенные корреляционные связи между средними величинами массы 1000 зерен образцов и значениями параметров их пластичности (отрицательная корреляция) либо показателей их стабильности (положительная корреляция) по данному физическому признаку зерна.

Установлено, что корреляционная связь между крупностью зерна сортов овса и пшеницы и обои-

ми показателями пластичности по этому признаку была отрицательной, а со всеми параметрами стабильности – положительной. В случае с ячменем корреляция между массой 1000 зерен и показателем пластичности  $d$  сортов по указанному признаку была отрицательной и существенной. Продемонстрированные результаты свидетельствуют в пользу того, что при отборе овса, ячменя и пшеницы на повышенную стабильность по массе 1000 зерен крупность зерна снижаться не будет. Более того, она может иметь тенденцию роста [9; 11; 18].

Понимание механизмов, регулирующих массу зерна, натуру, стекловидность и другие технологические параметры зерна в стрессовых условиях, и наличие информации о потенциальных высокоадаптивных источниках поможет селекционерам повысить стабильность вновь создаваемых сортов по крупности зерна [12–14]. Результатов, посвященных исследованию адаптивности образцов зерновых культур по отдельным элементам продуктивности, опубликовано сравнительно небольшое количество [15; 16; 20].

Цель исследований – изучить зависимость компенсаторной способности и стрессоустойчивости от величины технологических параметров (их минимальных, максимальных и средних значений) и, если такая зависимость существует, то определить, как на нее влияет повышение качества зерна у новых сортов в процессе селекции.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Для изучения корреляционных связей были взяты 32 новых сорта яровой мягкой пшеницы из питомника конкурсного сортоиспытания за три года – 2021, 2022, 2023. Большая выборка (число степеней свободы  $(n - 2) = 30$ ) позволила установить, что наш расчетный коэффициент корреляции  $r_{xy}$  достоверен при  $r_{табл} = 0,349$  для  $p = 95\%$ . Такие значения помечены в таблицах звездочками (\*).

Посев производился сеялкой СКС-9а в оптимальные сроки по чистому пару, уборка – комбайном «Сампо» в период полной спелости. Питомник закладывался в селекционном севообороте на опытном поле села Грибское на лугово-черноземной почве по оптимальному фону ( $N_{60}P_{30}$ ). Предшественники – черный пар и соя. Лабораторная технологическая оценка сортообразцов осуществлялась по методикам ГОСТ [11]. Наиболее благоприятными погодные условия были в 2023 году.

Компенсаторная способность высчитывается по формуле

$$Y_{2min} + Y_{1max} / 2,$$

где  $Y_{2min}$  – минимальное значение параметра,

$Y_{1max}$  – максимальное значение параметра. Это среднее значение параметра, генетическая гибкость сорта. Чем выше соответствие между генотипом сорта и факторами среды, тем выше среднее значение.

Таблица 1  
Коэффициент корреляции (*r*) между минимальными значениями признаков и элементами экологической пластичности этих признаков

Параметры качества зерна	Параметры качества зерна (минимальные значения)				
	Стекловидность	Натурная масса	Масса 1000 зерен	Количество клейковины	Число падения
Максимальные значения признаков	0,74*	0,54*	0,76*	0,76*	0,29
Средние значения признаков	0,92*	0,83*	0,91*	0,94*	0,67*
Компенсаторная способность	0,92*	0,91*	0,91*	0,95*	0,27
Стрессоустойчивость	-0,07	-0,67*	0,16	-0,54*	-0,12

Примечание. \* Значение достоверно для  $p = 95\%$ .

Table 1  
Correlation coefficient (*r*) between the minimum values of the features and the elements of ecological plasticity of these features

Grain quality parameters	Grain quality parameters (minimum values)				
	Glassiness	Full-scale weight	Weight of 1000 grains	Grains amount of gluten	Falling number
Maximum values of the signs	0.74*	0.54*	0.76*	0.76*	0.29
Average values of the signs	0.92*	0.83*	0.91*	0.94*	0.67*
Compensatory capacity	0.92*	0.91*	0.91*	0.95*	0.27
Stress resistance	-0.07	-0.67*	0.16	-0.54*	-0.12

Note. \* The value is reliable for  $p = 95\%$ .

Таблица 2  
Коэффициент корреляции (*r*) между максимальными значениями признаков и элементами экологической пластичности этих признаков

Параметры качества зерна	Параметры качества зерна (максимального значения)				
	Стекловидность	Натурная масса	Масса 1000 зерен	Количество клейковины	Число падения
Минимальные значения признаков	0,74*	0,54*	0,76*	0,76*	0,29
Средние значения признаков	0,95*	0,98*	0,93*	0,93*	0,87*
Компенсаторная способность	0,95*	0,84*	0,96*	0,93*	0,41*
Стрессоустойчивость	0,59*	0,27	0,77*	0,14	0,90*

Примечание. \* Значение достоверно для  $p = 95\%$ .

Table 2  
The correlation coefficient (*r*) between the maximum values of the features and the elements of ecological plasticity of these features

Grain quality parameters	Grain quality parameters (maximum values)				
	Glassiness	Full-scale weight	Weight of 1000 grains	Grains amount of gluten	Falling number
Minimum values of the signs	0.74*	0.54*	0.76*	0.76*	0.29
Average values of the signs	0.95*	0.98*	0.93*	0.93*	0.87*
Compensatory capacity	0.95*	0.84*	0.96*	0.93*	0.41*
Stress resistance	0.59*	0.27	0.77*	0.14	0.90*

Note. \* The value is reliable for  $p = 95\%$ .

Стрессоустойчивость считается по формуле  $Y_{2min} - Y_{1max}$ . Чем меньше разница, тем выше стрессоустойчивость. Значения стрессоустойчивости имеют отрицательные значения. Чем ближе значения к нулю, тем выше стрессоустойчивость.

### Результаты (Results)

Рассмотрим, как влияет улучшение технологических качеств на способность сортов противостоять неблагоприятным факторам. В таблице 1 представлены коэффициенты корреляции минимальных значений пяти изученных признаков с другими параметрами сортов (максимальными значениями, средними, компенсаторной способностью и стрессоустойчивостью).

Как видно из таблицы, сильная положительная корреляция наблюдается между минимальными значениями и средними, а также с компенсаторной способностью (от 0,83, до 0,95) у всех параметров, кроме числа падения. Корреляция минимальных и максимальных значений слабее: от средней (0,54) до сильной (0,76). Минимальные значения числа падения (активность альфа-амилазы) коррелируют со средней силой (0,67) только со средними значениями. Ни на компенсаторную способность, ни на стрессоустойчивость и максимальные значения они влияния не оказывают. Достоверная отрицательная корреляция минимальных зна-



чений и стрессоустойчивости отмечена только для натурности и количества клейковины в зерне. Рост минимальных значений натурной массы зерна и количества клейковины ухудшают стрессоустойчивость.

Корреляция максимальных значений со средними значениями и компенсационной способностью, так же как в предыдущем случае, была сильной, положительной (от 0,84 до 0,98) для четырех параметров (таблица 2). Для числа падения в данном случае обнаружилась сильная связь со средними значениями (0,87) и слабая, но все же достоверная положительная связь с компенсаторной способностью (0,41). Увеличение максимальных значений достоверно сильно коррелирует с минимальными значениями для стекловидности (0,74), массы 1000 зерен (0,76) и количества клейковины (0,76) и достоверно со средней силой с натурной массой (0,54). Максимальные значения числа падения практически не влияют на минимальные значения, а стрессоустойчивость по числу падения (активности альфа-амилазы) имеет сильную положительную связь с максимальными значениями этого признака (0,9). То есть чем выше число падения (ниже активность альфа-амилазы), тем лучше стрессоустойчивость сорта. Аналогичная зависимость наблюдается для стрессоустойчивости и по остальным параметрам: чем выше значения стекловидности, натурности, массы 1000 зерен и количества клейковины, тем лучше стрессоустойчивость образца. Для стекловидности и массы 1000 зерен значения корреляции были достоверны (0,59 и 0,77 соответственно).

Как видно из таблицы 3, коэффициенты корреляции между средними значениями четырех технологических параметров (стекловидность, натурность, масса 1000 зерен и количество клейковины) и

их минимальными, максимальными значениями и с компенсаторной способностью имеют сильную положительную связь, поскольку расчеты средних исходят из максимальных и минимальных значений, как и компенсаторная способность. Среднее значение активности альфа-амилазы (число падения) обнаруживает меньшую зависимость от минимальных (0,67) и максимальных значений (0,83), а с компенсаторной способностью связь средней силы (0,41). Стрессоустойчивость обнаружила отрицательную корреляцию средней силы со средними показателями для натурной массы (–0,67) и положительную с массой 1000 зерен (0,50) и числом падения (0,62). То есть при увеличении натурной массы снижается стрессоустойчивость сорта по данному показателю. При увеличении значений массы 1000 зерен и числа падения, напротив, стрессоустойчивость возрастает.

Корреляция компенсаторной способности с минимальными, максимальными и средними значениями является положительной, сильной, в двух случаях линейной для всех параметров, кроме числа падения. Так, на компенсаторную способность числа падения (активность альфа-амилазы) практически не влияют минимальные значения числа падения, нет и достоверной связи со стрессоустойчивостью. Связь компенсаторной способности с максимальными и средними значениями для числа падения – средней силы, положительная (0,41). Положительная достоверная связь между компенсаторной способностью и стрессоустойчивостью установлена только для массы 1000 зерен (0,56). При увеличении компенсаторной способности возрастает и стрессоустойчивость сорта (таблица 4).

Таблица 3  
Коэффициент корреляции ( $r$ ) между средними значениями признаков и элементами экологической пластичности этих признаков

Параметры качества зерна	Параметры качества зерна (средние значения)				
	Стекловидность	Натурная масса	Масса 1000 зерен	Количество клейковины	Число падения
Минимальные значения признаков	0,92*	0,83*	0,91*	0,94*	0,67*
Максимальные значения признаков	0,95*	0,98*	0,93*	0,93*	0,87*
Компенсаторная способность	1,00*	0,98*	0,98*	0,99*	0,41*
Стрессоустойчивость	0,32	–0,67*	0,50*	–0,22	0,62*

Примечание. \* Значение достоверно для  $p = 95\%$ .

Table 3  
The correlation coefficient ( $r$ ) between the average values of the features and the elements of ecological plasticity of these features

Grain quality parameters	Grain quality parameters (average values)				
	Glassiness	Full-scale weight	Weight of 1000 grains	Grains amount of gluten	Falling number
Minimum values of the signs	0.92*	0.83*	0.91*	0.94*	0.67*
Maximum values of the signs	0.95*	0.98*	0.93*	0.93*	0.87*
Compensatory capacity	1.00*	0.98*	0.98*	0.99*	0.41*
Stress resistance	0.32	–0.67*	0.50*	–0.22	0.62*

Note. \* The value is reliable for  $p = 95\%$ .

Таблица 4

Коэффициент корреляции ( $r$ ) между компенсаторной способностью и минимальными, максимальными, средними значениями, стрессоустойчивостью этих признаков

Параметры качества зерна	Параметры качества зерна (компенсаторная способность)				
	Стекловидность	Натурная масса	Масса 1000 зерен	Количество клейковины	Число падения
Минимальные значения признаков	0,92*	0,91*	0,91*	0,95*	0,27
Максимальные значения признаков	0,95*	0,84*	0,96*	0,93*	0,41*
Средние значения признаков	1,00*	0,98*	0,98*	1,00*	0,41*
Стрессоустойчивость	-0,32	-0,29	0,56*	-0,25	0,31

Примечание. \* Значение достоверно для  $p = 95\%$ .

Table 4

The correlation coefficient ( $r$ ) between the compensatory ability and the minimum, maximum, average values, stress resistance of these signs

Grain quality parameters	Grain quality parameters (minimum values)				
	Glassiness	Full-scale weight	Weight of 1000 grains	Grains amount of gluten	Falling number
Minimum values of the signs	0.92*	0.91*	0.91*	0.95*	0.27
Maximum values of the signs	0.95*	0.84*	0.96*	0.93*	0.41*
Average values of the signs	1.00*	0.98*	0.98*	1.00*	0.41*
Stress resistance	-0.32	-0.29	0.56*	-0.25	0.31

Note. \* The value is reliable for  $p = 95\%$ .

Таблица 5

Коэффициент корреляции ( $r$ ) между стрессоустойчивостью и минимальными, максимальными, средними значениями, компенсаторной способностью этих признаков

Параметры качества зерна	Параметры качества зерна (стрессоустойчивость)				
	Стекловидность	Натурная масса	Масса 1000 зерен	Количество клейковины	Число падения
Минимальные значения признаков	-0,07	-0,67*	0,16	-0,54*	-0,12
Максимальные значения признаков	0,59*	0,27	0,77*	0,14	0,90*
Средние значения признаков	0,32	-0,67*	0,50*	-0,22	0,62*
Компенсаторная способность	0,32	-0,29	0,56*	-0,25	0,31

Примечание. \* Значение достоверно для  $p = 95\%$ .

Table 5

Correlation coefficient ( $r$ ) between stress resistance and minimum, maximum, average values, compensatory ability of these signs

Grain quality parameters	Grain quality parameters (minimum values)				
	Glassiness	Full-scale weight	Weight of 1000 grains	Grains amount of gluten	Falling number
Minimum values of the signs	0.92*	0.91*	0.91*	0.95*	0.27
Maximum values of the signs	0.95*	0.84*	0.96*	0.93*	0.41*
Average values of the signs	1.00*	0.98*	0.98*	1.00*	0.41*
Compensatory capacity	0.32	-0.29	0.56*	-0.25	0.31

Note. \* The value is reliable for  $p = 95\%$ .

На стрессоустойчивость сортов различные параметры качества зерна влияют по-разному. Так, увеличение массы 1000 зерен при любом варианте оценки (для минимальных, максимальных, средних значений) всегда приводит к увеличению стрессоустойчивости. Стрессоустойчивость по стекловидности увеличивается при увеличении у сортов максимальных, средних значений и увеличении компенсаторной способности, однако значение достоверно только для максимальных значений.

Также положительная связь между стрессоустойчивостью и числом падения обнаружена для максимальных и средних значений последнего, тогда как для минимальных значений числа падения и компенсаторной способности корреляция положительная, но недостоверная. Для последних двух параметров природы и количества клейковины характерна обратная корреляция со стрессоустойчивостью. Так, при увеличении минимальных и средних значений природы стрессоустойчивость до-

стоверно снижается ( $-0,67$ ,  $-0,67$ ). Также увеличение минимальных значений клейковины приводит к снижению стрессоустойчивости сорта, тогда как повышение ее максимального количества такого влияния не оказывает ( $0,14$ ). Рост средних и компенсаторной способности у сортов по количеству клейковины также снижают стрессоустойчивость образцов, хотя и недостоверно (таблица 5).

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Улучшение технологических качеств сортов может по-разному отражаться на их компенсаторной способности и стрессоустойчивости. Компенсаторная способность сортов повышается при повышении значений стекловидности, натуре, массы

1000 зерен и количества клейковины в зерне. Рост числа падения (снижение активности альфа-амилазы) для максимальных и средних значений приводит к увеличению стрессоустойчивости, тогда как рост минимальных значений числа падения (повышение активности альфа амилазы) практически не влияет на стрессоустойчивость.

2. Стрессоустойчивость достоверно положительно коррелирует с ростом массы 1000 зерен. Улучшение стрессоустойчивость наблюдается также при росте количества стекловидных зерен и уменьшении активности альфа-амилазы. Стрессоустойчивость снижается при росте натуре и количества клейковины в зерне.

#### Библиографический список

1. Полонский В. И., Сурин Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23, № 6. С. 683–690. DOI: 10.18699/VJ19.541.
2. Полонский В. И., Сурин Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. А. Оценка образцов ячменя на содержание  $\beta$ -глобулинов в зерне и другие ценные признаки в условиях Восточной Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182, вып. 1. С. 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58.
3. Мельникова О. В., Ториков В. Е., Никифоров В. М., Тищенко Е. В. Количественная изменчивость и корреляционная зависимость урожайности и показателей качества зерна пшеницы мягкой яровой // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 21–27.
4. Суханбердина Л. Х., Денизбаев С. Е. Характеристика сортообразцов озимого тритикале по хозяйственно ценным признакам // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77). С. 67–71.
5. Васьюк Н. И., Козаченко М. Р., Солонечная О. В. [и др.] Стекловидность эндосперма и содержание белка в зерне сортов пленчатого и голозерного ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 4 (28). С. 94–102. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11056.
6. Блохин В. И., Никифорова И. Ю., Ганиева И. С. [и др.] Анализ адаптивного потенциала сортов и линий ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 4 (44). С. 163–172. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-172.
7. Коновалова И. В., Богдан П. М. Корреляция признаков у яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 3 (34). С. 75–79.
8. Крупнова О. В. О взаимосвязи урожайности с содержанием белка в зерне у зерновых и бобовых культур (обзор литературы) // Сельскохозяйственная биология. 2009. Т. 44, № 3. С. 13–23.
9. Пономарева С. В. Вариационная изменчивость и корреляционная взаимосвязь между зерновой урожайностью и элементами ее структуры у сортов гороха полевого (*Pisum Arvense* L.) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 6 (384). С. 50–52.
10. Тимошенкова Т. А., Кужиева В. Г. Оценка селекционного материала *Triticum aestivum* по признаку масса 1000 зерен в конкурсном испытании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 26–31. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-100-2-26-31.
11. Чешкова А. Ф., Алейников А. Ф., Гребенникова И. Г., Степочкин П. И. Сравнительный анализ и классификация методов оценки фенотипической стабильности сельскохозяйственных растений // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 7-й международной научной конференции «Агроинфо-2018». Новосибирск, 2018. С. 99–109.
12. Гребенникова И. Г., Чешкова А. Ф., Степочкин П. И., Алейников А. Ф., Чанышев Д. И. Методика оценки экологической пластичности сортов злаковых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50, № 2. С. 100–108. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-12.
13. Белявская Л. Г., Белявский Ю. В., Дьянова А. А. Оценка экологической стабильности и пластичности сортов сои // Зерновые и крупяные культуры. 2018. № 4 (28). С. 42–48. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11048.
14. Гончаренко А. А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи. Москва, 2017. 369 с.

15. Пакуль В. Н., Плиско Л. Г. оценка экологической пластичности селекционных линий яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи кузнецкой котловины // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3 (45). DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.075.

16. Grebennikova I., Cheshkova A., Stepochkin P., Chanyshv D., Aleynikov A. Forecast of economic and valuable properties of grain crops // IOP Conference series: Earth and Environmental Science. 2019, Vol. 403, No. 1. Article number 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012051.

17. Kendal E. Comparing durum wheat cultivars by genotype  $\times$  yield  $\times$  trait and genotype  $\times$  trait biplot method // Chilean Journal of Agricultural Research. 2019. Vol. 79 (4). DOI: 10.4067/S0718-58392019000400512.

18. Abdennour S., Houcine B., Rhouma S., Sahbi F., Tahar S. Stability and adaptability concepts of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in the northwest of Tunisia // *Biologia Futura*. 2019. Vol. 70 (3). Pp. 240–250.

19. Bicalho T. F., Oliveira N., Hamawaki O. T., Costa S. C., de Moraes Junior I., Silva N. S., Hamawaki R. L. Adaptability and stability of soybean cultivars in four sowing seasons // *Bioscience Journal*. 2019. Vol. 35 (5). Pp. 1450–1462.

20. Hildebrandt Ja. P. Ecology meets physiology: phenotypic plasticity and the ability of animals to adjust to changing environmental conditions // *Physiologia*. 2023. Vol. 3, No. 2. Pp. 366–380.

#### Об авторах:

**Николай Михайлович Терехин**, младший научный сотрудник, Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия; ORCID 0000-0002-7989-4769, AuthorID 1128931.

*E-mail: rohan.1994@mail.ru*

**Лариса Николаевна Мищенко**, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник, Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия; ORCID 0000-0001-8508-2823, AuthorID 386483. *E-mail: laridass2@mail.ru*

**Михаил Васильевич Терехин**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия; ORCID 0000-0002-2771-5052, AuthorID 449929

**Наталья Александровна Карпова**, младший научный сотрудник, Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия; ORCID 0009-0001-6864-1029, AuthorID 749723.

*E-mail: tata\_170185@mail.ru*

#### References

1. Polonskiy V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zute S. The study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of various geographical origin for grain quality and productivity. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019; 23 (6): 683–690. DOI: 10.18699/VJ19.541. (In Russ.)

2. Polonskiy V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. Evaluation of barley genotypes for the content of  $\beta$ -glucans in grain and other valuable features in Eastern Siberia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021; 182 (1): 48–58. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-48-58. (In Russ.)

3. Melnikova O., Torikov V., Nikiforov V., Tishchenko E. Quantitative variability and correlation dependence of productivity and grain quality indicators of spring soft wheat. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2020; 3: 21–27. (In Russ.)

4. Sukhanberdina L., Denizbaev S. E. Characteristics of winter triticum variety samples by their economically valuable characteristics. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2019; 3 (77): 67–71. (In Russ.)

5. Vasko N., Kozachenko M., Solonechnaya O., et al. Endosperm vitreousness and protein content in grain of chaffy and naked barley cultivars. *Legumes and Cereals*. 2018; 4 (28): 94–102. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11056. (In Russ.)

6. Blokhin V., Nikiforova I., Ganieva I., et al. Analysis of adaptive potential of spring barley varieties and lines by characteristic “weight of 1000 grains”. *Legumes and Groat Crops*. 2022; 4 (44): 163–172. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-163-172. (In Russ.)

7. Konovalova I., Bogdan P. Correlation of the quantitative traits of spring soft wheat in the conditions of Primorsky Krai. *Bulletin of GAU SZ*. 2016; 3 (34): 75–79. (In Russ.)

8. Krupnova O. On the relationship between yield and protein content in grain and legumes (literature review). *Agricultural Biology*. 2009; 44 (3): 13–23. (In Russ.)

9. Ponomareva S. Variational variability and correlation between grain yield and elements of its structure in varieties of field peas (*Pisum Arvense* L.). *International Agricultural Journal*. 2021; 6 (384): 50–52. (In Russ.)

10. Timoshenkova T. Evaluation of breeding material *Triticum aestivum* on the basis of mass 1000 grains in competitive testin. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2023; 2 (100): 26–31. DOI: 10.37670/2073-0853-2023-100-2-26-31. (In Russ.)



11. Cheshkova A., Aleynikov A., Grebennikova I., Stepochkin P. Comparative analysis and classification of methods for assessing the phenotypic stability of agricultural plants. *Information technologies, systems and devices in agriculture: proceedings of the 7th International Scientific Conference "Agroinfo-2018"*. Novosibirsk, 2018. Pp. 99–109. (In Russ.)
12. Grebennikova I., Cheshkova A., Stepochkin P., Aleynikov A., Chanyshv D. I. Method of assessment ecological plasticity of cereal crop varieties. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2020; 50 (2): 100–108. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-2-12. (In Russ.)
13. Belyavskaya L. G., Belyavskiy Yu. V., Diyanova A. A. Estimation of environmental stability and plasticity of soybean varieties. *Legumes and Groat Crops*. 2018; 4 (28): 42–48. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11048. (In Russ.)
14. Goncharenko A. A. *Actual issues of winter rye breeding*. Moscow, 2017. 369 p. (In Russ.)
15. Pakul V., Plisko L. Assessment of ecological plasticity of selection lines of spring-sown soft field in the conditions of the forest-steppe of Kuznetsk depression. *International Scientific Research Journal*. 2016; 3 (45). DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.075. (In Russ.)
16. Grebennikova I., Cheshkova A., Stepochkin P., Chanyshv D., Aleynikov A. Forecast of economic and valuable properties of grain crops. *IOP Conference series: Earth and Environmental Science*. 2019; 403 (1): 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012051. (In Russ.)
17. Kendal E. Comparing durum wheat cultivars by genotype  $\times$  yield  $\times$  trait and genotype  $\times$  trait biplot method. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2019; 79 (4): 512–522. DOI: 10.4067/S0718-58392019000400512.
18. Abdennour S., Houcine B., Rhouma S., Sahbi F., Tahar S. Stability and adaptability concepts of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in the northwest of Tunisia. *Biologia Futura*. 2019; 70 (3): 240–250. DOI: 10.1556/019.70.2019.28.
19. Bicalho T. F., Oliveira N., Hamawaki O. T., Costa S. C., de Moraes Junior I., Silva N. S., Hamawaki R. L. Adaptability and stability of soybean cultivars in four sowing seasons. *Bioscience Journal*. 2019; 35 (5): 1450–1462. DOI: 10.14393/BJ-v35n5a2019-42351.
20. Hildebrandt Ja. P. Ecology meets physiology: phenotypic plasticity and the ability of animals to adjust to changing environmental conditions. *Physiologia*. 2023; 3 (2): 366–380. DOI: 10.3390/physiologia3020025.

#### Authors' information:

**Nikolay M. Terekhin**, junior researcher, Far Eastern State University, Blagoveshchensk, Russia;

ORCID 0000-0002-7989-4769, AuthorID 1128931. *E-mail: rohan.1994@mail.ru*

**Larisa N. Mishchenko**, candidate of biological sciences, associate professor, researcher, Far Eastern State University, Blagoveshchensk, Russia; ORCID 0000-0001-8508-2823, AuthorID 386483. *E-mail: laridass2@mail.ru*

**Mikhail V. Terekhin**, candidate of agricultural sciences, associate professor, leading researcher, Far Eastern State University, Blagoveshchensk, Russia; ORCID 0000-0002-2771-5052, AuthorID 449929

**Natalya A. Karpova**, junior researcher, Far Eastern State University, Blagoveshchensk, Russia;

ORCID 0009-0001-6864-1029, AuthorID 749723. *E-mail: tata\_170185@mail.ru*

## Научные подходы по разработке ресурсосберегающего сырьевого конвейера

С. Я. Бевз<sup>✉</sup>, А. М. Козина, Е. А. Тошкина

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: Svetlana.Bevz@novsu.ru

**Аннотация.** Цель. Исследование направлено на усовершенствование кормовой базы животноводства сельскохозяйственных предприятий Новгородской области с применением ресурсосберегающего сырьевого конвейера для возделывания кормовых культур. **Методы.** Исследования проводились в рамках выполнения государственной программы Новгородской области «Развитие сельского хозяйства в Новгородской области на 2019–2024 годы». Проанализированы статистическая отчетность ведущих сельскохозяйственных предприятий Новгородской области, данные опытных наблюдений и учетов, а также данные результатов испытаний качества кормов. **Результаты.** Анализ организации кормовой базы ведущих хозяйств Новгородской области и проведенные научные исследования показали, что основу сырьевого конвейера должны составлять бобово-злаковые луговые травостои как наиболее надежный и дешевый источник сырья. Для восполнения недостатка корма в отдельные сроки летнего периода следует использовать однолетние кормовые культуры. Сырьевой конвейер позволит обеспечить все стадо необходимым количеством высокопитательных кормов с минимальным количеством концентратов в рационе кормления и полностью обеспечит потребность сельскохозяйственных животных хозяйства в протеине. Проведено научное обоснование путей усовершенствования кормовой базы животноводства Новгородской области, проанализирована и рассчитана потребность сельскохозяйственных животных в кормах с учетом их продуктивности, проведен анализ результатов качества кормов, определена продуктивность основных кормовых культур в ведущих хозяйствах региона, рассчитана кормопроизводящая площадь в системе ресурсосберегающего конвейера. **Научная новизна.** На основе проведенной научно-исследовательской работы разработан ресурсосберегающий сырьевой конвейер с включением высокопродуктивных кормовых культур, способных в условиях Новгородской области обеспечить ежегодное получение до 3,3 т кормовых единиц при содержании в 1 кг сухой массы сочных кормов 116–187 г сырого протеина и 8,8–10,7 МДж обменной энергии.

**Ключевые слова:** кормовая база, сырьевой конвейер, ресурсосбережение, животноводство, питательность кормов

**Для цитирования:** Бевз С. Я., Козина А. М., Тошкина Е. А. Научные основы разработки ресурсосберегающего сырьевого конвейера // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 40–50. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-40-50>.

**Дата поступления статьи:** 26.02.2024, **дата рецензирования:** 19.09.2024, **дата принятия:** 13.11.2024.

## Scientific approaches to the development of a resource –saving raw material conveyor

S. Ya. Bevz✉, A. M. Kozina, E. A. Toshkina

Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia

E-mail: Svetlana.Bevz@novsu.ru

**Abstract. Purpose.** The research is aimed at improving the livestock feed base of agricultural enterprises in the Novgorod region of Northwestern Russia using a resource-saving raw material conveyor for the cultivation of forage crops. **Methods.** The research was carried out as part of the implementation of the state program of the Novgorod region “Development of agriculture in the Novgorod region for 2019–2024”. The statistical reports of the leading agricultural enterprises of the Novgorod region, data from experimental observations and records, as well as data from feed quality tests are analyzed. **Results.** The analysis of the organization of the feed base of the leading farms of the Novgorod region and the conducted scientific research have shown that the basis of the raw material conveyor should be legume-cereal meadow grass stands, as the most reliable and cheap source of raw materials. To make up for the lack of feed in certain periods of the summer period, it is necessary to use annual forage crops. The raw material conveyor will provide the entire herd with the necessary amount of highly nutritious feed with a minimum amount of concentrates in the feeding diet and fully meet the protein needs of farm animals. The scientific substantiation of ways to improve the feed base of livestock breeding in the Novgorod region of Northwestern Russia was carried out, the need for farm animals for feed was analyzed and calculated taking into account their productivity, the analysis of feed quality results was carried out, the productivity of the main forage crops in the leading farms of the region was determined, the forage-producing area in the resource-saving conveyor system was calculated. **Scientific novelty.** Based on the research work carried out, a resource-saving raw material conveyor has been developed with the inclusion of highly productive forage crops capable of providing annual production of up to 3.3 tons of feed units in the conditions of the Novgorod region with a content of 116–187 g of crude protein and 8.8–10.7 MJ of metabolic energy in 1 kg of dry mass of juicy feeds.

**Keywords:** feed base, raw material conveyor, resource conservation, animal husbandry, feed nutrition

**For citation:** Bevz S. Ya., Kozina A. M., Troshkina E. A. Scientific foundations of the development of a resource-saving raw material conveyor. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 40–50. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-40-50>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 26.02.2024, **date of review:** 19.09.2024, **date of acceptance:** 13.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

На территории России с давних пор очень хорошо развиты традиции производства и потребления молока, в основном коровьего. Развитие молочного животноводства является одним из приоритетных направлений реализации Государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции сырья и продовольствия на 2013–2025 годы» [1; 2].

В настоящее время производством молока занимаются 38 сельскохозяйственных организаций и 176 крестьянских (фермерских) хозяйств Новгородской области, которые произвели за последний год более 64 тыс. тонн молока. То есть в регионе основным видом деятельности хозяйств является молочное животноводство. Однако в регионе отмечается невысокий удой молока на одну корову. Поэтому увеличение валового производства молока является одной из главных задач агропромышленного комплекса в Новгородской области [3].

Научные исследования и опыт работы ведущих молочных предприятий Новгородской области показывают, что важными составляющими эффективного производства и переработки молока являются ресурсосберегающие технологии, одна из которых – разработка сырьевого кормового конвейера, позволяющего интенсивно использовать в оптимальные фазы развития растений разнородные, различные по скороспелости луговые травостои, а также однолетние кормовые культуры. Организация полноценной кормовой базы предусматривает совершенствование технологий производства кормов для молочного животноводства с учетом полного удовлетворения его потребностей, а также достижения рентабельного ведения данной отрасли [4–6].

В большинстве хозяйств Новгородской области экономическая эффективность молочного животноводства сдерживается отсутствием ресурсосберегающего сырьевого конвейера, обеспечивающего хозяйства в современных условиях высококачественными кормами собственного производства.

В рамках реализуемого «Плана научно-технического развития сельского хозяйства в Новгородской области на 2018–2025 годы» в 2022 году в колхозе «Россия» СПК Солецкого района Новгородской области была проведена научно-исследовательская работа по разработке ресурсосберегающего кормового конвейера для повышения продуктивности молочного животноводства.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) анализ урожайности кормовых культур;
- 2) анализ качества кормов по результатам испытаний;
- 3) расчет потребности в кормах различных половозрастных групп животных и определение необходимой кормопроизводящей площади;
- 4) организация ресурсосберегающего сырьевого конвейера, включающего высокоурожайные кормовые культуры.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Исследования проводились в рамках выполнения государственной программы Новгородской области «Развитие сельского хозяйства в Новгородской области на 2019–2024 годы» на основании статистической отчетности ведущих сельскохозяйственных предприятий Новгородской области, данных опытных наблюдений и учетов, а также данных результатов испытаний качества кормов.

Опытные поля располагались в северном агроклиматическом районе Новгородской области, который характеризуется умеренно холодной зимой, умеренно теплым летом и относительно небольшим количеством осадков. В целом климат области умеренно континентальный, близкий к морскому. Его характеризуют избыточное увлажнение, нежаркое короткое лето, теплая продолжительная осень, мягкая зима и прохладная затяжная весна. Влажный климат области вызывает нисходящие токи воды в почве и способствует выносу солей из верхних горизонтов почвы в нижние. Наиболее распространенным типом почв являются дерново-подзолистые – бедные питательными веществами, кислые и нуждающиеся в известковании.

#### **Результаты (Results)**

По результатам оценки за предыдущие несколько лет в хозяйствах всех категорий Новгородской области производство молока изменялось от 64,1 до 65,7 тыс. тонн при среднегодовом надое молока на 1 корову 4848–5263 кг, тогда как в отдельных хозяйствах региона удой молока превышает 7000 кг молока в год от одной коровы.

Как показал анализ кормовой базы, невысокая молочная продуктивность животноводства сдерживается отсутствием эффективного сырьевого конвейера. Для наиболее полного обеспечения сельскохозяйственных животных высококачественными кормами собственного производства в

каждом хозяйстве региона необходимо иметь сырьевой конвейер, который должен включать в себя высокоурожайные кормовые культуры, различные по скороспелости и темпам роста для обеспечения непрерывности заготовки кормов для стойлового содержания животных [7–9].

В колхозе «Россия» СПК Солецкого района возделывают однолетние и многолетние кормовые культуры. Наибольшие площади заняты под однолетними бобово-злаковыми смесями, с которых заготавливают силос, сенаж и зерносенаж.

Анализ урожайности кормовых культур показал существенные различия по вариантам опыта и годам исследований. Погодные условия в годы проведения опытов были различными по распределению осадков и теплообеспеченности (таблица 1). Наиболее благоприятным по количеству выпавших осадков и температуре воздух оказался 2020 год. Урожайность бобово-злаковых однолетних смесей в этом году изменялась от 12,8 до 15 т зеленой массы с 1 га. Многолетние луговые травостой обеспечили сбор зеленой массы в пределах от 18,3 до 21,0 т с 1 га, что на 40–64 % выше урожайности однолетних мешанок.

С целью организации ресурсосберегающего сырьевого конвейера был проведен анализ действующего рациона кормления поголовья скота хозяйства, который показал существенное завышение доли концентрированных кормов и занижение доли сена по сравнению с нормативными данными.

Расчет в необходимом количестве кормов для различных половозрастных групп скота показал, что для 649 условных голов со среднесуточным удоем 7000 кг молока от одной фуражной коровы в год необходимо более 3570 тыс. кормовых единиц и около 393 т перевариваемого протеина (таблица 2).

Состояние кормовой базы в хозяйстве и продуктивность животных зависят главным образом от способности обеспечивать животных кормами с учетом их продуктивности и возраста. При определении потребности сельскохозяйственных животных в различных видах кормов в системе сырьевого конвейера большое значение имеет структура рациона, то есть процентное соотношение грубых, сочных и концентрированных кормов по питательности [10].

Расчеты показали, что при содержании в рационе кормления грубых кормов в размере 20 %, сочных – 50 % и концентрированных – 30 % всему стаду в 649 условных голов необходимо заготовить более 1 тыс. корм. ед. концентрированных кормов, около 1400 тыс. корм. ед. сочных и грубых кормов, около 450 тыс. корм. ед. зеленого корма. При этом потребность в натуральном корме с учетом страхового фонда (15 %) составит: около 2 тыс. т концентратов питательностью 1 кг корма 0,66 корм. ед. и выше, около 8 тыс. т сочных кормов питатель-



ностью 1 кг силоса питательностью 0,23 корм. ед. и 1 кг сенажа 0,32 корм. ед. и выше, около 1600 т сена питательностью 0,52 корм. ед. и выше, а также более 3 тыс. т зеленого корма питательностью 1 кг 0,15 корм. ед. и выше (рис. 1).

Ресурсосберегающий сырьевой конвейер предусматривает заготовку высококачественных кормов. С целью оценки питательности кормов, заготовленных в колхозе «Россия» СПК Солецкого района Новгородской области, был проведен их анализ. На основании протоколов испытаний рассчитано содержание основных питательных веществ в сухом веществе различных видов кормов. Исходя из

качественных показателей, пользуясь требованиями к качеству корма, определен их класс. Оценка качества сена, заготовленного из бобово-злаковых луговых травостоев, показала, что из-за низкого содержания протеина и высокого содержания клетчатки сено относится к неклассному корму. Содержание сырого протеина составило только 54 % от зоотехнической нормы. Содержание сырой клетчатки в заготовленном сене составило 105 % от зоотехнической нормы, то есть незначительно превысило норму. Содержание кормовых единиц и обменной энергии в сухом веществе сена соответствовало третьему классу.

Таблица 1

## Изменение урожайности кормовых культур по годам исследований, 2020–2022 гг.

№	Кормовая культура	Годы исследований	Урожайность, т ЗМ с 1 га	Прибавка урожая, +/- т ЗМ с 1 га
1	Вико-овсяная смесь (контроль)	2020	12,8	–
		2021	10,8	–
		2022	11,4	–
		В среднем за 3 года	11,7	–
2	Горохо-овсяная смесь	2020	15,0	+2,2
		2021	13,3	+2,5
		2022	14,1	+2,7
		В среднем за 3 года	14,1	+2,4
3	Злаковый многолетний травостой	2020	21,0	+8,2
		2021	17,3	+6,5
		2022	18,4	+7,0
		В среднем за 3 года	18,9	+7,2
4	Бобово-злаковый многолетний травостой	2020	18,3	+5,5
		2021	16,5	+5,7
		2022	17,1	+5,7
		В среднем за 3 года	17,3	+5,6
	НСР <sub>05</sub>	В среднем за 3 года		4,2

Table 1

## Changes in the yield of forage crops by years of research, 2020–2022

No.	Forage culture	Years of research	Yield, tons of grain per 1 ha	Yield increase, +/- tons of grain per 1 ha
1	Vetch-oat mixture (control)	2020	12.8	–
		2021	10.8	–
		2022	11.4	–
		On average for 3 years	11.7	–
2	Pea-oat mixture	2020	15.0	+2.2
		2021	13.3	+2.5
		2022	14.1	+2.7
		On average for 3 years	14.1	+2.4
3	Cereal perennial herbage	2020	21.0	+8.2
		2021	17.3	+6.5
		2022	18.4	+7.0
		On average for 3 years	18.9	+7.2
4	Legume-cereal perennial herbage	2020	18.3	+5.5
		2021	16.5	+5.7
		2022	17.1	+5.7
		On average for 3 years	17.3	+5.6
	LSD <sub>05</sub>	On average for 3 years		4.2

Таблица 2

Годовая потребность в кормах, 2020–2022 гг.

Группы животных	Поголовье	Условные головы	Требуется в сутки, кг		Годовая потребность, т	
			Кормовых единиц	Переваримого протеина	Кормовых единиц	Переваримого протеина
Коровы	410	410	7011	7761,2	2566,0	282,30
Нетели	36	29	288	31,7	105,4	11,59
Молодняк старше 1 года	256	154	1651	181,6	604,3	66,47
Молодняк до 1 года	185	56	814	89,5	297,9	32,77
Всего	–	<b>649</b>	9764	8064,0	3573,6	<b>393,13</b>

Table 2

Annual feed demand, 2020–2022

Animal groups	Livestock	Conditional heads	Required per day, kg		Annual demand, tons	
			Feed units	Digestible protein	Feed units	Digestible protein
Cows	410	410	7011	7761.2	2566.0	282.30
Heifers	36	29	288	31.7	105.4	11.59
Young over 1 year old	256	154	1651	181.6	604.3	66.47
Young animals up to 1 year old	185	56	814	89.5	297.9	32.77
Total	–	<b>649</b>	9764	8064.0	3573.6	<b>393.13</b>

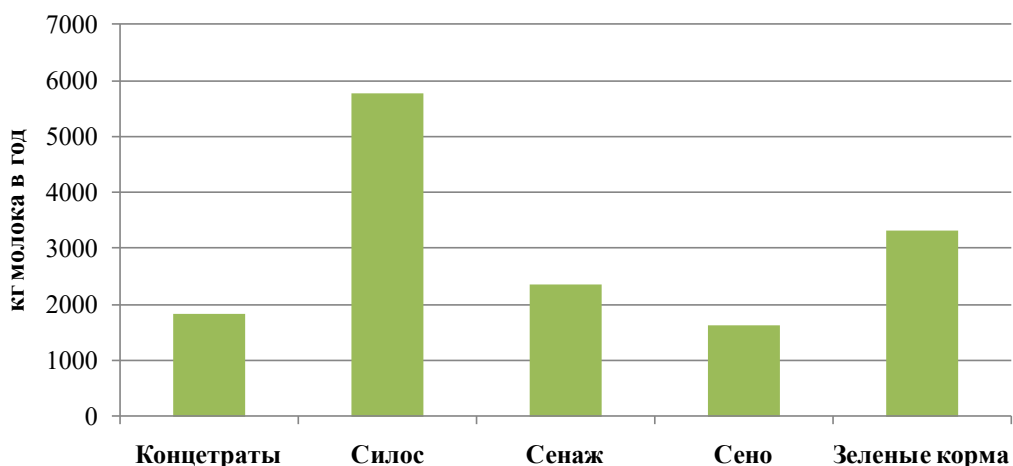


Рис. 1. Годовая потребность в кормах, натуральная масса, т, 2020–2022 гг.

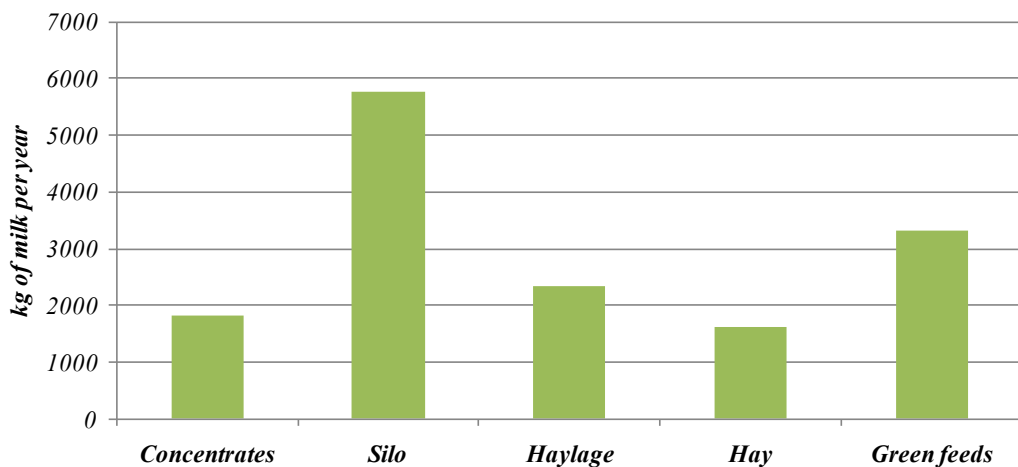


Fig. 1. Annual feed demand, natural weight, tons, 2020–2022

Общая оценка качества силоса, заготовленного из злаковых луговых травостоев, показала, что в среднем по отборам проб содержание питательных веществ в корме соответствовало 3 классу. Отдельные пробы силоса характеризовались недостаточным содержанием протеина и обменной энергии, а также высоким содержанием клетчатки, что определило получение неклассного корма.

Оценка качества сенажа, заготовленного из злакового лугового травостоя, показала, что из-за низкого содержания сырого протеина, кормовых единиц и обменной энергии сенаж относится к неклассному корму. Содержание сырого протеина составило только 74 % от нормы, кормовых единиц – 84 %, обменной энергии – 92 % от рекомендуемой нормы.

Сенаж, заготовленный из бобово-злакового лугового травостоя, из-за низкого содержания в травостое бобового компонента и, как следствие, недостаточного содержания сырого протеина также был

отнесен к неклассным кормам. Содержание сырого протеина составило 86 % от рекомендуемой нормы. По остальным показателям сенаж относится к третьему и второму классам.

Высоким содержанием обменной энергии характеризуются корма, заготовленные из вико-овсяной смеси и бобово-злаковых луговых травостоев. Сочные корма, заготовленные из данных агроценозов, могут обеспечить поступление обменной энергии с 1 кг сухого вещества корма более 8,8 МДж при содержании 116–149,5 г СП в 1 ЭКЕ<sub>крс</sub>. Данные корма способны полностью удовлетворить потребность всех сельскохозяйственных животных в обменной энергии и протеине (таблица 3).

Таким образом, анализ качества кормов, заготовленных в хозяйстве, показал, что из-за недостаточного содержания протеина и высокого содержания клетчатки корма являются неклассными или относятся к третьему классу

Таблица 3  
Питательность кормовых культур в сырьевом конвейере, 2020–2022 гг.

№	Состав агроценоза	Вид корма	Содержание кормовых единиц		Содержание ОЭ, МДж		Содержание СП, %		Содержание СП в 1 ЭКЕ, г
			В 1 кг корма	В 1 кг СМ	В 1 кг корма	В 1 кг СМ	В 1 кг корма	В 1 кг СМ	
1	Вико-овсяная смесь	Силос	0,25	0,93	2,89	10,7	3,4	12,6	137,8
		Сенаж	0,32	0,67	3,68	9,1	5,5	18,7	149,5
		Зеленый корм	0,19	0,71	1,58	6,89	3,4	17,0	153,0
2	Суданская трава	Силос	0,15	0,63	2,2	8,8	3,28	13,1	148,9
		Зеленый корм	0,15	0,59	2,1	8,27	3,1	12,2	149,0
3	Злаковый травостой	Сено	0,52	0,61	6,76	7,98	9,8	11,6	145,0
4	Бобово-злаковый травостой	Силос	0,16	0,65	2,28	9,1	2,65	10,6	116,0
		Сено	0,47	0,57	6,67	8,04	9,8	11,8	146,9
		Зеленая масса	0,19	0,88	2,10	9,68	3,5	16,1	166,1

Table 3  
Nutritional value of fodder crops in the raw material conveyor, 2020–2022

No.	Composition of agrocenosis	Type of feed	Content of feed units		Content of OE, MJ		Content of the joint venture, %		The content of SP in 1 EQ, g
			In 1 kg of feed	In 1 kg CM	In 1 kg of feed	In 1 kg CM	In 1 kg of feed	In 1 kg CM	
1	Vetch-oat mixture	Silo	0.25	0.93	2.89	10.7	3.4	12.6	137.8
		Haylage	0.32	0.67	3.68	9.1	5.5	18.7	149.5
		Green food	0.19	0.71	1.58	6.89	3.4	17.0	153.0
2	Sudanese grass	Silo	0.15	0.63	2.2	8.8	3.28	13.1	148.9
		Green food	0.15	0.59	2.1	8.27	3.1	12.2	149.0
3	Cereal herbage	Hay	0.52	0.61	6.76	7.98	9.8	11.6	145.0
4	Legume-cereal herbage	Silo	0.16	0.65	2.28	9.1	2.65	10.6	116.0
		Hay	0.47	0.57	6.67	8.04	9.8	11.8	146.9
		Green food	0.19	0.88	2.10	9.68	3.5	16.1	166.1

В хозяйстве для заготовки сена и силоса используют природные луговые угодья. Однако урожайность таких лугов невысокая. Геоботаническое обследование естественных нормально увлажненных сенокосов показало обилие в травостоях мятлика лугового, одуванчика лугового, горошка мышиного, которые не способны сформировать большую кормовую массу. Ценные в кормовом отношении виды растений, такие как клевер луговой, овсяница луговая, ежа сборная, тимофеевка луговая, в травостоях встречаются существенно реже. Недостаточное участие в травостоях бобовых видов приводит к заготовке с данных угодий некачественных кормов с низким содержанием белка [11].

В отдельных хозяйствах Новгородской области с успехом возделывают суданскую траву, которая формирует большую кормовую базу. В крайне засушливом 2021 и засушливом 2022 годах урожайность зеленой массы суданской травы из-за высокой засухоустойчивости составила более 30 т с 1 га, что в несколько раз превышает сбор корма с традиционных однолетних смесей. Это должно способствовать расширению площадей, занятых под данной кормовой культурой.

Ресурсосберегающий сырьевой конвейер может быть внедрен в хозяйствах только при условии создания рациональной структуры посевных площадей для возделывания кормовых культур [4; 12].

Расчеты показали, что для полного обеспечения 649 условных голов скота собственными кормами в системе сырьевого конвейера в хозяйстве необходимо около 2500 га сельскохозяйственных угодий (таблица 4).

Причем на зерновые культуры для производства концентрированных кормов надо выделить около 36 % сельскохозяйственных угодий, на посевы однолетних культур для производства сочных кормов необходимо отвести около 26 %, на сенокосы – около 28 %, для приготовления зеленого корма из однолетних и многолетних агроценозов необходимо выделить около 10 % от всех посевных площадей хозяйства (рис. 2).

Кроме того, предлагаемая система сырьевого конвейера полностью обеспечит сельскохозяйственных животных протеином. За счет использования высокобелковых кормовых культур выход переваримого протеина составит 514,4 т, что на 31 % превысит общую потребность в протеине.

Высокопродуктивные кормовые культуры наиболее эффективно использовать в системе ресурсосберегающего сырьевого конвейера. Внедрение таких конвейеров в хозяйствах Новгородской области позволит обеспечить необходимое количество сырья для производства высококачественных кормов и полностью удовлетворит потребность в них сельскохозяйственных животных (таблица 5).

Таблица 4  
Расчет площади кормовых угодий, га, 2020–2022 гг.

Виды кормов	Требуется растительного сырья с учетом страхового фонда, т	Урожайность, т/га	Площадь, га
Концентраты	1816,1	2,0	908,1
Силос	5775,3	14,8	390,2
Сенаж	2347,5	9,2	255,2
Сено	1618,1	2,3	703,5
Зеленые корма, всего	3325,8		
в том числе:			
Вико-овсяная смесь	1280	12,8	100
Многолетние травы	2045,8	12,0	170,5
Всего			2527,5

Table 4  
Calculation of the area of forage lands, ha, 2020–2022

Types of feed	Vegetable raw materials are required, considering the insurance fund, t	Yield, t/ha	Area, ha
Concentrates	1816.1	2.0	908.1
Silo	5775.3	14.8	390.2
Haylage	2347.5	9.2	255.2
Hay	1618.1	2.3	703.5
Green feed, total	3325.8		
including:			
Vetch-oat mixture	1280	12.8	100
Perennial herbs	2045.8	12.0	170.5
Total			2527.5





Рис. 2. Структура посевных площадей под кормовыми культурами, %, 2020–2022 гг.

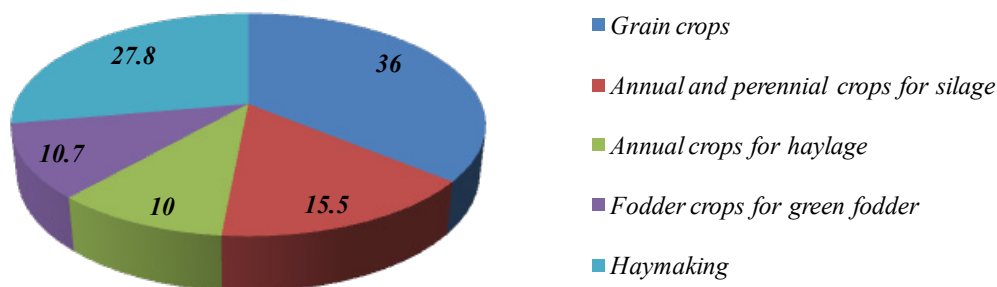


Fig. 2. Structure of acreage under forage crops, %, 2020–2022

Таблица 5

## Схема использования луговых травостоев в системе сырьевого конвейера, 2020–2022 гг.

Месяц	Декада	Тип травостоя						
		Раннеспелый		Среднеспелый		Позднеспелый		
		20 %	30 %	50 %				
Май	III	сл						
Июнь	I		сл					
	II				сж			
	III					сж		
Июль	I							сн
	II	сн						
	III		сн					
Август	I				сл			
	II					сж		
	III							
Сентябрь	I							сл

Примечание. сл – заготовка силоса; сж – заготовка сенажа; сн – заготовка сена.

Table 5

## Diagram of the use of meadow grass stands in the raw material conveyor system, 2020–2022

Month	Decade	Type of herbage						
		Early maturing		Medium - ripe		Late maturing		
		20%	30%	50%				
May	III	sb						
June	I		sb					
	II				hbl			
	III					hbl		hb
July	I							
	II	hb						
	III		hb					
August	I				sb			
	II					hbl		
	III							
September	I							sb

Note. Sb – silage billet; hbl – haylage billet; hb – hay billet.

Основой таких конвейеров должны быть бобово-злаковые луговые травостои, различные по скороспелости, за счет чего они обеспечат поступление надежного и дешевого источника сырья. В раннеспелые травостои (около 20 % от площадей) можно включить ежу сборную, лисохвост луговой, фестулолиум и козлятник восточный; в среднеспелые (около 30 %) – овсяницу луговую, кострец безостый и клевер луговой; в позднеспелые (около 50 %) – тимopheевку луговую, кострец безостый и клевер луговой поздних сортов.

На сеяных лугах необходимо планировать двукратное скашивание. Первое скашивание раннеспелых и среднеспелых травостоев предполагается для производства силоса, позднеспелых – сенажа. Для приготовления сена необходимо использовать частично позднеспелые травостои и второй укос раннеспелых и среднеспелых луговых агрофитоценозов. Второй укос для производства силоса из подвяленных трав целесообразно начинать с первых чисел августа и заканчивать в середине сентября.

В почвенно-климатических условиях хозяйства в систему ресурсосберегающего сырьевого конвейера при условии своевременного скашивания и соблюдении всех технологических операций при заготовке кормов целесообразно включать вико-овсяную и горохо-овсяные смеси, а также бобово-злаковые луговые травостои для заготовки сочных и зеленых кормов. Для достижения бесперебойного поступления кормов рекомендуется провести двукратный посев однолетних зерно-бобовых смесей. Кроме того, для использования в системе конвейера можно использовать суданскую траву, райграс однолетний, кукурузу на силос. В осенне-зимний период для кормления молочного скота необходимо использовать кормовую капусту как источник сахара и протеина. Таким образом, правильный подбор кормовых культур обеспечит равномерное поступление высокопитательного корма в систему сырьевого конвейера с конца мая по начало сентября. Такая система обеспечит ресурсосбережение в трудовых и финансовых ресурсах.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Одной из причин низкой продуктивности молочного животноводства в России, в том числе и в Новгородской области, является недостаточная обеспеченность сельскохозяйственных животных высококачественными кормами [13–15]. Ежегодно кормозаготовители региона заготавливают свыше половины травяных кормов III класса и внеклассные, которые идут только на поддержание жизни, а на продукцию используются корма I класса. В большинстве хозяйств низкое качество кормов компенсируют увеличением доли концентратов в рационе кормления сельскохозяйственных животных до 50 %, что экономически невыгодно и отрицательно сказывается на здоровье животных. Поэтому для

совершенствования рациона кормления сельскохозяйственных животных и повышения эффективности использования кормов в колхозе «Россия» СПК Солецкого района рекомендуется снизить долю концентрированных кормов и увеличить долю сена, что позволит хозяйству полностью обеспечить себя кормами собственного производства.

Основной причиной низкого качества кормов в хозяйстве является недостаточное содержание протеина и высокое содержание клетчатки. Для повышения классности кормов хозяйствам необходимы научно обоснованный подбор растительного сырья для заготовки высококачественных кормов и регулирование сроков их скашивания.

Как показал анализ урожайности кормовых однолетних и многолетних ценозов, в почвенно-климатических условиях хозяйства можно с успехом возделывать следующие кормовые культуры: пшеницу, ячмень, овес, тритикале, однолетние бобово-злаковые мешанки, суданскую траву, злаковые и бобовые многолетние травы. Корма, заготовленные с данных агроценозов, могут полностью удовлетворить потребность сельскохозяйственных животных в основных питательных веществах.

Основную массу кормов хозяйство заготавливает с многолетних трав, отличающихся невысокой урожайностью. Для повышения их кормовой продуктивности необходимо проводить планомерную работу по улучшению их видового состава. В луговые травостои необходимо включить высокопродуктивные верховые растения, такие как фестулолиум, овсяница луговая, лисохвост луговой, козлятник восточный, люцерна посевная, клевер луговой. Для высева необходимо использовать кондиционные семена луговых трав с хорошей всхожестью. Для получения с данных угодий максимального сбора высокопитательного корма необходимо составить научно обоснованные травосмеси для конкретных почвенных условий и план по их интенсивному использованию.

Таким образом, анализ кормовой базы колхоза «Россия» СПК Солецкого района Новгородской области показал необходимость создания ресурсосберегающего сырьевого конвейера, включающий в себя высокопродуктивные кормовые культуры. Основу таких конвейеров должны составлять многолетние бобово-злаковые травы, различающиеся по скороспелости. Для эффективной работы сырьевого конвейера необходимы регулирование сроков скашивания кормовых культур и научно обоснованный подбор растительного сырья с учетом почвенно-климатических условий конкретного участка. Разработанный ресурсосберегающий сырьевой конвейер при рациональном землепользовании обеспечит все поголовье скота высококачественными кормами собственного производства.

## Библиографический список

1. Kozina A. M., Semkiv L. P. Sustainable development of dairy farming through the use of digital technologies // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management”. 2020. Article number 012061. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012061.
2. Котарев А. В., Котарева А. О., Василенко И. Н., Шайкин Д. В. Современное состояние и условия устойчивого развития сферы молочного скотоводства в России // Аграрный вестник Урала. 2022. № S13. С. 31–41. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-228-13-31-41.
3. Bevz S. Y., Toshkina E. A. The state and direction of development of forage production in the Novgorod region of the North-West of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Article number 012015. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012015.
4. Бевз С. Я. Структура посевных площадей в системе ресурсосберегающего сырьевого конвейера // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (69). С. 122–130. DOI: 10.24412/2078-1318-2022-4-122-130.
5. Оборин М. С. Цифровые инновационные технологии в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. 2022. № 5 (220). С. 82–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-82-92.
6. Раджабов Р. А., Омариёв Ш. Ш., Мустафаева Х. Д. [и др.] Эффективность кормопроизводства и пути его повышения // Известия Дагестанского гаУ. 2024. № 1 (21). С. 151–156. DOI: 10.52671/26867591\_2024\_1\_151.
7. Головина С. Г., Ручкин А. В., Миколайчик И. Н. Европейский опыт поддержки сельских территорий: рекомендации по внедрению в российскую практику // Аграрный вестник Урала. 2022. № 2 (217). С. 71–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-217-02-71-81.
8. Смирнова В. В. Сочетание цифровых технологий и органического производства в специализированном мясном скотоводстве // Аграрный вестник Урала. 2023. № 8 (237). С. 101–112. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-237-08-101-112.
9. Дрозд Д. А. Организация сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового // Мелиорация. 2020. № 1 (91). С. 71–77.
10. Karbivska U. M., Kurgakm V. G., Kaminskyi V. F., et al. Economic and Energy Efficiency of Forming and Using Le-gume-Cereal Grass Stands Depending on Fertiliz-ers // Ukrainian Journal of Ecology. 2020. Vol. 10 (2). Pp. 284–288. DOI: 10.15421/2020\_98.
11. Abdushaeva Ya. M., Shtro O. V. Features of the structure and spread of the root system of wild species of legumes and their reaction to the level of groundwater // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Article number 012001. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012001.
12. Терновых К. С., Золотарева Н. А., Климкина Е. В., Кучеренко О. И. Современные аспекты развития кормопроизводства в регионе // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 2. С. 89–95. DOI: 10.32651/242-89.
13. Дибирова Х. А., Осипова Н. В. Цифровые инновации в кормопроизводстве молочного животноводства Северо-Запада России // Journal of Agriculture and Environment. 2024. № 1 (41). DOI: 10.23649/JAE.2024.41.4.
14. Дибиров А. А. Концептуальные основы цифровой трансформации сельскохозяйственной организации // Экономика сельского хозяйства России. 2023. 6. С. 32–40. DOI: 10.32651/236-32.
15. Гешель В. П., Гешель Е. Д. Роль ресурсов в экономике аграрного производства // Экономика и предпринимательство. 2024. № 2 (163). С. 60–68. DOI: 10.34925/EIP.2024.163.2.006.

**Об авторах:**

**Светлана Яковлевна Бевз**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия; ORCID 0000-0002-3528-1055, AuthorID 372972.

*E-mail: Svetlana.Bevz@novsu.ru*

**Анна Михайловна Козина**, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия; ORCID 0000-0001-7362-8761, AuthorID 346407.

*E-mail: Anna.Kozina@novsu.ru*

**Елена Андреевна Тошкина**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого, Великий Новгород, Россия; ORCID 0000-0001-7166-227X, AuthorID 741948.

*E-mail: Elena.Toshkina@novsu.ru*

## References

1. Kozina A. M., Semkiv L. P. Sustainable development of dairy farming through the use of digital technologies. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series "International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management"*. 2020: 012061. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012061. (In Russ.)
2. Kotarev A. V., Kotareva A. O., Vasilenko I. N., Shaikin D. V. The current state and conditions of sustainable development of dairy cattle breeding in Russia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; S13: 31–41. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-228-13-31-41. (In Russ.)
3. Bezv S. Y., Toshkina E. A. The state and direction of development of forage production in the Novgorod region of the North-West of Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Article number 012015. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012015. (In Russ.)
4. Bezv S. Ya. The structure of acreage in the system of a resource-saving raw material conveyor. *Izvestiya St. Petersburg State Agrarian University*. 2022; 4 (69): 122–130. DOI: 10.24412/2078-1318-2022-4-122-130. (In Russ.)
5. Oborin M. S. Digital innovative technologies in agriculture. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 5 (220): 82–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-82-92. (In Russ.)
6. Radzhabov R. A., Omariev Sh. Sh., Mustafayeva Kh. D. and others. Efficiency of feed production and ways to increase it. *Izvestiya Dagestan State Agrarian University*. 2024; 1 (21): 151–156. DOI: 10.52671/26867591\_2024\_1\_151. (In Russ.)
7. Golovina S. G., Ruchkin A. V., Mikolaichik I. N. The European experience of rural support: recommendations for implementation in Russian practice. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2022; 2 (217): 71–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-217-02-71-81. (In Russ.)
8. Smirnova V. V. The combination of digital technologies and organic production in specialized beef cattle breeding. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2023; 8 (237): 101–112. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-237-08-101-112. (In Russ.)
9. Drozd D. A. Organization of a raw material conveyor from various varieties of meadow clover in terms of maturity. *Melioration*. 2020; 1 (91): 71–77. (In Russ.)
10. Karbivska U. M., Kurgakm V. G., Kaminskyi V. F., et al. Economic and Energy Efficiency of Forming and Using Le-gume-Cereal Grass Stands Depending on Fertilizers. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020; 10 (2): 284–288. DOI: 10.15421/2020\_98.
11. Abdushaeva Ya. M., Shtro O. V. Features of the structure and spread of the root system of wild species of legumes and their reaction to the level of groundwater. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. Article number 012001. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012001. (In Russ.)
12. Ternov K. S., Zolotareva N. A., Klimkina E. V., Kucherenko O. I. Modern aspects of the development of feed production in the region. *Economics of agriculture of Russia*, 2024; 2: 89–95. DOI: 10.32651/242-89. (In Russ.)
13. Dibirova Kh. A., Osipova N. V. Digital innovations in dairy farming in Northwestern Russia. *Journal of Agriculture and Environment*, 2024; 1 (41). DOI: 10.23649/JAE.2024.41.4. (In Russ.)
14. Dibirov A. A. Conceptual foundations of the digital transformation of an agricultural organization. *Economics of Agriculture in Russia*, 2023; 6: 32–40. DOI: 10.32651/236-32. (In Russ.)
15. Geshel V. P., Geshel E. D. The role of resources in the economy of agricultural production. *Economics and Entrepreneurship*. 2024; 2 (163): 60–68. DOI: 10.34925/EIP.2024.163.2.006. (In Russ.)

**Authors' information:**

**Svetlana Ya. Bezv**, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of production and processing of agricultural products, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia; ORCID 0000-0002-3528-1055, AuthorID 372972. *E-mail: Svetlana.Bezv@novsu.ru*

**Anna M. Kozina**, doctor of economic sciences, professor of the department of technology of production and processing of agricultural products, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia; ORCID 0000-0001-7362-8761, AuthorID 346407. *E-mail: Anna.Kozina@novsu.ru*

**Elena A. Toshkina**, doctor of agricultural sciences, professor of the department of technology of production and processing of agricultural products, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod, Russia; ORCID 0000-0001-7166-227X, AuthorID 741948. *E-mail: Elena.Toshkina@novsu.ru*



## Эффективность производственного использования коров молочных пород

Н. В. Коник<sup>1</sup>✉, Э. Б. Калиниченко<sup>1</sup>, В. Р. Каиров<sup>2</sup>, З. А. Кубатиева<sup>2</sup>, Е. А. Капитонова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

<sup>2</sup> Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

<sup>3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина

✉ E-mail: koniknv@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – проанализировать показатели производственного использования маточного поголовья молочных пород крупного рогатого скота. **Методы.** Методологическую основу исследования составили приемы систематизации, логический и сравнительный анализ. Объектом исследований являлись коровы наиболее распространенных молочных пород. **Результаты.** Установлено, что из всех разводимых молочных пород крупного рогатого скота страны раньше всех возраста при первом отеле достигают особи голштинской породы (731 день), которым уступают представители красно-пестрой, симментальской и красной степной пород на 107–114 дней, что свидетельствует о необходимости дополнительных затрат ресурсов для достижения ими хозяйственной зрелости. В разрезе пород видно, что, если возраст выбытия коров голштинской породы составил 3,0 отела, то этот показатель у остальных пород был выше в среднем на 0,3–0,7 отела. Положительным можно считать результаты, полученные по продолжительности сервис-периода коров голштинской породы, которые составили в среднем 122 дня, что меньше таковой большинства анализируемых пород. Следует указать на то, что наименьший выход телят на 100 коров был характерен для маточного поголовья черно-пестрой и красно-пестрой пород – 76,2 и 78,6 голов соответственно. Из всех пород симменталы отличаются достаточно высоким уровнем производственного использования, однако позднеспелость скота продолжает оставаться породным признаком, не обеспечивающим их более ранний ввод в производство молока. Значительное превосходство голштинов по удою над другими молочными породами позволило получить от них на каждые 100 кг живой массы по 1675,3 кг молока против 1069,8–1077,7 кг у красных степных и симменталов. **Научная новизна.** Обобщены новые данные о современном производственном использовании коров молочных пород, в том числе разводимых в генофондных хозяйствах России. Сделан акцент на необходимости изучения возраста при первом отеле, количестве отелов, сроках продуктивного использования, продолжительности сервис-периода и выхода телят на 100 коров.

**Ключевые слова:** порода, молочный скот, производственное использование, молочная продуктивность

**Для цитирования:** Коник Н. В., Калиниченко Э. Б., Каиров В. Р., Кубатиева З. А., Капитонова Е. А. Эффективность производственного использования коров молочных пород // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 51–60. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-51-60>.

**Дата поступления статьи:** 05.08.2024, **дата рецензирования:** 24.09.2024, **дата принятия:** 01.11.2024.

## Efficiency of production use of dairy cows in the context of federal districts of Russia

N. V. Konik<sup>1</sup>✉, E. B. Kalinichenko<sup>1</sup>, V. R. Kairov<sup>2</sup>, Z. A. Kubatieva<sup>2</sup>, E. A. Kapitonova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

<sup>2</sup> Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia

<sup>3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia

✉ E-mail: koniknv@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the research is to analyze the indicators of the production use of the breeding stock of dairy cattle breeds. **Methods.** The methodological basis of the study consisted of methods of systematization, logical and comparative analysis. The object of the research were cows of the most common dairy breeds. **Results.** It was found that of all the dairy cattle breeds bred in the country, Holstein individuals reach the age at first calving earlier than others (731 days), followed by representatives of the Red and White, Simmental and Red Steppe breeds by 107–114 days, which indicates the need for additional resource expenditures to achieve economic maturity. In the context of breeds, it is clear that if the age of retirement of Holstein cows was 3.0 calvings, then this indicator for other breeds was higher by an average of 0.3–0.7 calvings. The results obtained for the service period of Holstein cows can be considered positive, averaging 122 days, which is less than most of the analyzed breeds. It should be noted that the lowest calf yield per 100 cows was typical for the breeding stock of the Black and White and Red and White breeds – 76.2 and 78.6 heads, respectively. Of all the breeds, Simmentals are distinguished by a fairly high level of production use, but the late maturity of the cattle continues to be a breed trait that does not ensure their earlier introduction into milk production. The significant superiority of Holsteins in milk yield over other dairy breeds made it possible to obtain 1675.3 kg of milk from them per 100 kg of live weight versus 1069.8–1077.7 kg for Red Steppe and Simmentals. **The scientific novelty.** New data on the modern production use of dairy cows, including those bred in gene pool farms in Russia, are summarized. Emphasis is placed on the need to study the age at first calving, the number of calvings, the terms of productive use, the duration of the service period and the yield of calves per 100 cows.

**Keywords:** breed, dairy cattle, industrial use, milk productivity

**For citation:** Konik N. V., Kalinichenko E. B., Kairov V. R., Kubatieva Z. A., Kapitonova E. A. Efficiency of production use of dairy cows in the context of federal districts of Russia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 51–60. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-51-60>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 05.08.2024, **date of review:** 24.09.2024, **date of acceptance:** 01.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Эффективность производственного использования молочных коров обусловлена проявлением основных признаков крупного рогатого скота, таких как продуктивное долголетие, пожизненная продуктивность и воспроизводительная способность. Оптимальное сочетание этих признаков предопределяет устойчивую систему производства продукции скотоводства и рентабельное ведение молочного хозяйства.

Технологическое обеспечение производства продукции животноводства, соответствующий уход и кормообеспеченность, определяющие комфортное содержание животных, являются ключевыми факторами эффективного производственного использования молочного скота. Наряду с этим, не-

смотря на наблюдаемое в настоящее время увеличение объемов производимого молока, достигаемое на фоне повышения молочной продуктивности коров и снижения их численности, важным в деле ускоренного обеспечения населения страны молочными продуктами питания видится решение проблемы воспроизводства крупного рогатого скота собственной репродукции.

Рентабельное (прибыльное) ведение молочного хозяйства возможно лишь при научно обоснованной организации селекционно-племенной работы и полной кормообеспеченности животных. От влияния этих факторов зависит целый ряд показателей, таких как продуктивность, затраты ресурсов, воспроизводство, продуктивное долголетие и здоровье скота.

Имеющиеся проблемы с продолжительностью длительного использования молочного скота в племенных стадах страны связывают с использованием голштинов как при чистопородном разведении, так и при скрещивании [1–3]. В то же время в ряде хозяйств получены положительные результаты по продуктивному долголетию чистопородных и помесных голштинских животных, где этот показатель достигает 5–6 лактаций, а пожизненный удой – 44,1–56,1 т молока [4]. При ведении селекционной работы на должном уровне показатели репродуктивной способности голштинов незначительно отклоняются от оптимальных значений, позволяющих поддерживать высокий уровень воспроизводства стада [5]. Например, в стаде крупного рогатого скота черно-пестрой породы большим уровнем удоя (9,45 тыс. кг) отличались коровы с сухостойным периодом 51–60 дней и продолжительностью сервис-периода до 90 суток [6]. Использование генофонда голштинского скота на коровах холмогорской, черно-пестрой и ярославской пород свидетельствует о том, что у помесного потомства с увеличением продуктивности значительно сокращалась продолжительность использования, а корреляция этих показателей составила от –0,28 до –0,02. Большое количество молока за весь период продуктивного использования получено от чистопородного поголовья ярославской, холмогорской и черно-пестрой пород – на 7,4–8,6 тыс. кг молока [7]. Качественные показатели молока голштинов хотя и уступают локальным породам, но по выходу молочной продукции за лактацию значительно их превосходят [8]. По количеству законченных лактаций большими значениями характеризовались коровы с кровностью до 50 % по голштинам, которых использовали на 36 % дольше, нежели высококровных сверстниц [9].

Костромскую породу крупного рогатого скота в отличие от айрширской, черно-пестрой и ярославской пород отличает большая продолжительность хозяйственного использования, которая составила среди маточного поголовья 3,3 отела. Однако животные костромской породы уступали по удою особям других пород в среднем на 387–938 кг молока [10].

По сведениям А. И. Голубкова [11] в стаде крупного рогатого скота красно-пестрой породы коров используют в среднем менее 3 лактаций, что не позволяет нарастить объемы производимого молока. В период с 3 по 10 лактации из дойного стада выбывало от 0,07 до 4,27 % поголовья коров.

Увеличение количества лактаций коров в течение жизни от одной до пяти позволяет повысить пожизненный удой от одной головы с 8 до 29 т [12]. Авторы утверждают, что более рентабельными являются коровы с количеством 5 и более лактаций за всю продуктивную жизнь.

Оценка эффективности использования коров разного возраста свидетельствует о том, что уро-

вень рентабельности повышается от 1-й к 4-й лактации с 21 до 49 %, что обусловлено снижением затрат кормовых средств на производство молока у более взрослых животных, тогда как молодые животные часть кормов используют в том числе на свой рост [13].

Низкая продолжительность продуктивной жизни молочного скота свойственна не только животным, разводимым в нашей стране, но и в ряде западных стран, где их используют не более трех лактаций [14; 15].

Анализ молочных стад с разной продолжительностью жизни молочных коров свидетельствует, что рентабельность молочных предприятий с длительными сроками использования не всегда оказывалась эффективнее тех, где животных содержали менее продолжительный период жизни [16]. Когда коровы характеризуются длительной продолжительностью жизни, не требуется необходимости ввода нетелей в большом количестве, следовательно, общие затраты на выращивание будут ниже, следовательно затраты на выращивание распределяются на более длительный продуктивный период. В Нидерландах затраты на выращивание телки в среднем составляют от 1423 до 1715 евро на телку [17], что отражает одну из самых высоких затрат на молочное производство. Помимо экономических последствий, увеличение продолжительности жизни также будет иметь экологические и социальные последствия. Коровы с увеличенной продолжительностью жизни производят меньше метана на 1 кг молока [18], улучшают экологическую устойчивость [19] и указывают на хорошее благополучие животных на ферме [20].

Изучение и выяснение механизмов увеличения продуктивного долголетия молочного скота, от уровня которого зависит воспроизводство стада, пожизненный удой и в целом рентабельность отрасли молочного скотоводства представляется актуальной задачей, требующей своего решения для достижения продовольственной безопасности страны в социально значимых продуктах питания.

Цель исследований – проанализировать показатели производственного использования маточного поголовья молочных пород крупного рогатого скота.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Объектом исследований являлись наиболее распространенные коровы молочных пород, разводимые в федеральных округах России. Из показателей производственного использования изучали возраст при первом отеле, количество отелов, срок продуктивного использования, продолжительность сервис-периода и выход телят на 100 коров.

При мониторинге анализируемых показателей информационной базой исследований являлись литературные источники российских и международных баз данных, ежегодник по племенной работе

в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации за 2023 год [21].

**Результаты (Results)**

Установлено, что из всех разводимых молочных пород крупного рогатого скота страны раньше всех возраста при первом отеле достигают особи голштинской породы (731 день), что вполне объясняется интенсивным ростом и развитием молодняка в первые месяцы выращивания, характеризующие их скороспелость (таблица 1).

Представители красно-пестрой, симментальской и красной степной пород значительно уступали по возрасту первого отела голштинам (на 107–114 дней), что свидетельствует о необходимости дополнительных затрат ресурсов для достижения ими хозяйственной зрелости. Однако голштины характеризовались самым незначительным возрастным составом в структуре стад: всего лишь 2,25 отела, что ниже значений представителей других пород. Наибольшим возрастным составом в структуре маточного поголовья характеризовались особи симментальской породы (3,07 отела), у остальных пород этот показатель был практически на одном уровне в пределах 2,51–2,79 отела.

В разрезе пород видно, что, если возраст выбытия коров голштинской породы составил 3,0 отела, то этот показатель у остальных пород был выше в среднем на 0,3–0,7 отела. Максимально дольше использовали в стадах коров айрширской и симментальской пород – 3,58 и 3,69 отела соответственно.

Положительным можно считать результаты, полученные по продолжительности сервис-периода коров голштинской породы, которые составили в среднем 122 дня, что меньше таковой большинства анализируемых пород, хотя различия несущественны (не более 10 дней).

Следует указать на то, что наименьший выход телят на 100 коров был характерен для маточного поголовья черно-пестрой и красно-пестрой пород – 76,2 и 78,6 головы соответственно.

Из всех пород симменталы отличаются достаточно высоким уровнем производственного использования, однако позднеспелость скота продолжает оставаться породным признаком, не обеспечивающим их более ранний ввод в молочное стадо.

Мониторинг возраста выбытия коров голштинской породы на территории страны свидетельствует о том, что дольше они использовались в Северо-Западном федеральном округе – 3,13 отела, меньше – в Северо-Кавказском (2,45 отела). При этом Кабардино-Балкарская Республика и Санкт-Петербург по возрасту выбытия коров голштинской породы черно-пестрой масти среди всех регионов страны являются наиболее показательными, где этот показатель превышает 3,8 отела, превосходя средние значения страны на 1,8–1,9 отела.

Коровы красной степной породы выбывают из молочных стад страны в возрасте в среднем 3,45 отела, причем продолжительнее их используют в Приволжском федеральном округе, а конкретно в Оренбургской области – 4,6 отела.

Таблица 1  
**Производственное использование наиболее распространенных молочных пород Российской Федерации**

Показатель	Порода						
	Айрширская	Голштинская черно-пестрой масти	Красная степная	Красно-пестрая	Симментальская	Холмогорская	Черно-пестрая
Возраст: при первом отеле, дней	773	731	845	838	844	798	800
в отелах	2,56	2,25	2,79	2,64	3,07	2,69	2,51
выбытия, отелов	3,58	2,97	3,45	3,30	3,69	3,45	3,27
сервис-период, дней	132	122	127	130	115	131	132
выход на 100 коров, телят	80,4	81,5	81,1	78,6	82,6	81,2	76,2

Table 1  
**Industrial use of the most common dairy breeds of the Russian Federation**

Indicator	Breed						
	Ayrshire	Holstein Black and White	Red steppe	Red and White	Simmental	Kholmogorskaya	Black and White
Age: at 1 calving, days	773	731	845	838	844	798	800
in calvings	2.56	2.25	2.79	2.64	3.07	2.69	2.51
disposal, calvings	3.58	2.97	3.45	3.30	3.69	3.45	3.27
service period, days	132	122	127	130	115	131	132
output per 100 cows, calves	80.4	81.5	81.1	78.6	82.6	81.2	76.2



Среди всех пород молочного направления продуктивности наиболее продолжительным долголетием отличаются особи Якутского скота, у которых он составил 9 отелов, далее следует Печорский тип холмогорской породы – 7,5 отела, животные красной горбатовской и Смоленского типа бурой швицкой породы – 6,3 и 6,1 отела соответственно. Однако у коров Смоленского типа самый продолжительный сервис-период – 231 день. Оптимальными значениями периода от отела до плодотворного осеменения, не превышающими 90 дней, характеризуются горный скот Дагестана и кавказская бурая породы.

Высокий выход телят на 100 коров демонстрируют Татарстанский тип холмогорской породы, суксунская и бестужевская породы, значения которых достигают 88,5–91,8 %, что позволяет вести воспроизводство на высоком производственном уровне.

О работе генофондных хозяйств по разведению коров молочных пород крупного рогатого скота страны можно судить по данным, представленным в таблице 2.

Крайне низкая численность коров тагильской породы вызывает обеспокоенность в плане ее дальнейшего существования, поэтому нужно создать условия и задействовать все имеющиеся ресурсы по ее сохранению.

Среди пород, разводимых в генофондных хозяйствах, наибольшую молочную продуктивность проявляют коровы красной горбатовской породы, удой которых превышает особей истобенской породы на 754 кг, красной степной – на 1032 кг, других пород – на 1656–4484 кг. Кроме того, итоги бонитировки коров красной горбатовской породы за 2020 год, проведенной на базе трех стад, свидетельствуют, что удой составил 4975 кг жирностью молока 4,36 % [22], что на 367 кг ниже уровня, полученного за 2023 год.

Таблица 2  
Результаты производственного использования коров в генофондных хозяйствах страны (за 2023 год)

Порода	Показатель						
	Количество коров, гол.	Удой, кг	Возраст			Продолжительность сервис-периода, дней	Выход телят на 100 коров, голов
			При первом отеле, дней	В отелах	Выбытия коров, отелов		
Горный скот Дагестана	208	1920	855	4,21	5,40	71	84,0
Истобенская	383	4588	1065	3,10	4,50	169	80,0
Кавказская бурая	322	2784	824	3,38	4,08	85	84,0
Красная горбатовская	207	5342	946	7,50	6,30	152	80,0
Красная степная	367	4310	856	3,00	4,10	123	88,0
Тагильская	64	3686	874	2,80	4,00	131	83,0
Холмогорская	144	3158	880	5,60	7,50	176	74,0
Якутский скот	319	858	1183	4,34	9,00	161	69,0

Table 2  
Results of the production use of cows in the country's gene pool farms (for 2023)

Breed	Показатель						
	Number of cows, heads	Milk yield, kg	Age			Duration of service period, days	Output of calves per 100 cows, heads
			At 1 calving, days	In calvings	Of disposal, calvings		
Mountain cattle of Dagestan	208	1920	855	4.21	5.40	71	84.0
Istobenskaya	383	4588	1065	3.10	4.50	169	80.0
Caucasian brown	322	2784	824	3.38	4.08	85	84.0
Red Gorbatovskaya	207	5342	946	7.50	6.30	152	80.0
Red steppe	367	4310	856	3.00	4.10	123	88.0
Tagil'skaya	64	3686	874	2.80	4.00	131	83.0
Kholmogorskaya	144	3158	880	5.60	7.50	176	74.0
Yakut cattle	319	858	1183	4.34	9.00	161	69.0

Представители кавказской бурой породы раньше других достигают возраста первого отела – 27,5 мес., незначительно им уступают животные красной степной породы и горного скота Дагестана. Относительно позднеспелыми оказались представители якутского скота и истобенской породы, у которых анализируемый показатель составил 39,4 и 35,5 мес. соответственно. Первый отел красного горбатовского скота в возрасте 31,5 мес. считается вполне нормальным возрастным периодом, так как животным этой породы свойственна более поздняя скороспелость, а попытки раннего осеменения приводят к снижению удою, как в отдельные лактации, так и за всю продуктивную жизнь [23].

По возрастному составу маточного поголовья из всех анализируемых пород генофондных хозяйств выделяются коровы холмогорской и красной горбатовской пород, у которых он составил 5,6 и 7,5 отела, что более чем в два раза выше, нежели в тагильской, красной степной и истобенской породах.

Показательны результаты продолжительного использования коров якутского скота, у которых возраст выбытия составил 9 отелов, далее следуют холмогорская и красная горбатовская породы с показателями 7,5 и 6,3 отела соответственно. Раньше всех выбывают из генофондных стад особи тагильской, красной степной и кавказской бурой пород – в среднем после 4 отелов, хотя на фоне низкого продуктивного долголетия коров в целом по стране такие значения показателя можно считать вполне положительными.

Анализ продолжительности сервис-периода свидетельствует о более оптимальных, соответствующих зоотехническим требованиям, значениях его у коров, разводимых в Республике Дагестан – горного скота Дагестана и кавказской бурой породы. Максимально высокой нежелательной продолжительностью этого периода отличались коровы красной горбатовской, истобенской и холмогорской пород, якутского скота, у которых она длилась 5–6 месяцев, что значительно снижает возможности количественного и качественного воспроизводства стад.

Наибольший выход телят на 100 коров получен от красного степного скота (88 голов), наименьший – от якутского и холмогорского – в пределах 69–74 голов.

Интересны внутривидовые данные, полученные по коровам, принадлежащие разным генофондным хозяйствам. Так, горный скот Дагестана, разводимый в двух хозяйствах страны, значительно отличается между собой по ряду производственных показателей. Представительство коров в возрастной структуре стада СПК племхоз «Уркарахский» составляет 4,8 отела, что на 1,2 отела больше, чем в СПА «Отгонник». Однако по удою и качественным показателям молока во все лактации наи-

большие значения зарегистрированы у коров СПА «Отгонник», от которых в среднем за все лактации надоено на 409 кг больше, нежели от особей стада СПК племхоз «Уркарахский». Высокая жирность и белковость молока была также свойственна коровам стада СПА «Отгонник» – 4,46 и 3,43 % соответственно.

Среди коров кавказской бурой породы, разводимых в трех хозяйствах Республики Дагестан, имеются существенные межхозяйственные различия по продолжительности сервис-периода. У животных КХ «АФ «Чох» длительность этого периода (126 дней) в два раза превышала таковую, полученную в СПК «Уллучай» и СПК «АФ-Цовкра-2». По продуктивности существенных различий в связи с принадлежностью к определенному хозяйству не обнаружено. Высокие воспроизводительные качества коров кавказской бурой породы получены в исследованиях, проведенных Ш. М. Шариповым, Р. М. Чавгараевым [24], в которых показано, что продолжительность межотельного периода составила в среднем по трем лактациям 330,5–337,9 дня с колебаниями 316–354 дней. Потенциальные возможности породы по удою подтверждаются данными, полученными в лучших хозяйствах Армении, где от коров надаивали по 4 т молока жирностью 3,75–4,00 % [25].

Продуктивные показатели коров наиболее распространены по численности пород на территории Российской Федерации представлены в таблице 3.

Из представленного в таблице материала видно явное преимущество по удою коров голштинской породы черно-пестрой масти, различия которых с менее продуктивными представителями симментальской и красной степной пород составили 3745 и 4163 кг молока соответственно. Остальные породы по величине удою занимали промежуточное положение между крайними значениями и варьировали в пределах 7227–7793 кг. Между тем наиболее жирным оказалось молоко, полученное от коров айрширской и красной степной пород – 4,2 и 4,09 % соответственно. Группа пород черно-пестрого корня продуцировала менее жирное молоко, которое составило 3,89–3,9 %. Молоко, полученное от айрширов, значительно выделялось по содержанию белка, достигнув средних значений 3,39 %. Вследствие положительных корреляционных связей жирно- и белкомолочности ожидаемо меньшей концентрацией белка в молоке отличались особи холмогорской и черно-пестрой пород. Несмотря на большую тяжеловесность голштинов значительное превосходство по удою над другими молочными породами позволило получить от них на каждые 100 кг живой массы по 1675,3 кг молока против 1069,8–1077,7 кг – у красных степных и симменталов.

## Численность, молочная продуктивность и живая масса коров основных молочных пород России

Порода	Показатель					
	<i>n</i> , тыс. гол.	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Живая масса, кг	Индекс молочности
Айрширская	33,45	7793	4,20	3,39	538	1448,5
Голштинская черно-пестрой масти	720,56	9834	3,90	3,32	587	1675,3
Красная степная	28,90	5671	4,09	3,27	530	1069,8
Красно-пестрая	35,24	7227	4,04	3,25	573	1261,3
Симментальская	41,31	6089	4,00	3,27	565	1077,7
Холмогорская	34,69	7488	3,90	3,19	542	1381,5
Черно-пестрая	201,96	7305	3,89	3,20	546	1337,9

Table 3

## Number, milk productivity and live weight of cows of the main dairy breeds in Russia

Breed	Indicator					
	<i>n</i> (cows), thousand heads	Milk yield, kg	Fat, %	Protein, %	Live weight, kg	Milk index
<i>Ayrshire</i>	33.45	7793	4.20	3.39	538	1448.5
<i>Holstein Black and White</i>	720.56	9834	3.90	3.32	587	1675.3
<i>Red steppe</i>	28.90	5671	4.09	3.27	530	1069.8
<i>Red and White</i>	35.24	7227	4.04	3.25	573	1261.3
<i>Simmental</i>	41.31	6089	4.00	3.27	565	1077.7
<i>Kholmogorskaya</i>	34.69	7488	3.90	3.19	542	1381.5
<i>Black and White</i>	201.96	7305	3.89	3.20	546	1337.9

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На территории Российской Федерации наибольшее распространение среди молочных пород крупного рогатого скота получили голштины черно-пестрой масти, айрширы, симменталы, коровы черно-пестрой, холмогорской, красно-пестрой и красной степной пород, от которых производят доминирующую часть молока-сырья. Производственное использование этих популяций представляет большой практический интерес, результативность которого во многом обусловлена состоянием селекционно-племенной работы, воспроизводства и созданием благоприятных паратипических факторов.

С сожалением следует отметить, что раннее достижение половой и хозяйственной зрелости голштинов не сопровождается длительным продуктивным использованием, а превосходство по удою за лактацию не обеспечивает преимущества по пожиз-

ненному удою, тогда как удельный вес этого скота среди всех пород молочного направления продуктивности составляет более 64 %.

В плане продолжительного продуктивного использования представляют определенный интерес симменталы, которые, несмотря на долгорослость, отличаются более длительными сроками эксплуатации, большим выходом телят и меньшим периодом от отела до плодотворного осеменения.

Исходя из проведенного анализа можно заключить, что каждой породе свойственны определенные специфические признаки, отличающие их друг от друга, но для обеспечения полной реализации продуктивных качеств следует создать благоприятные условия внешней среды, в результате которых будет обеспечено достижение самообеспеченности и независимости в производстве молочных продуктов населения страны.

## Библиографический список

1. Часовщикова М. А. Молочная продуктивность и продолжительность хозяйственного использования коров черно-пестрой породы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 53. С. 109–113. DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14109.
2. Татаркина Н. И., Беленькая А. Е. Продолжительность продуктивного использования коров голштинской породы в условиях Северного Зауралья // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2017. № 1 (36). С. 73–77.
3. Улимбашев М. Б., Касаева М. Д. Хозяйственно-полезные признаки голштинизированного черно-пестрого скота под влиянием паратипических факторов // Фундаментальные исследования. 2014. № 3-4. С. 763–765.

4. Менщиков Н. Н., Чеченихина О. С., Смирнова Е. С. Продуктивное долголетие коров голштинской породы разных линий в условиях интенсивных технологий // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1 (65). С. 170–177. DOI:10.18286/1816-4501-2024-1-170-177.
5. Гриценко С. А., Костомахин Н. М. Воспроизводительные способности коров голштинской породы и динамика их изменений в течение производственного использования // Главный зоотехник. 2023. № 3 (236). С. 22–31. DOI: 10.33920/sel-03-2303-03.
6. Басонов О. А., Демидовцева Л. В. Показатели производственного использования коров черно-пестрой породы в зависимости от продолжительности сервис- и сухостойного периодов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3 (31). С. 5–8.
7. Абрамова Н. И., Бургомистрова О. Н., Хромова О. Л. Взаимосвязь продолжительности использования коров молочных пород с кровностью по голштинской породе // Зоотехния. 2018. № 1. С. 12–16.
8. Шевхужев А. Ф., Улимбашев М. Б. Сравнительная оценка продуктивных качеств молочного скота // Зоотехния. 2017. № 9. С. 6–8.
9. Lyashuk A. R. Dairy productivity and efficiency of milk production of Black-and-White cows of different thorough-bredness on the Holstein breed // Bulletin of Agrarian Science. 2020. № 4 (85). С. 168–175. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.168.
10. Давыдова А. С., Федосенко Е. Г. Оценка продуктивных и производственных показателей коров разных пород // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 4 (48). С. 48–51. DOI: 10.35694/YARCX.2019.48.4.010.
11. Голубков А. И., Ефимова Л. В., Голубков А. А., Ермолаев С. В., Сазонова Н. М. Молочная продуктивность коров красно-пестрой породы с разным продуктивным использованием // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 4 (65). С. 97–104. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-97-104.
12. Зарипов О. Г., Отрадных П. И., Янчуков И. Н. Использование показателя «возраст положительной рентабельности» для оценки эффективности продуктивной жизни коров // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 8. С. 94–98. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10816.
13. Харлап С. Ю., Павлова Я. С. Оценка эффективности использования коров разного возраста // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 56. С. 87–93. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-13087.
14. Pinedo P. J., De Vries A. Effect of days to conception in the previous lactation on the risk of death and live culling around calving // Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93. Pp. 968–977. DOI: 10.3168/jds.2009-2408.
15. Nor N. M., Steeneveld W., Hogeveen H. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health // Journal of Dairy Research. 2014. Vol. 81. Pp. 1–8. DOI: 10.1017/S0022029913000460.
16. Vredenberg I., Han R., Mourits M., Hogeveen H., Steeneveld W. An Empirical Analysis on the Longevity of Dairy Cows in Relation to Economic Herd Performance // Frontiers in Veterinary Science, 2021. Vol. 8. Article number 646672. DOI: 10.3389/fvets.2021.646672.
17. Mohd Nor N., Steeneveld W., Mourits M. C., Hogeveen H. Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases // Preventive Veterinary Medicine. 2012. Vol. 106. Pp. 214–224. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2012.03.004.
18. Grandl F., Furger M., Kreuzer M., Zehetmeier M. Impact of longevity on greenhouse gas emissions and profitability of individual dairy cows analysed with different system boundaries // Animal. 2018. Vol. 13. Pp. 198–208. DOI: 10.1017/S175173111800112X.
19. Overton M. W., Dhuyvetter K. C. Symposium review: An abundance of replacement heifers: what is the economic impact of raising more than are needed? // Journal of Dairy Science. 2020. Vol. 103. Pp. 3828–3837. DOI: 10.3168/jds.2019-17143.
20. Barkema H. W., von Keyserlingk M. A. G., Kastelic J. P., Lam T. J. G. M., Luby C., Roy J.-P., et al. Invited review: changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare // Journal of Dairy Science. 2015. Vol. 98. Pp. 7426–7445. DOI: 10.3168/jds.2015-9377.
21. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2023 год). Москва: Издательство ФГБНУ ВНИИплем, 2024. 251 с.
22. Сермягин А. А., Турбина И. С., Фролова Е. М., Блинова И. Н., Тодуа Д. В., Зиновьева Н. А. Породы мира. Красная горбатовская порода // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 8. С. 11.
23. Руденко О. В., Моханад А. М. Воспроизводительные качества красных горбатовских коров и их связь с продуктивным долголетием // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 136–142. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-136-142.



24. Шарипов Ш. М., Чавтараев Р. М. Воспроизводительные особенности джерсейских помесей кавказской бурой породы скота в горной зоне Дагестана // Горное сельское хозяйство. 2022. № 2. С. 62–66. DOI: 10.25691/GSH.2022.2.014.

25. Чавтараев Р. М., Хожиков А. А. Породы мира кавказская бурая // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 5. С. 39.

#### Об авторах:

**Нина Владимировна Коник**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия; ORCID 0000-0002-8465-1120, AuthorID 349506. *E-mail: koniknv@mail.ru*

**Элина Борисовна Калинин**, кандидат социологических наук, доцент, Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, Саратов, Россия; ORCID 0000-0002-9449-5504, AuthorID 335807. *E-mail: kaf\_eng@vavilovsar.ru*

**Валерий Рамазанович Каиров**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Зоотехния», Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия; ORCID 0000-0001-6643-079X, AuthorID 335004. *E-mail: zalinafabulous@gmail.com*

**Залина Алимбековна Кубатиева**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры естественных наук, Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия; ORCID 0000-0002-9409-8699, AuthorID 307009. *E-mail: zalinafabulous@gmail.com*

**Елена Алевтиновна Капитонова**, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры зооигиены и птицеводства имени А. К. Даниловой, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия; ORCID 0000-0003-4307-8433, AuthorID 718470. *E-mail: kapitonovalena1110@mail.ru*

#### References

1. Chasovshchikova M. A. Milk productivity and duration of economic use of black-and-white cows. *Bulletin Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2018; 53: 109–113. DOI: 10.24411/2078-1318-2018-14109. (In Russ.)

2. Tatarkina N. I., Belenkaya A. E. Duration of productive use of cows of Golstinsky breed in the conditions of North Zaural. *Bulletin of the Northern Trans-Ural State Agricultural University*. 2017; 1 (36): 73–77. (In Russ.)

3. Ulimbashev M. B., Kasaeva M. D. Farm-useful qualities of Holstein black-motly cattle under the influence of paratypical factors. *Fundamental Research*. 2014; 3–4: 763–765. (In Russ.)

4. Menshchikov N. N., Chechenikhina O. S., Smirnova E. S. Productive longevity of Holstein cows of different lines in the conditions of intensive technologies. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2024; 1 (65): 170–177. DOI: 10.18286/1816-4501-2024-1-170-177. (In Russ.)

5. Gritsenko S. A., Kostomakhin N. M. Reproductive traits of cows of Holstein breed and dynamics of their changes during productive life. *Head of Animal Breeding* 2023; 3 (236): 22–31. DOI: 10.33920/sel-03-2303-03. (In Russ.)

6. Basonov O. A., Demidovtseva L. V. Indicators of production use of black spotted breed cows depending on service duration and dry periods. *Vestnik of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy*. 2021; 3 (31): 5–8. (In Russ.)

7. Abramova N. I., Burgomistrova O. N., Khromova O. L. The relationship between duration of use of dairy breeds cows and a blood share of Holstein breed. *Zootekhnika*. 2018; 1: 12–16. (In Russ.)

8. Shevhuzhev A. F., Ulimbashev M. B. Comparative assessment of productive qualities of dairy cattle. *Zootekhnika*. 2017; 9: 6–8. (In Russ.)

9. Lyashuk A. R. Dairy productivity and efficiency of milk production of Black-and-White cows of different thorough-bredness on the Holstein breed. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020; 4 (85): 168–175. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.168.

10. Davydova A. S., Fedosenko E. G. Evaluation of productive and production indicators of cows of different breeds. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*. 2019; 4 (48): 48–51. DOI: 10.35694/YAR-CX.2019.48.4.010. (In Russ.)

11. Golubkov A. I., Efimova L. V., Golubkov A. A., Ermolaev S. V., Sazonova N. M. Milk productivity of red-and-white cattle with different productive use. *Vestnik NGAU*. 2022; 4 (65): 97–104. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-97-104. (In Russ.)

12. Zaripov O. G., Otradnov P. I., Yanchukov I. N. Using the indicator “age of positive profitability” to assess the effectiveness of the productive life of cows. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020; 34 (8): 94–98. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10816. (In Russ.)

13. Kharlap S. Yu., Pavlova Ya. S. Evaluation of the effectiveness of using cows of different ages. *Bulletin Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2019; 56: 87–93. DOI: 10.24411/2078-1318-2019-13087. (In Russ.)
14. Pinedo P. J., De Vries A. Effect of days to conception in the previous lactation on the risk of death and live culling around calving. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93: 968977. DOI: 10.3168/jds.2009-2408.
15. Nor N. M., Steeneveld W., Hogeveen H. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *Journal of Dairy Research*. 2014; 81: 1–8. DOI: 10.1017/S0022029913000460.
16. Vredenberg I., Han R., Mourits M., Hogeveen H., Steeneveld W. An empirical analysis on the longevity of dairy cows in relation to economic herd performance. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021; 8: 646672. DOI: 10.3389/fvets.2021.646672.
17. Mohd Nor N., Steeneveld W., Mourits M. C., Hogeveen H. Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases. *Preventive Veterinary Medicine*. 2012; 106: 214–224. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2012.03.004.
18. Grandl F., Furger M., Kreuzer M., Zehetmeier M. Impact of longevity on greenhouse gas emissions and profitability of individual dairy cows analysed with different system boundaries. *Animal*. 2018; 13: 198–208. DOI: 10.1017/S175173111800112X.
19. Overton M. W., Dhuyvetter K. C. Symposium review: An abundance of replacement heifers: what is the economic impact of raising more than are needed? *Journal of Dairy Science*. 2020; 103: 3828–3837. DOI: 10.3168/jds.2019-17143.
20. Barkema H. W., von Keyserlingk M. A. G., Kastelic J. P., Lam T. J. G. M., Luby C., Roy J.-P., et al. Invited review: changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*. 2015; 98: 7426–7445. DOI: 10.3168/jds.2015-9377.
21. Yearbook on breeding work in dairy cattle breeding on farms of the Russian Federation (2023). Moscow: Publishing house of VNIIPlem, 2024. 251 p. (In Russ.)
22. Sermyagin A. A., Turbina I. S., Frolova E. M., Blinova I. N., Todua D. V., Zinovyeva N. A. Breeds of the world red Gorbato breed. *Dairy and Beef Cattle Farming*, 2021; 8: 11. (In Russ.)
23. Rudenko O. V., Mohanad A.M. Reproductive qualities of red Gorbato cows and their correlation with productive longevity. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020; 1 (49): 136–142. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-1-136-142. (In Russ.)
24. Sharipov Sh. M., Chavtarayev R. M. Reproductive characteristics of dzhersei mixed Caucasian brown cattle in the mountainous zone of Dagestan. *Mountain Agriculture*. 2022; 2: 62–66. DOI: 10.25691/GSH.2022.2.014. (In Russ.)
25. Chavtarayev R. M., Khozhokov A. A. Breeds of the world Caucasian brown. *Dairy and Beef Cattle Farming*, 2022; 5: 39. (In Russ.)

#### Authors' information:

**Nina V. Konik**, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department of technology of production and processing of livestock products, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia; ORCID 0000-0002-8465-1120, AuthorID 349506.

*E-mail: koniknv@mail.ru*

**Elina B. Kalinichenko**, candidate of sociological sciences, associate professor, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia; ORCID 0000-0002-9449-5504, AuthorID 335807. *E-mail: kaf\_eng@vavilovsar.ru*

**Valeriy R. Kairov**, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of animal science, Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia; ORCID 0000-0001-6643-079X, AuthorID 335004.

*E-mail: zalinafabulous@gmail.com*

**Zalina A. Kubatieva**, doctor of biological sciences, professor, professor of the department of natural sciences, Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia; ORCID 0000-0002-9409-8699, AuthorID 307009.

*E-mail: zalinafabulous@gmail.com*

**Elena A. Kapitonova**, doctor of biological sciences, associate professor, professor of the department of animal hygiene and poultry science named after A. K. Danilova, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia; ORCID 0000-0003-4307-8433, AuthorID 718470. *E-mail: kapitonovalena1110@mail.ru*

## Влияние добавок зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* в рацион молодняка кроликов на их рост и развитие

П. С. Остапчук<sup>1,2</sup>✉, Н. В. Шадрин<sup>1</sup>, А. В. Празукин<sup>1</sup>, Е. В. Ануфриева<sup>1</sup>, Т. А. Куевда<sup>1,2</sup>, Ю. К. Фирсов<sup>1</sup>, Д. В. Зубоченко<sup>2</sup>, Т. П. Макалиш<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

<sup>3</sup> Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Россия

✉ E-mail: [ostapchuk\\_p@niishk.site](mailto:ostapchuk_p@niishk.site)

**Аннотация.** Целью статьи является описание результатов изучения влияния кормовой добавки, содержащей водоросль *Cladophora*, на ростовые характеристики молодняка кроликов. **Методы.** При кормлении кроликов 1, 0,5 и 0,25 % от рациона составляли гранулы кладофоры. Получение гранул защищено патентом № 2823595. По общепринятой зоотехнической методике оценивали особенности роста и развития животных, убойные качества, показатели мяса на предмет накопления некоторых элементов и гистологическое строение печени. **Научная новизна.** Впервые изучено влияние введения в рацион зеленой водоросли *Cladophora* из гиперсоленых вод на ростовые характеристики кроликов, что позволяет обосновать ее эффективность в качестве кормовой добавки. **Результаты.** В группе, получавшей добавку 1 % от массы рациона, отмечено достоверное увеличение живой массы в сравнении с контрольной группой. Разность средней живой массы контроля и той группы, где добавку вводили в размере 1 %, достоверно увеличивалась с возрастом: в 77 дней живая масса была выше, чем у контрольных животных, на 6,5 %, а в возрасте 90 дней – на 8,2 %. У молодняка, получавшего 1 % кладофоры, также отмечены достоверные преимущества по убойным показателям: разница с контролем составляла по предубойной массе 8,2 %, убойной массе – 14,1 %, убойному выходу – 3,7 %. Масса печени не претерпевала каких-либо вариаций в пользу той или иной группы, а гистологическая структура этого органа свидетельствовала об отсутствии каких-либо патологических процессов. Отмечено накопление йода в мышечной ткани во всех опытных группах: у получавших 1 % кладофоры – в 4,8 раза, 0,5 % – в 2,7 раза, 0,25 % – в 1,7 раза. Различия с контролем были достоверными во всех случаях. Повышение калорийности мяса молодняка снижает содержание фосфора и кальция и увеличивает концентрацию йода. Увеличение концентрации фосфора снижает концентрацию кальция, а повышенная концентрация йода снижает содержание как кальция, так и фосфора.

**Ключевые слова:** нитчатая водоросль *Cladophora*, кормовые добавки, кролики, живая масса, убойные показатели, калорийность, йод

**Для цитирования:** Остапчук П. С., Шадрин Н. В., Празукин А. В., Ануфриева Е. В., Куевда Т. А., Фирсов Ю. К., Зубоченко Д. В., Макалиш Т. П. Влияние добавок зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* в рацион молодняка кроликов на их рост и развитие // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 61–73. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-61-73>.

**Благодарности.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-66-00001, <https://rscf.ru/project/24-66-00001/>

**Дата поступления статьи:** 23.08.2024, **дата рецензирования:** 03.10.2024, **дата принятия:** 01.11.2024.

## Effects of the *Cladophora* green filamentous algae supplements in the young rabbits' diet on their growth and development

P. S. Ostapchuk<sup>1,2✉</sup>, N. V. Shadrin<sup>1</sup>, A. V. Prazukin<sup>1</sup>, E. V. Anufrieva<sup>1</sup>, T. A. Kuevda<sup>1,2</sup>, Yu. K. Firsov<sup>1</sup>, D. V. Zubochenko<sup>2</sup>, T. P. Makalish<sup>3</sup>

<sup>1</sup> A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia

<sup>2</sup> Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

<sup>3</sup> V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

✉ E-mail: ostapchuk\_p@niishk.site

**Abstract.** The purpose of the article is to study the effect of a feed additive containing the alga *Cladophora* on the ontogenesis of young rabbits. **Methods.** 1, 0.5 and 0.25 % of *Cladophora* granules were added to the rabbits' diet. The production of granules is protected by Patent No. 2823595. The characteristics of animal growth and development, slaughter qualities, meat indicators for the accumulation of certain elements and the histological structure of the liver were assessed using the generally accepted zootechnical methodology. **Scientific novelty.** The effect of introducing the green alga *Cladophora* from hypersaline waters into the diet on the growth characteristics of rabbits was studied for the first time, which allows us to substantiate its effectiveness as a feed additive. **Results.** In the group receiving the 1 % additive, a significant increase in live weight was observed compared to the control group. The difference in the average live weight of the control and the group where the additive was administered at 1 % significantly increased with age: at the age of 77 days, the live weight was higher than that of the control animals by 6.5 %, and at the age of 90 days – 8.2 %. The young animals that received 1 % *Cladophora* also showed reliable advantages in slaughter parameters: the difference with the control was 8.2 % in pre-slaughter weight, 14.1 % in slaughter weight and 3.7 % in slaughter yield. The liver weight did not undergo any variations in favor of one group or another, and the histological structure of this organ indicated the absence of any pathological processes. Accumulation of iodine in muscle tissue was noted in all experimental groups: in those receiving 1 % *Cladophora* – 4.8 times, 0.5 % – 2.7 times, and 0.25 % – 1.7 times. Differences with the control were reliable in all cases. Increasing the caloric content of young meat reduces the content of phosphorus and calcium and increases the concentration of iodine. An increase in the concentration of phosphorus reduces the concentration of calcium, and an increased concentration of iodine reduces the content of both calcium and phosphorus.

**Keywords:** filamentous algae *Cladophora*, feed supplements, rabbits, live weight, slaughter values, caloric content, iodine

**Acknowledgements.** The study was supported by the Russian Science Foundation, grant № 24-66-00001, <https://rscf.ru/project/24-66-00001/>

**For citation:** Ostapchuk P. S., Shadrin N. V., Prazukin A. V., Anufrieva E. V., Kuevda T. A., Firsov Yu. K., Zubochenko D. V., Makalish T. P. Effects of the *Cladophora* green filamentous algae supplements in the young rabbits' diet on their growth and development. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 61–73. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-61-73>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 23.08.2024, **date of review:** 03.10.2024, **date of acceptance:** 01.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Численность людей продолжает расти и, по прогнозам ООН, может достигнуть 10,3 млрд человек к 2080 году [1]. Нехватка пресной воды и полноценной пищи остаются основными проблемами на пути к устойчивому развитию. Обе проблемы взаимосвязаны, т. к. сельское хозяйство расходует около 70 % общего мирового потребления пресной воды [2; 3]. При этом на животноводство приходится около 75 % всех используемых сельскохозяйственных угодий и около 30 % потребления воды [2].

Наиболее остро стоит проблема нехватки в питании людей белков животного происхождения, а для увеличения их производства необходимо решение ряда проблем, в частности, устранение дефицита кормов и кормовых добавок, сбалансированных по основным эссенциальным элементам. Во многих странах нехватка полноценных кормов оценивается в пределах от 10 до 25 % [4]. Среди используемых кормов не менее 95 % составляют зерновые культуры. Поскольку расширение пашен под производство кормов ведет к увеличению де-



фицита пресной воды и разрушению природных экосистем, проблема поиска альтернативных путей обогащения кормовых ресурсов за счет природных экосистем актуальна.

Уменьшить противоречие между решением продовольственной проблемы и сохранением ресурсов пресной воды может более широкое использование биологических ресурсов соленых и гиперсоленых вод, которые не являются источниками пресной воды, но могут производить биомассу для получения кормов и кормовых добавок [5; 6]. В связи с этим использование в кормопроизводстве нитчатых зеленых водорослей рода *Cladophora* очень перспективно, т. к. ее добавление в рацион может обеспечить животных эссенциальными компонентами [5; 7].

Кролиководство является одной из развитых и прибыльных отраслей в животноводстве многих стран, в России ежегодно производится примерно 15 тысяч тонн кроличьего мяса [8]. Производство крольчатины в стране возможно увеличить, в том числе и за счет добавления в их рацион зеленых многоклеточных водорослей [8; 9]. В результате проведения экспериментов по скармливанию кроликам пресноводной кладофоры были получены положительные результаты [9].

У водорослей из пресных и гиперсоленых вод существуют различия в химическом составе [10], следовательно, можно ожидать различия и в их воздействии на организм кроликов. Существует лишь одна работа по добавке в рацион кроликов кладофоры из гиперсоленых вод, где показано положительное влияние данной водоросли в кормовых смесях на показатели крови [11].

Цель исследования – изучить воздействие зелёной нитчатой водоросли *Cladophora* на показатели роста и развития при ее добавлении к основному рациону молодняка кроликов.

Научная новизна: впервые изучено влияние зеленой водоросли *Cladophora* из гиперсоленых вод на ростовые характеристики кроликов.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Для получения гранул биомассу нитчатых зеленых водорослей *Cladophora* собирали в гиперсоленом озере Ярылгач (Западный Крым). После заготовки ее промывали водой, удаляли эпифиты и высушивали. Полученную сухую биомассу мололи на режущей мельнице «Вилитек VLM» (Россия). Из порошка получали гранулы диаметром 4 мм, используя мини-гранулятор ZLSP-120B (Россия)<sup>1</sup>. Полученные таким образом гранулы использовали в качестве добавки в основной рацион кроликов.

<sup>1</sup> Патент № 2823595 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/30. Способ получения кормовой добавки из водорослей: № 2023125014: заявл. 28.09.2023: опубл. 24.07.2024 / Н. В. Шадрин, А. В. Празукин, Е. В. Ануфриева, Ю. К. Фирсов; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН».

Объект исследований: молодняк кроликов калифорнийской породы. Были сформированы следующие группы животных (по 10 голов в каждой):

первая группа – контрольная – основной рацион (ОР);

вторая группа – опытная – ОР 99 % + 1 % гранул *Cladophora* от массы рациона;

третья группа – опытная – ОР 99,5 % + 0,5 % гранул *Cladophora* от массы рациона;

четвертая группа – опытная – ОР 99,75 % + 0,25 % гранул *Cladophora* от массы рациона.

Изучали рост и развитие молодняка, показатели крови и убойные качества. Кормление осуществляли один раз в день. В состав основного рациона входил полнорационный комбикорм ПЗК-94 следующего состава: пшеница, кукуруза, рыбная мука, жмых соевый, жмых подсолнечный, монокальций-фосфат, лизин, метионин, треонин, БВМД, травяная мука, кокцидиостатик, мел кормовой. Поение производили с помощью поилок ниппельных.

После отсадки крольчат от маток молодняк несколько дней выращивали погнездно, а затем рассаживали в клетки по 4–5 голов с учетом пола [12]. Подача изучаемых кормовых смесей – ежедневная. Каждые три дня взвешивали 10 голов молодняка для определения закономерностей их роста.

Для изучения качества мяса кроликов по методике ВИЖ провели контрольный убой по три головы молодняка каждой группы в возрасте 3 месяцев. Исследуемые показатели: убойная масса, убойный выход, масса печени (в г).

Химический состав мышечной ткани определяли в агрохимической лаборатории ФГБУН «НИИХ Крыма» в соответствии с ГОСТ 20235.1-74 «Мясо кроликов. Методы химического и микроскопического анализа свежести мяса» по следующим показателям: протеин, жир, вода. По результатам химического анализа мышечной ткани был произведен расчет калорийности мышечной ткани по общепринятой методике.

Гистологические исследования биологического материала молодняка кроликов проводили в гистологической лаборатории ЦКП «Молекулярная биология» Медицинской академии им. С. И. Георгиевского. Материал фиксировали в 10-процентном забуференном формалине 24 часа, после чего обезвоживали и пропитывали парафином в микроволновом гистопротессоре LOGOS (Milestone, Италия). С изготовленных парафиновых блоков делали серийные срезы толщиной 4 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. На микроскопе DM2000 (Leica Biosystems, Германия) срезы просматривали и фотографировали с объективами 10× и 40×.

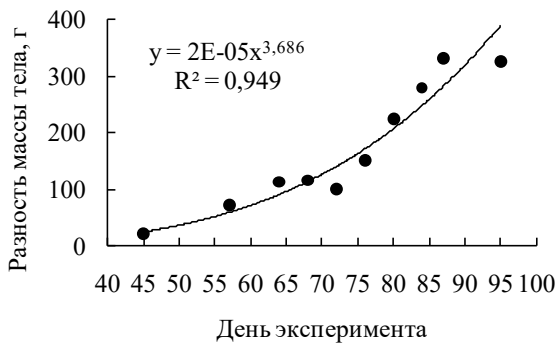


Рис. 1. Изменение разности массы тела в контрольной и опытной группе (1 % добавки кладофоры) в процессе опыта

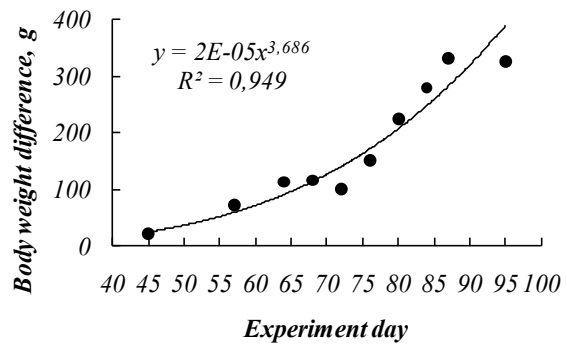


Fig. 1. Changes in body mass difference in the control and experimental groups (1 % Cladophora supplement) during the experiment

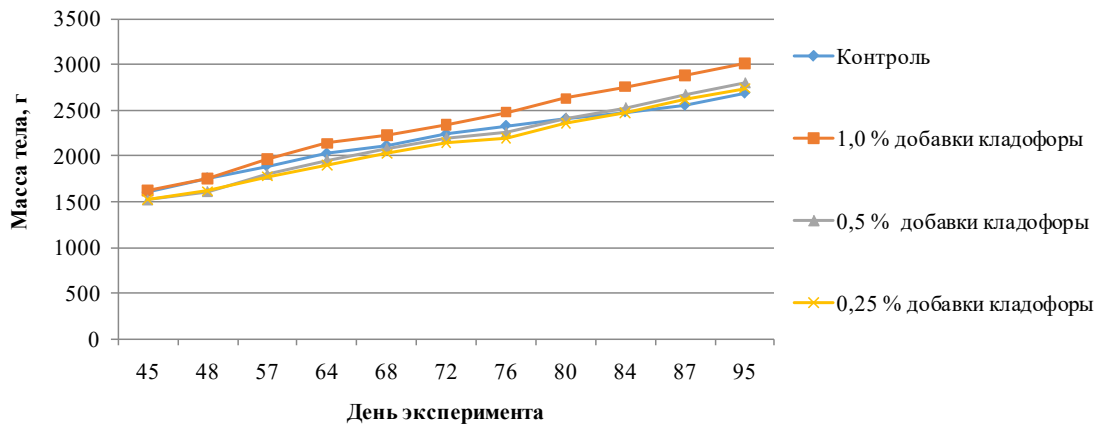


Рис. 2. Динамика роста живой массы молодняка кроликов

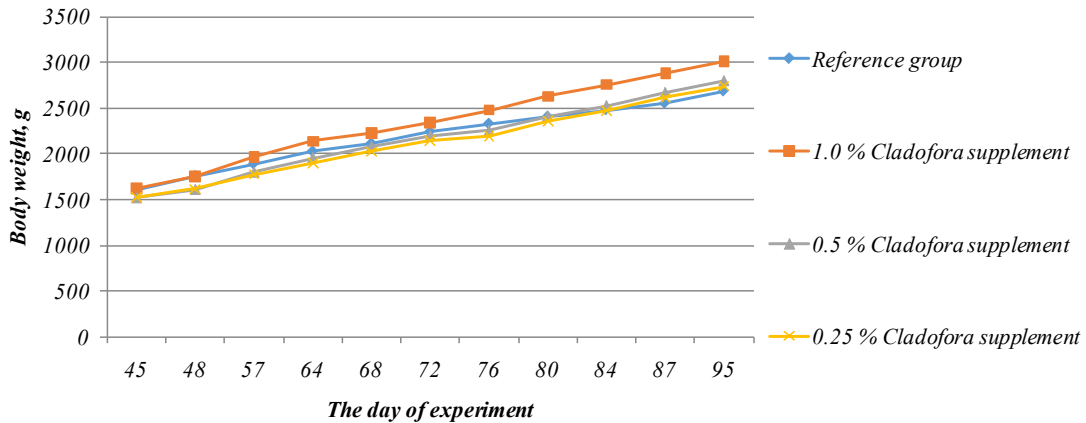


Fig. 2. Dynamics of live mass growth of young rabbits

Химический анализ внутренних органов и тканей проводили в агрохимической лаборатории ФГБУН «НИИСХ Крыма» по следующим параметрам: определение фосфора – по ГОСТ 32009-2013 (ISO 13730:1996); кальция – ГОСТ Р 55573-2013; концентрации йода – методом титриметрии в соответствии с МУК 4.1.1106-02.

Все результаты были статистически обработаны с применением стандартных подходов и методов в Microsoft Excel и Statistica 10. Достоверность различий средних определяли с использованием

*t*-критерия Стьюдента, значимость коэффициентов корреляции – по таблицам [13].

### Результаты (Results)

Результаты изменения массы тела молодняка кроликов в период эксперимента для всех четырех экспериментальных групп приведены на рис. 1. Эти изменения можно аппроксимировать уравнением (1) для контрольной группы ( $R = 0,996, p = 0,0001$ ):

$$M_k = 127,6 T^{0,669} \quad (1),$$

для получавших кладофору в количестве 1 % от рациона ( $R = 0,996, p = 0,0001$ ) – уравнением (2):

$$M_1 = 70,0 T^{0,826} \quad (2),$$

для получавших добавку 0,5 % от рациона ( $R = 0,996, p = 0,0001$ ) – уравнением (3):

$$M_{0,5} = 64,0 T^{0,828} \quad (3),$$

для получавших добавку 0,25 % от рациона ( $R = 0,992, p = 0,0001$ ) – уравнением (4):

$$M_{0,25} = 73,6 T^{0,791} \quad (4),$$

где  $M_k, M_1, M_{0,5}$  и  $M_{0,25}$  – средняя масса тела, г, в дни от начала опыта,  $T$ , соответственно в контрольной группе и группах, получавших добавку 1 %, 0,5 % и 0,25 %.

Параметры уравнений для всех групп, кроме получавшей добавку 1 % от рациона, достоверно не

отличаются. Уравнения для контрольной группы и получавшей 1 % добавку достоверно различаются ( $p = 0,01$ ). Важно отметить, что показатель степени в уравнении для групп, получавших различные добавки кладофоры, выше, чем в контрольной группе. Это говорит о том, что в контрольной группе скорость прироста тела убывает с возрастом несколько сильнее, чем в остальных. Разность средней массы тела в контрольной группе ( $M_k$ ) и той, где добавка составляла 1 % ( $M_1$ ), достоверно увеличивалась с возрастом (рис. 1).

Таблица 1

**Убойные показатели молодняка кроликов в возрасте 90 дней в контроле и опытных группах, получавшие разные добавки *Cladophora* в рацион**

Группа	Показатель продуктивности	$X \pm m_x$	CV, %
Первая	Предубойная масса, г	2774,4 ± 69,77	7,95
	Убойная масса, г	1498,3 ± 23,22	2,68
	Убойный выход, %	53,52 ± 0,37	1,19
	Масса печени, кг	0,096 ± 0,002	3,76
Вторая	Предубойная масса, г	3002,3 ± 49,43*	5,21
	Убойная масса, г	1710,0 ± 14,19***	1,44
	Убойный выход, %	55,53 ± 0,91*	2,83
	Масса печени, кг	0,099 ± 0,004	7,12
Третья	Предубойная масса, г	2910,8 ± 49,45	5,37
	Убойная масса, г	1596 ± 57,92	6,29
	Убойный выход, %	54,68 ± 0,55	1,74
	Масса печени, кг	0,095 ± 0,004	7,78
Четвертая	Предубойная масса, г	2873,8 ± 40,80	4,49
	Убойная масса, г	1512,0 ± 59,79	6,85
	Убойный выход, %	53,41 ± 0,492	1,6
	Масса печени, кг	0,096 ± 0,003	5,8

Примечание. Здесь в таблице: уровни достоверности: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$ .

Table 1

**Slaughter characteristics of young rabbits aged 90 days in the control and experimental groups, receiving different *Cladophora* supplements in the diet**

Group	The productivity indicator	$X \pm m_x$	CV, %
1 <sup>st</sup>	Pre-slaughter weight, g	2774.4 ± 69.77	7.95
	Slaughter weight, g	1498.3 ± 23.22	2.68
	Slaughter yield, %	53.52 ± 0.37	1.19
	Liver weight, kg	0.096 ± 0.002	3.76
2 <sup>nd</sup>	Pre-slaughter weight, g	3002.3 ± 49.43*	5.21
	Slaughter weight, g	1710.0 ± 14.19***	1.44
	Slaughter yield, %	55.53 ± 0.91*	2.83
	Liver weight, kg	0.099 ± 0.004	7.12
3 <sup>rd</sup>	Pre-slaughter weight, g	2910.8 ± 49.45	5.37
	Slaughter weight, g	1596.0 ± 57.92	6.29
	Slaughter yield, %	54.68 ± 0.55	1.74
	Liver weight, kg	0.095 ± 0.004	7.78
4 <sup>th</sup>	Pre-slaughter weight, g	2873.8 ± 40.80	4.49
	Slaughter weight, g	1512.0 ± 59.79	6.85
	Slaughter yield, %	53.41 ± 0.492	1.6
	Liver weight, kg	0.096 ± 0.003	5.8

Note. Here in the table: confidence levels: \* – at  $P \leq 0,05$ ; \*\* – at  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0,001$ .

В возрасте 77 дней животные, получавшие добавки, вполне достигают норм, принятых в мировом промышленном кролиководстве (от 2,2 до 2,4 кг), а при стандартной технологии производства товарного молодняка кроликов этот период удлиняется до 90-дневного возраста [14]. В более поздний период зафиксировано незначительное снижение интенсивность роста. При этом в последнюю треть периода откорма зафиксировано отставание в росте у животных контрольной группы в отличие от животных опытных групп, которые получали добавку кладофоры. Вероятно, это связано с формированием оптимальной гемодинамики организма животных при добавках в их рацион кладофоры, что показано ранее [11]. Добавка в рацион кладофоры способствует достижению показателей промышленного интенсивного кролиководства – данный показатель у второй опытной группы составляет 2,48 кг, что достоверно выше контроля на 6,5 %

( $P \leq 0,05$ ) (рис. 2), а разница по остальным группам также отмечена; до 90-дневного возраста животные достигают живой массы 2,8–3,0 кг. Отмечается достоверное преимущество над контрольными на 8,2 % ( $P \leq 0,05$ ) у животных второй группы, 4,9 % у третьей и 3,6 % у четвертой. После 90-го дня интенсивность набора живой массы начинает несколько снижаться.

В таблице 1 приведены убойные показатели молодняка кроликов в возрасте 90 дней. Все убойные показатели, кроме массы печени, достоверно ( $P \leq 0,001$ ) увеличивались при росте количества кладофоры, добавляемой в рацион (рис. 3). При попарном сравнении достоверное увеличение по сравнению с контрольной группой по показателям убоя отмечено лишь у молодняка, получавшего кладофору в размере 1 % от общего рациона: по предубойной массе – на 8,2 %, убойной массе – 14,1 %, убойному выходу – на 3,7 %.

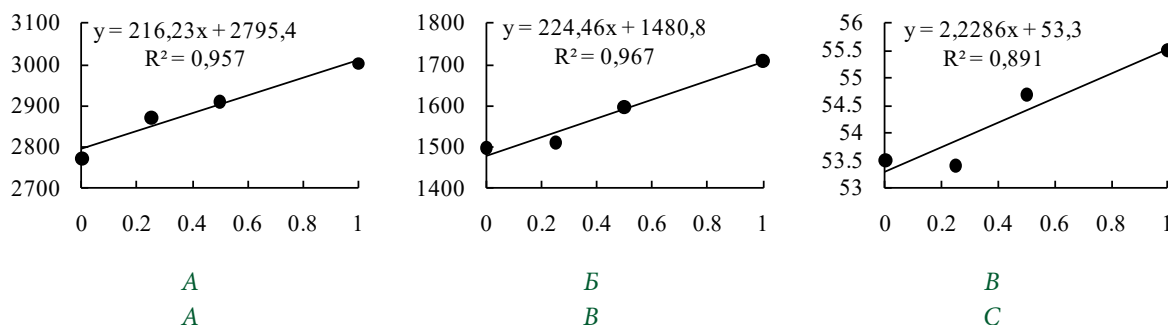


Рис. 3. Убойные показатели молодняка кроликов в возрасте 90 дней в контроле и опытных группах, получавшие разные добавки *Cladophora* в рацион: А – предубойная масса, г; Б – убойная масса, г; В – убойный выход, %  
 Fig. 3. Slaughter characteristics of young rabbits aged 90 days in the control and experimental groups, receiving the different *Cladophora* supplements in the diet: А – pre-slaughter mass, g; В – slaughter mass, g; С – slaughter yield, %



Рис. 4. Внешний вид печени кроликов изученных групп

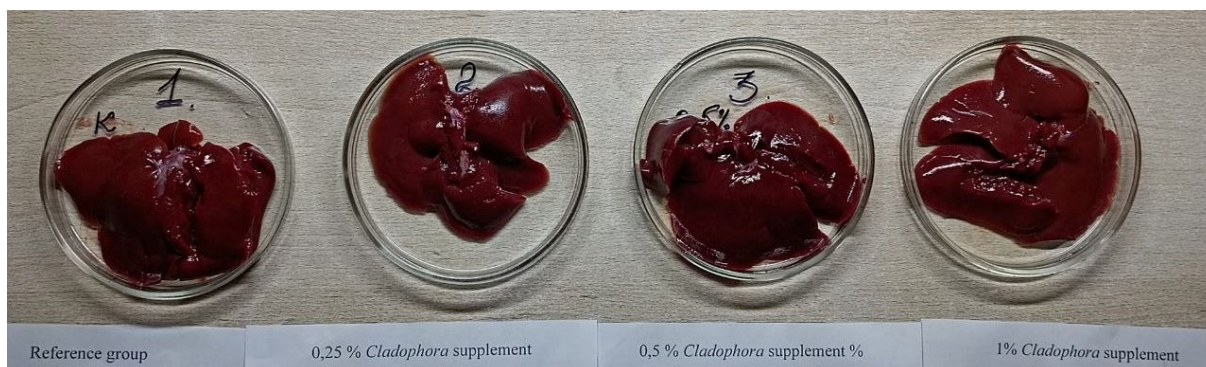


Fig. 4. Appearance of the liver of rabbits in the studied groups



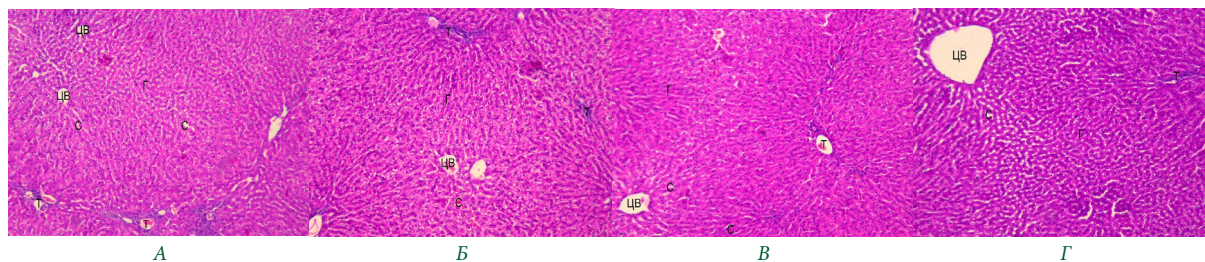


Рис. 5 Гистология печени кроликов изучаемых групп при увеличении 10х:  
 А – первая группа; Б – вторая группа; В – третья группа; Г – четвертая группа.  
 ЦВ – центральная вена печеночной дольки, Т – триада, Г – гепатоциты, С – синусоидные капилляры

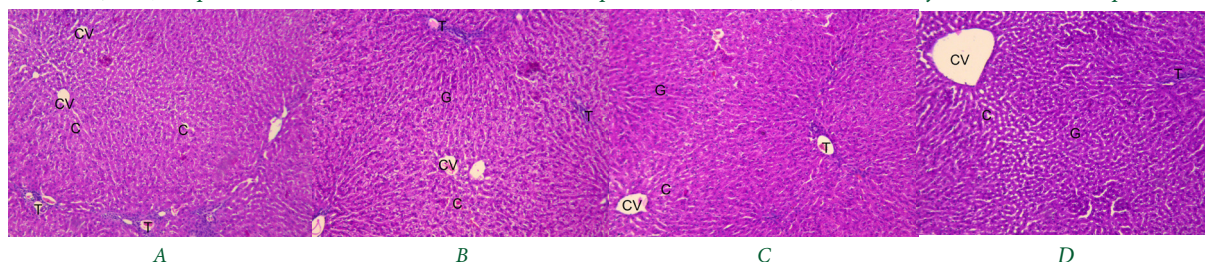


Fig. 5. Histology of the liver of rabbits of the studied groups at 10× magnification:  
 A – first group; B – second group; C – third group; D – fourth group.  
 CV – central vein of the hepatic lobule, T – triad, G – hepatocytes, C – sinusoidal capillaries

Отличия по массе печени как наиболее ценному субпродукту не отмечены. Это подтверждают визуальная оценка (рис. 4) и гистологические исследования (рис. 5). Поверхность печени – блестящая, гладкая; орган имеет темно-красный цвет, консистенция – плотная и эластичная. Размеры в длину варьируют от 5,5 до 6,5 см, размер желчного пузыря – от 0,9 до 1,6 см. Нормальная масса печени к данному возрасту у кроликов в среднем составляет 97,5 г [15], как и в нашем случае.

Гистологические исследования показали, что паренхима печени кроликов всех исследуемых групп не отличалась от нормы (рис. 5). Большое количество многоугольных одноядерных клеток, которые хорошо воспринимают кислые и основные красители. Единично встречаются двуядерные клетки. Ядра округлые, правильной формы. Клеточный атипизм не зафиксирован. Гепатоциты образуют печеночные балки, которые идут к центральной вене. На периферии долек четко определяются три структуры (междольковая артерия, междольковая вена, междольковый желчный проток). Внутри сосудов большое количество эритроцитов. Дольки разделены между собой соединительнотканными тяжами. На рис. 5Б и 5В междольковые соединительнотканые перегородки выражены незначительно. Для всех групп характерны широкие синусоидные капилляры. На периферии дольки имеются единичные двуядерные клетки. Местами определяется незначительная инфильтрация лимфоидными клетками. Ближе к центру единично инфильтрация располагается периваскулярно. Наличие инфильтраций может быть особенностью строения печени кроли-

ка. Опухолевых образований, гемангиом и очагов некроза не выявлено.

В таблице 2 приведен анализ калорийности мяса кроликов опытных групп. Наиболее калорийное мясо отмечено у молодняка второй и третьей групп: разница с контролем составляет 24,1 и 25,1 % соответственно. Преимущественно – за счет содержания жира в мясе, уровень которого достоверно выше ( $P \leq 0,01 \dots P \leq 0,001$ ).

У животных опытных групп происходит достоверное увеличение содержания йода в несколько раз: у второй – в 4,8 раза ( $P \leq 0,001$ ), третьей – в 2,7 раза ( $P \leq 0,001$ ), четвертой – в 1,7 раза ( $P \leq 0,05$ ) (таблица 3). Исследованиями В. С. Паштецкого с соавторами было установлено, что при кормлении кроликов высокотехнологичными кормовыми добавками, обогащенными йодом из морских водорослей, происходит повышение концентрации йода с 56 до 147,8–169,3 мкг/кг, причем преимущественное накопление йода происходит в жировой ткани [16]. Вероятно, и в наших исследованиях накопление йода произошло за счет повышения уровня жировой ткани в организме кроликов при добавлении в рацион кладофоры с повышенным содержанием йода.

Калорийность мяса кроликов отрицательно связана с уровнем содержания фосфора и кальция, а корреляция с йодом – положительная, исключением являются животные четвертой группы. Концентрация фосфора обратно связана с концентрацией кальция у животных опытных групп. Также йод негативно коррелирует с содержанием кальция и фосфора практически во всех группах (таблица 4).

Таблица 2

**Калорийность мяса молодняка кроликов при различных добавках кладофоры в их рацион**

Группа	Показатель статистики	Белок, %	Жир, %	Влага, %	Калорийность, ккал
Первая	$X \pm m_x$	20,37 ± 0,66	5,28 ± 0,99	72,0 ± 0,56	92,8 ± 4,80
	CV, %	5,6	32,4	1,4	9,0
Вторая	$X \pm m_x$	21,73 ± 0,26	8,67 ± 0,48***	69,97 ± 0,82* <sup>&lt;</sup>	115,2 ± 2,30*
	CV, %	2,4	11,0	2,4	4,0
Третья	$X \pm m_x$	21,6 ± 0,19	9,63 ± 0,82**	67,3 ± 1,41** <sup>&lt;</sup>	116,2 ± 3,1***
	CV, %	1,5	14,8	3,6	4,6
Четвертая	$X \pm m_x$	22,0 ± 0,11*	6,79 ± 1,19	70,5 ± 1,0	104,7 ± 5,7
	CV, %	1,0	20,2	2,4	9,5

Примечание. Здесь в таблице – уровни достоверности: превышение над контрольной группой:

\* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$ ; достоверно ниже контрольной группы: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ .

Биология и биотехнологии

Table 2

**Caloric content of young rabbit meat with the different Cladophora supplements to their diet**

Group	Statistics indicator	Protein, %	Fat, %	Moisture, %	Caloric content, kcal
1 <sup>st</sup>	$X \pm m_x$	20.37 ± 0.66	5.28 ± 0.99	72.0 ± 0.56	92.8 ± 4.80
	CV, %	5.6	12.4	1.4	9.0
2 <sup>nd</sup>	$X \pm m_x$	21.73 ± 0.26	8.67 ± 0.48***	69.97 ± 0.82* <sup>&lt;</sup>	115.2 ± 2.30*
	CV, %	2.4	11.0	2.4	4.0
3 <sup>rd</sup>	$X \pm m_x$	21.6 ± 0.19	9.63 ± 0.82**	67.3 ± 1.41** <sup>&lt;</sup>	116.2 ± 3.1***
	CV, %	1.5	14.8	3.6	4.6
4 <sup>th</sup>	$X \pm m_x$	22.0 ± 0.11*	6.79 ± 1.19	70.5 ± 1.0	104.7 ± 5.7
	CV, %	1.0	20.2	2.4	9.5

Note. Here in the table are the confidence levels: excess over the control group:

\* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0.001$ ; significantly lower than the control group: \* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ .

Таблица 3

**Содержание некоторых макроэлементов и йода в мясе кроликов при различных добавках кладофоры в их рацион**

Группа	Показатель статистики	Фосфор, мг	Кальций, мг	Йод, мкг/кг
Первая	$X \pm m_x$	0,15 ± 0,22	0,02 ± 0,004	103,3 ± 14,8
	CV, %	7,5	33,3	24,7
Вторая	$X \pm m_x$	0,18 ± 0,39	0,07 ± 0,036	497,0 ± 20,0***
	CV, %	13,5	29,1	8
Третья	$X \pm m_x$	0,15 ± 0,10	0,12 ± 0,07	279,3 ± 16,7***
	CV, %	3,6	12,3	10,3
Четвертая	$X \pm m_x$	0,17 ± 0,17	0,021 ± 0,003	174,0 ± 22,3*
	CV, %	2,2	21,2	22,2

Примечание. Здесь в таблице – уровни достоверности: превышение над контрольной группой: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ;

\*\*\* – при  $P \leq 0,001$ .

Table 3

**Content of some macroelements and iodine in rabbit meat with the different Cladophora supplements to their diet**

Group	Statistics indicator	Phosphorus, mg	Calcium, mg	Iodine, mcg/kg
1 <sup>st</sup>	$X \pm m_x$	0.15 ± 0.22	0.02 ± 0.004	103.3 ± 14.8
	CV, %	7.5	33.3	24.7
2 <sup>nd</sup>	$X \pm m_x$	0.18 ± 0.39	0.07 ± 0.036	497.0 ± 20.0***
	CV, %	13.5	29.1	8.1
3 <sup>rd</sup>	$X \pm m_x$	0.15 ± 0.10	0.12 ± 0.07	279.3 ± 16.7***
	CV, %	3.6	12.3	10.3
4 <sup>th</sup>	$X \pm m_x$	0.17 ± 0.17	0.021 ± 0.003	174.0 ± 22.3*
	CV, %	2.2	21.2	22.2

Note. Here in the table are the confidence levels: excess over the control group: \* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0.001$ .

## Корреляционные зависимости между показателями химического состава мышечной ткани молодняка кроликов и величиной добавки кладофоры в их рацион

Группа	Коррелируемые признаки мышечной ткани	Фосфор	Кальций	Йод
Первая	Калорийность	$-0,65 \pm 0,33$	$-0,98 \pm 0,02^{***}$	$0,72 \pm 0,28^*$
	Фосфор	–	$0,79 \pm 0,22^*$	$-0,97 \pm 0,01^{***}$
	Кальций	–	–	$-0,84 \pm 0,17^{**}$
Вторая	Калорийность	$-0,98 \pm 0,02^{***}$	$0,82 \pm 0,19^*$	$0,15 \pm 0,56$
	Фосфор	–	$-0,69 \pm 0,30$	$-0,34 \pm 0,51$
	Кальций	–	–	$-0,44 \pm 0,47$
Третья	Калорийность	$0,43 \pm 0,47$	$-0,96 \pm 0,05^{***}$	$0,97 \pm 0,003^{***}$
	Фосфор	–	$-0,14 \pm 0,57$	$0,36 \pm 0,50$
	Кальций	–	–	$-0,97 \pm 0,03^{***}$
Четвёртая	Калорийность	$-0,14 \pm 0,57$	$0,61 \pm 0,36$	$-0,98 \pm 0,02^{***}$
	Фосфор	–	$-0,87 \pm 0,14^{**}$	$0,34 \pm 0,51$
	Кальций	–	–	$-0,75 \pm 0,25^*$

Примечание. Здесь в таблице – уровни достоверности: превышение над контрольной группой: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$

Table 4

## Correlation relationships between the chemical composition of muscle tissue in young rabbits and the quantity of the Cladophora supplements in their diet

Group	Muscle tissue correlated indicators	Phosphorus	Calcium	Iodine
1 <sup>st</sup>	Caloric content	$-0.65 \pm 0.33$	$-0.98 \pm 0.02^{***}$	$0.72 \pm 0.28^*$
	Phosphorus	–	$0.79 \pm 0.22^*$	$-0.97 \pm 0.01^{***}$
	Calcium	–	–	$-0.84 \pm 0.17^{**}$
2 <sup>nd</sup>	Caloric content	$-0.98 \pm 0.02^{***}$	$0.82 \pm 0.19^*$	$0.15 \pm 0.56$
	Phosphorus	–	$-0.69 \pm 0.30$	$-0.34 \pm 0.51$
	Calcium	–	–	$-0.44 \pm 0.47$
3 <sup>rd</sup>	Caloric content	$0.43 \pm 0.47$	$-0.96 \pm 0.05^{***}$	$0.97 \pm 0.003^{***}$
	Phosphorus	–	$-0.14 \pm 0.57$	$0.36 \pm 0.50$
	Calcium	–	–	$-0.97 \pm 0.03^{***}$
4 <sup>th</sup>	Caloric content	$-0.14 \pm 0.57$	$0.61 \pm 0.36$	$-0.98 \pm 0.02^{***}$
	Phosphorus	–	$-0.87 \pm 0.14^{**}$	$0.34 \pm 0.51$
	Calcium	–	–	$-0.75 \pm 0.25^*$

Note. Here in the table are the confidence levels: excess over the control group: \* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0.001$ .

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Полученные данные показали, что при добавке кладофоры из гиперсоленых водоемов в рацион кроликов все рассмотренные показатели улучшились, увеличился как прирост массы, так и качество мяса. Это хорошо согласуется с ранее сделанным выводом, что добавка биомассы пресноводной кладофоры в рацион может быть полезным и устойчивым подходом к оптимизации питания кроликов для улучшения функциональных характеристик их мяса [9; 17]. При этом было показано, что содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖ) в мясе кроликов также увеличивается при наличии в рационе кладофоры [17]. Благодаря своим питательным и диетическим свойствам мясо кролика ранее признано источником исключительного по качеству белка в рационе человека [18; 19]. Небольшое, но достоверное увеличение общих жиров

в мясе кроликов, вероятно, обусловлено более высоким содержанием ПНЖ, что повышает диетическую ценность мяса [9; 17]. Так как показатели роста кроликов и качество их мяса существенно влияют на эффективность их разведения и общую прибыльность предприятия [20], то использование добавок кладофоры в диету кроликов увеличивает рентабельность их разведения.

Многочисленные данные показали, что добавка кладофоры в рацион также способствует улучшению физиологического состояния кроликов и снижению их заболеваемости [9; 11; 17]. Это также будет вести к росту рентабельности и устойчивости кролиководства. Исходя из вышеизложенного следует рекомендовать широкое использование добавок кладофоры в кролиководстве, тем более что природные ресурсы для производства подобных добавок велики [10; 21].



Использование гранул кладофоры в рационе молодняка кроликов позволило существенно интенсифицировать прирост живой массы в группе, получившей 1-процентную добавку к основному рациону. При этом в контрольной группе скорость прироста тела убывала с возрастом с большей скоростью, чем в группах, получивших добавку кладофоры. Разность средней массы тела в контрольной группе и той, где добавка составляла 1 %, достоверно увеличивается с возрастом: в возрасте 77 дней их живая масса выше контрольных животных на 6,5 % ( $P \leq 0,05$ ), а в возрасте 90 дней – на 8,2 %. У молодняка второй опытной группы также отмечены достоверные преимущества по убойным показателям: разница с контролем составляет по предубойной массе – на 8,2 % ( $P \leq 0,05$ ), убойной массе – 14,1 % ( $P \leq 0,001$ ) и убойному выходу – на 3,7 % ( $P \leq 0,05$ ). Масса печени не претерпевает каких-либо вариаций в пользу той или иной группы; гистологическое

строение печени свидетельствует об отсутствии патологических процессов в этом органе. Происходит накопление эссенциального йода в мышечной ткани молодняка кроликов во всех опытных группах – разница с контролем достоверная во всех случаях: во второй опытной группы – в 4,8 раза ( $P \leq 0,001$ ), в третьей опытной – в 2,7 раза ( $P \leq 0,001$ ), в четвертой – в 1,7 раза ( $P \leq 0,05$ ). С увеличением калорийности мяса молодняка снижается содержание фосфора и кальция, увеличивается содержание йода. Увеличение концентрации фосфора при этом снижает концентрацию кальция у животных опытных групп, а повышенная концентрация йода снижает содержание как кальция, так и фосфора.

Таким образом, добавка кладофоры в рацион кроликов в концентрации 1 % от массы рациона увеличила на 14 % убойную массу кроликов, что дает основание предполагать эффективность ее применения в качестве кормовой добавки для повышения ростовых показателей кроликов и качества их мяса

#### Библиографический список

1. Growing or shrinking? What the latest trends tell us about the world's population // United Nations. 2024 [Электронный ресурс]. URL: [https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?\\_gl=1\\*1p39v63\\*\\_ga\\*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3\\*\\_ga\\_TK9BQL5X7Z\\*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1NDA5MC4wLjAuMA](https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?_gl=1*1p39v63*_ga*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1NDA5MC4wLjAuMA) (дата обращения: 23.08.2024).
2. Liu X., Liu W., Tang Q., Liu B., Wada Y., Yang H. Global agricultural water scarcity assessment incorporating blue and green water availability under future climate change // *Earth's Future*. 2022. № 10 (4). DOI: 10.1029/2021EF002567.
3. FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p. // The Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/3/I5555E/i5555e.pdf> (дата обращения: 13.06.2023).
4. Cordeiro M. R., Mengistu G. F., Pogue S. J., Legesse G., Gunte K. E., Taylor A. M., Ominski K. H., Beauchemin K. A., McGeough E. J., Faramarzi M., McAllister T. A. Assessing feed security for beef production within livestock-intensive regions // *Agricultural Systems*. 2022. Vol. 196. Article number 103348. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103348.
5. Costa M., Cardoso C., Afonso C., Bandarra N. M., Prates J. A. Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: a systematic review // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 105. Pp. 1075–1102. DOI: 10.1111/jpn.13509.
6. Anufriieva E. V. How can saline and hypersaline lakes contribute to aquaculture development? A review // *Journal of Oceanology and Limnology*. 2018. Vol. 36. Pp. 2002–2009. DOI: 10.1007/s00343-018-7306-3.
7. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Biomass of *Cladophora* (Chlorophyta, Cladophorales) is a promising resource for agriculture with high benefits for economics and the environment // *Aquaculture International*. 2024. Vol. 23, No. 3. Pp. 3637–3673. DOI: 10.1007/s10499-023-01342-x.
8. Серая О. Ю., Квартникова Е. Г. Нетрадиционные корма для кроликов и домашней птицы // *Эффективное животноводство*. 2022. № 7 (182). С. 108–110. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-7-108-110.
9. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Poškevičius A., Vilienė V. River-sourced *Cladophora glomerata* macroalgal biomass as a more sustainable and functional feed raw material for growing rabbits // *Italian Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 23 (1). Pp. 607–617. DOI: 10.1080/1828051X.2024.2342380.
10. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Is biomass of filamentous green algae *Cladophora* spp. (Chlorophyta, Ulvophyceae) an unlimited cheap and valuable resource for medicine and pharmacology? A review // *Reviews in Aquaculture*. 2020. Vol. 12, No. 4. Pp. 2493–2510. DOI: 10.1111/raq.12454.
11. Шадрин Н. В., Остапчук П. С., Куевда Т. А., Празукин А. В., Фирсов Ю. К., Гасиев Д. Д., Зубоченко Д. В., Ануфриева Е. В. Влияние добавок нитчатой зеленой водоросли *Cladophora* в рацион кроликов на показатели крови // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024. Том 25. № 6. С. 1137–1146. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.6.1137-1146.
12. Тинаев Н. И. Продукция кролиководства. Москва: Росагропромиздат, 1988. 96 с.



13. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике ; перевод с немецкого и предисловие В. М. Ивановой. Москва: Финансы и статистика, 1982. 278 с.
14. Шумилина А. Р., Кровина Е. В., Голованова Е. В., Тинаев Н. И., Косовский Г. Ю. Продуктивность молодняка кроликов создаваемой новой породы // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 1. С. 68–72. DOI: 10.31857/S250026272301012X.
15. Zhakiyanova M. S., Sailgazina S. M., Temirova A. S. Age-related changes in the microstructure of the liver postembryonic period in rabbits // Biological science journal. 2023. Vol. 1. Pp. 21–29. DOI: 10.52081/bsj.2023.v01.i1.003.
16. Паштецкий В. С., Зубоченко Д. В., Остапчук П. С., Зубоченко А. А. Особенности накопления йода в мышцах кроликов на фоне использования антиоксидантов в липосомальной форме // Аграрный вестник Урала. 2020. № 5 (196). С. 51–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58.
17. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Vilienė V. Enhancement of rabbit meat functionality by replacing traditional feed raw materials with alternative and more sustainable freshwater *Cladophora glomerata* macroalgal biomass in their diets // Foods. 2023. Vol. 12, Iss. 4. Article number 744. DOI: 10.3390/foods12040744.
18. Dalle Zotte A., Szendro Z. The role of rabbit meat as functional food // Meat Science. 2011. Vol. 88. Pp. 319–331. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.02.017.
19. Yaranoglu B., Zengin M., Gökçe M., Avcılar Ö. V., Postacı B. B., Erdoğan Ç., Odabaş E. Chemical composition of meat from different species of animals // International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences. 2023. Vol. 7 (3). Pp. 581–587. DOI: 10.31015/jaefs.2023.3.12.
20. Mukaila R. Measuring the economic performance of small-scale rabbit production agrobusiness enterprises // World Rabbit Science. 2023. Vol. 31 (1). Pp. 35–46. DOI: 10.4995/wrs.2023.18660.
21. Prazukin A. V., Anufrieva E. V., Shadrin N. V. Unlimited possibilities to use *Cladophora* (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity // Science of the Total Environment. 2023. Vol. 884. Article number 163894. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163894.

#### Об авторах:

**Павел Сергеевич Остапчук**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ведущий научный сотрудник отделения полевых культур, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия; ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 401978.

*E-mail: ostapchuk\_p@niishk.site*

**Николай Васильевич Шадрин**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0002-2580-3710, AuthorID 502490.

*E-mail: shadrin@ibss-ras.ru*

**Александр Васильевич Празукин**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0001-9766-6041, AuthorID 414486. *E-mail: prazukin@ibss-ras.ru*

**Елена Валерьевна Ануфриева**, доктор биологических наук, руководитель лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0002-6237-7941, AuthorID 798297. *E-mail: lena.anufrieva@ibss-ras.ru*

**Татьяна Алексеевна Куева**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отделения полевых культур, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия; старший научный сотрудник, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0003-0055-8605, AuthorID 998331. *E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Юрий Константинович Фирсов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0003-0961-7579, AuthorID 1113004. *E-mail: yurfir@ibss-ras.ru*

**Денис Викторович Зубоченко**, кандидат биологических наук, заместитель директора по производству и внедрению инновационных разработок, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия; ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 1027695. *E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Татьяна Павловна Макалиш**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Россия; ORCID 0000-0003-1884-2620, AuthorID 891400. *E-mail: Makalisht@mail.ru*

## References

1. Growing or shrinking? What the latest trends tell us about the world's population. *United Nations* [Internet] 2024 [cited 2024 Aug 23]. Available from: [https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?\\_gl=1\\*1p39v63\\*\\_ga\\*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3\\*\\_ga\\_TK9BQL5X7Z\\*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1ND A5MC4wLjAuMA](https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?_gl=1*1p39v63*_ga*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1ND A5MC4wLjAuMA).
2. Liu X., Liu W., Tang Q., Liu B., Wada Y., Yang H. Global agricultural water scarcity assessment incorporating blue and green water availability under future climate change. *Earth's Future*. 2022; 10 (4): 16. DOI: 10.1029/2021EF002567.
3. FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p. *The Food and Agriculture Organization of the United Nations* [Internet] 2016 [cited 2023 Jun 13]. Available from: <https://www.fao.org/3/I5555E/i5555e.pdf>.
4. Cordeiro M. R., Mengistu G. F., Pogue S. J., Legesse G., Gunte K. E., Taylor A. M., Ominski K. H., Beauchemin K. A., McGeough E. J., Faramarzi M., McAllister T. A. Assessing feed security for beef production within livestock-intensive regions. *Agricultural Systems*. 2022; 196: 103348. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103348.
5. Costa M., Cardoso C., Afonso C., Bandarra N. M., Prates J. A. (2021) Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: a systematic review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021; 105: 1075–1102. DOI: 10.1111/jpn.13509.
6. Anufriieva E. V. How can saline and hypersaline lakes contribute to aquaculture development? A review. *Journal of Oceanology and Limnology*. 2018; 36: 2002–2009. DOI: 10.1007/s00343-018-7306-3.
7. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Biomass of *Cladophora* (Chlorophyta, Cladophorales) is a promising resource for agriculture with high benefits for economics and the environment. *Aquaculture International*. 2024; 23 (3): 3637–3673. DOI: 10.1007/s10499-023-01342-x.
8. Seraya O. Yu., Kvarnikova E. G. Non-traditional rabbit food and poultry. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2022; 7 (182): 108–110. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-7-108-110. (In Russ.)
9. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Pockevičius A., Vilienė V. River-sourced *Cladophora glomerata* macroalgal biomass as a more sustainable and functional feed raw material for growing rabbits. *Italian Journal of Animal Science*. 2024; 23(1): 607–617. DOI: 10.1080/1828051X.2024.2342380.
10. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Is biomass of filamentous green algae *Cladophora* spp. (Chlorophyta, Ulvophyceae) an unlimited cheap and valuable resource for medicine and pharmacology? A review. *Reviews in Aquaculture*. 2020; 12 (4): 2493–2510. DOI: 10.1111/raq.12454.
11. Shadrin N. V., Ostapchuk P. S., Kuevda T. A., Prazukin A. V., Firsov Yu. K., Gassiev D. D., Zubochenko D. V., Anufriieva E. V. The effect of adding filamentous green algae *Cladophora* to the diet of rabbits on their blood parameters. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2024; 25 (6): 1137–1146. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.6.1137-1146. (In Russ.)
12. Tinaev N. I. *Rabbit breeding products*. Moscow: Rosagropromizdat, 1988. 96 p. (In Russ.)
13. Muller P., Neuman P., Storm R. *Tables on mathematical statistics*. Translated from German and preface by Ivanova V. M. Moscow: Finansy i statistika. 1982. 278 p. (In Russ.)
14. Shumilina A. R., Krovina E. V., Golovanova E. V., Tinaev N. I., Kosovskiy G. Yu. Productivity of young animals of a new breed of rabbits being created. *Rossijskaâ sel'skohozâjstvennaâ nauka*. 2023; 1: 68–72. DOI: 10.31857/S250026272301012X. (In Russ.)
15. Zhakiyanova M. S., Sailgazina S. M., Temirova A. S. Age-related changes in the microstructure of the liver postembryonic period in rabbits. *Biological Science Journal*. 2023; 1: 21–29. DOI: 10.52081/bsj.2023.v01.i1.003.
16. Pashtetskii V. S., Zubochenko D. V., Ostapchuk P. S., Zubochenko A. A. Features of the accumulation of iodine in the muscles of rabbits against the background of the use of antioxidants in liposomal form. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 05 (196): 51–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58. (In Russ.)
17. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Vilienė V. Enhancement of rabbit meat functionality by replacing traditional feed raw materials with alternative and more sustainable freshwater *Cladophora glomerata* macroalgal biomass in their diets. *Foods*. 2023; 12 (4): 744. DOI: 10.3390/foods12040744.
18. Dalle Zotte A., Szendro Z. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*. 2011; 88: 319–331. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.02.017.
19. Yaranoglu B., Zengin M., Gökçe M., Avcılar Ö. V., Postacı B. B., Erdoğan Ç., Odabaş E. Chemical composition of meat from different species of animals. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. 2023; 7 (3): 581–587. DOI: 10.31015/jaefs.2023.3.12.
20. Mukaila R. Measuring the economic performance of small-scale rabbit production agrobusiness enterprises. *World Rabbit Science*. 2023; 31 (1): 35–46. DOI: 10.4995/wrs.2023.18660.
21. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Unlimited possibilities to use *Cladophora* (*Chlorophyta*, *Ulvophyceae*, *Cladophorales*) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity. *Science of the Total Environment*. 2023; 884: 163894. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163894.

**Authors' information:**

**Pavel S. Ostapchuk**, candidate of agricultural sciences, Leading Researcher, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia; leading researcher of the field crop department, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia; ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 401978.

*E-mail: ostapchuk\_p@niishk.site*

**Nikolay V. Shadrin**, candidate of biological sciences, leading researcher of the laboratory of extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia;

ORCID 0000-0002-2580-3710, AuthorID 502490. *E-mail: shadrin@ibss-ras.ru*

**Aleksandr V. Prazukin**, doctor of biological sciences, leading researcher of the laboratory of extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia;

ORCID 0000-0001-9766-6041, AuthorID 414486. *E-mail: prazukin@ibss-ras.ru*

**Elena V. Anufrieva**, doctor of biological sciences, Head of the Laboratory of Extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia; ORCID 0000-0002-6237-7941, AuthorID 798297. *E-mail: lena.anufrieva@ibss-ras.ru*

**Tatyana A. Kuevda**, candidate of biological sciences, senior researcher of the field crop department, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia; senior researcher, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia; ORCID 0000-0003-0055-8605, AuthorID 998331.

*E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Yuriy K. Firsov**, candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia;

ORCID 0000-0003-0961-7579, AuthorID 1113004. *E-mail: yurfir@ibss-ras.ru*

**Denis V. Zubochenko**, candidate of biological sciences, deputy director for production and implementation of innovative developments, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia;

ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 1027695. *E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Tatyana P. Makalish**, candidate of biological sciences, leading researcher, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia; ORCID 0000-0003-1884-2620, AuthorID 891400. *E-mail: Makalisht@mail.ru*

## К экологии зоофильных мух в условиях Якутии

А. Д. Решетников<sup>✉</sup>, А. И. Барашкова

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru)

**Аннотация.** Целью работы является анализ плотности популяции мух в условиях Хатасского свиного комплекса в летний период. **Методы.** В Хатасском свином комплексе летом 2022 г. проведены исследования по определению численности мух. Подсчет количества мух проведен в трех цехах: откормочном, репродукторном и дорашивания. В каждом цеху были установлены ловушки в виде липких лент длиной 84 см. Учет количества собранных мух на клеевых ловушках проводили через 24 часа в лаборатории. Анализ данных проведен по методике В. Н. Беклемишева. Единицей учета численности мух была принята клеевая ловушка с экспозицией 24 часа. **Научная новизна** исследования заключается в том, что в собранных материалах впервые определена численность и видовой состав мух в Хатасском свином комплексе Якутии в летний период. **Результаты.** С февраля 2005 г. в Якутии было зарегистрировано ООО «Хатасский свином комплекс», которое успешно функционирует и в настоящее время. Известно, что в свинарниках комплекса встречается скопление личинок и имаго мух. На клеевые ловушки, размещенные на высоте 2–3 м в свинарниках, за сутки было поймано максимум 6077 особей мух. Видовую принадлежность мух устанавливали по определителям Г. Я. Бей-Биенко с применением микроскопа МБС-10. В свиноводческом комплексе республики выявлено 5 видов зоофильных мух, принадлежащих к 4 семействам. Среднее количество мух в цехе дорашивания составляло  $22,9 \pm 5,977$ , в репродукторном –  $69,8 \pm 9,57$ , в откормочном –  $497,3 \pm 136,5$ . Экономический эффект от защиты животных при нападении мух на 1 рубль затрат равен 44,2 рубля.

**Ключевые слова:** свином комплекс, летний сезон, зоофильные мухи, экология, вид, род, семейство, клеевые ловушки, экспозиция

**Для цитирования:** Решетников А. Д., Барашкова А. И. К экологии зоофильных мух в условиях Якутии // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 74–82. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-74-82>.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания FWRS-2024-0024 Минобрнауки России.

**Дата поступления статьи:** 23.08.2024, **дата рецензирования:** 14.10.2024, **дата принятия:** 31.10.2024.

## On the ecology of zoophilic flies in the conditions of Yakutia

A. D. Reshetnikov<sup>✉</sup>, A. I. Barashkova

M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of determination of the number and species composition of flies in the conditions of the Khatasskiy pig complex in the summer. **Methods.** In the summer of 2022, studies were conducted at the Khatasskiy pig complex to determine the number of flies. The number of flies was counted in three workshops: fatten-



ing, reproductive and rearing. Traps in the form of sticky tapes 84 cm long were installed in each workshop. The number of flies caught on insect glue traps was counted after 24 hours in a laboratory setting. Data analysis was carried out according to the method of V. N. Beklemishev. The unit for recording the number of flies was a glue trap with an exposure of 24 hours. **The scientific novelty** of the study lies in the fact that the obtained materials for the first time determined the number and species composition of flies in the Khatasskiy pig complex of Yakutia in the summer. **Results.** Since February 2005, Khatasskiy pig complex LLC has been registered in Yakutia and is still successfully operating. It is known that the pig farms of the complex are home to a cluster of larvae and adult flies. Maximum 6077 flies were caught per day using glue traps placed at a height of 2–3 m in the pig farms. The species of flies were determined using the identification guides of G. Ya. Bey-Bienko and an MBS-10 microscope. Five species of zoophilic flies belonging to four families were identified in the republic's pig-breeding complex. The average number of flies in the rearing shop is  $22.9 \pm 5.977$ , in the reproduction shop –  $69.8 \pm 9.57$ , in the fattening shop –  $497.3 \pm 136.5$ . The economic effect of protecting animals from fly attacks per 1 ruble of costs is 44.2 rubles.

**Keywords:** summer period, pig farm, flies, abundance, adults, glue traps, exposure, counting, the abundance index of flies

**Acknowledgements.** The work was carried out within the framework of the state task FWRS-2024-0024 of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

**For citation:** Reshetnikov A. D., Barashkova A. I. On the ecology of zoophilic flies in the conditions of Yakutia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 74–82. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-74-82>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 23.08.2024, **date of review:** 14.10.2024, **date of acceptance:** 31.10.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

По статистическим данным, арктические территории Якутии занимают 1 436 219,54 кв. км, где проживает 69,4 тыс. человек, которым предоставляется приоритетное обеспечение продовольственной безопасности населения северных и арктических территорий. Животноводство в Республике Саха (Якутия) остается главной отраслью сельского хозяйства. По данным государственного комитета статистики Республики Саха Якутия, на 1 января 2023 года поголовье крупного рогатого скота составило 170,4 тыс. голов, в том числе коров – 71,6, свиней – 17,8, лошадей – 181,1, оленей – 168,5, птиц – 977,856 [1].

ООО «Хатасский свиноплекс» – современное свиноводческое хозяйство промышленного типа с технологией непрерывного воспроизводства и откорма свиней полного замкнутого цикла. Объемы производства мяса в свиноплексе составляют более 500 тонн, а продажа живых поросят – свыше 3000 голов. По грантовой программе доращивания молодняка свиней компания каждый год поставляет населению около 600 голов поросят. В нашей республике разводят свиней пород ландрас и крупной белой. Поголовье свиней в Якутии продолжает расти. В первом квартале 2024 года в сельскохозяйственных организациях поголовье свиней выросло на 30 % и достигло рекордных 814 тыс. голов [2].

В мире идет поиск новых, более эффективных штаммов грибов. К. С. Кривонос, О. Ю. Еремина и В. В. Олифер испытали эффективность микоин-

сектицидов на имаго и личинок комнатной мухи. Время гибели 50 % особей при высокой концентрации  $1 \cdot 10^9$  конидий варьировала от 3,8 суток для *Beauveria bassiana* и от 5,2 суток для *Metarhizium anisopliae*. Время, необходимое для уничтожения хозяина, составляет 4–6 суток для грибов обоих видов. Дальнейшее увеличение показателей гибели может быть достигнуто за счет генетической модификации патогена для ускорения его проникновения через кутикулу. Установлена чувствительность имаго комнатной мухи к сахарным приманкам с конидиями *B. bassiana*. Исследуются причины различий эффективности *B. bassiana* против личинок комнатной мухи (гибель личинок от 0 % до 70 %) – вариации вирулентности штамма, метод культивирования грибов, конидиальная доза или концентрация, возраст мухи, статус питания личинки-хозяина, метод воздействия, свойства субстрата для выращивания личинок и различия в чувствительности культур мух [3].

О. Ю. Ереминой рассмотрены группы насекомых, являющихся механическими переносчиками возбудителей болезней человека. Приведены современные данные о медицинском значении комнатных мух, являющихся механическими переносчиками возбудителей инфекционных заболеваний в т. ч. и резистентных к антибиотикам, таких как холера, шигеллез, сальмонеллез и некоторые кожные инфекции. Рыжие тараканы механически переносят более 40 возбудителей различных болезней, в т. ч. внутрибольничных инфекций (брюшной и другой тифы, кишечные инфекции, аспергиллез,

полиомиелит), а также три вида гельминтов и простейших. Синантропные муравьи – механические переносчики яиц гельминтов и болезнетворных микроорганизмов, а также дополнительные хозяева паразитических червей, опасных для человека и домашних животных [4].

По данным Д. Икрамова, малотоксичные инсектициды не наносят вреда окружающей среде и животным, не вызывают устойчивости у мух. Компания «МС Скиперс» предлагает российским животноводам препарат «Маггот», действующим веществом которого является малотоксичный инсектицид циромазин, способный останавливать рост личинок [5].

М. А. Левченко и Е. А. Силивановой разработан способ ограничения численности мух в животноводческих и птицеводческих помещениях. Для этого ими был создан эффективный состав против мух, содержащий два инсектицида – фипронил и хлорфенапир, а также сахарозу или глюкозу как пищевой аттрактант, трикозен – половой аттрактант, модифицированный картофельный крахмал холодного набухания – загуститель. Инсектицидный состав для обработки помещений смешивали холодной водой в соотношении 1 : 3 до загустения и наносили в местах скопления мух из расчета 250 мл готовой смеси на 1 м<sup>2</sup> кистью или валиком на поверхность помещения либо на подложки [6].

Р. Т. Сафиуллиным, В. А. Дементьевой и Т. А. Нуртдиновой испытана эффективность уничтожения мух. Опыты проводились с июля по сентябрь 2016 года на птицефабрике «Центральная» Владимирской области, лабораторные исследования – во ВНИИП (Москва). В трех птичниках с общим поголовьем 99 тыс. голов оценено фоновое количество мух, при котором выявлено присутствие большого количества мух и личинок. Против имаго мух использовано адалтицидное средство «Квик Байт ВГ 10 %». Расход на 1 м<sup>2</sup> пола составлял 2,5 г препарата «Квик Байт ВГ 10 %», который разводили в 20 мл воды [7].

W. A. N. Alkherb и соавторы установили, что лихорадка Рифт-Валли и вирус Западного Нила – два арбовируса, переносимых комарами. В основном они передаются комарами *Culex*. Аналогичным образом домашняя муха *Musca domestica* является основным бедствием для людей. В основном это связано с ее способностью переносить болезни. Считается, что домашние мухи передают людям десятки заболеваний. Они включают брюшной тиф, дизентерию, холеру и кишечных паразитов. Борьба с этой мухой очень сложна из-за ее большой популяции и высокой плодовитости. Существуют различные виды насекомых, включая переносчиков болезней. У них развивается устойчивость к различным широко используемым инсектицидам и регуляторам роста насекомых. Действительно, устойчивость к

инсектицидам повышается постепенно. Это становится основным барьером для борьбы с переносчиками болезней. Одним из методов борьбы с такой устойчивостью является использование новых химических веществ с новым способом действия. Нанопрепараты важны для повышения растворимости плохо растворимых в воде соединений, получения стабильных составов без использования токсичных органических растворителей. Селен (Se) является жизненно важным неметаллом. Наночастицы селена (SENP) проявляют жизнеспособность благодаря своей минимальной токсичности и биодоступности. Кроме того, эти наночастицы способны взаимодействовать с белками. Они биосовместимы как с органическими, так и с неорганическими соединениями. Наночастицы включают в себя противоопухолевую активность и реализации биосенсоров. Они конъюгированы с SENP против лабораторных и полевых штаммов 3-го возраста личинок *C. pipiens* и личинок 2-го возраста *M. domestica*. Синтез и ларвицидная эффективность производных пиразолопиримидина, конъюгированных с наночастицами селена, была исследована против личинок *Culex pipiens L.* и *Musca domestica L.* Биологический анализ показал, что производные пиразолопиримидина обладают приемлемым ларвицидным действием [8].

В журнале *Journal of Asia-Pacific Entomology* была опубликована научная статья А. М. Gharib с соавторами *Insecticidal, biochemical and histological effects of monoterpenes against Musca domestica* (Diptera: Muscidae), где была оценена инсектицидная активность десяти монотерпенов против личинок *Musca domestica*. Монотерпены смешивали с пищевыми средами в концентрациях 2,5, 5,0, 10,0, 25,0, 50,0, 75,0 и 100,0 мг/кг. Три монотерпена: п-цимен, 1,8-цинеол и куминальдегид – проявляли длительную ларвицидную активность со значениями LC<sub>50</sub> 0,14, 1,59 и 1,90 мг/кг через 3 дня после обработки. Авторы статьи установили инсектицидное, биохимическое и гистологическое действие монотерпенов против *Musca domestica*. Три монотерпена были более токсичны, чем дельтаметрин (LC<sub>50</sub> = 3,36 мг/кг). Аналогично монотерпены вызвали значительное сокращение окукливания и появления взрослых особей. Куминальдегид в дозе 25,0 мг/кг и п-цимен, 1,8-цинеол и цитронеллал в дозе 50,0 мг/кг вызвали полное подавление окукливания и появления взрослых особей [9].

Н. Ajmal и соавторы опубликовали научную статью *Facultative para-tracheostomy myiasis with a housefly (Musca domestica): A case report*. Авторы сообщают о случае трахеостомического миаза, вызванного факультативными паразитами. 69-летний мужчина с известным случаем плоскоклеточного рака (SCC) был направлен на лечение с жалобой на неприятно пахнущие выделения с примесью крови в месте введения трахеостомической трубки в

Портексе. Физикальное обследование показало, что участок перистомы сильно некротизирован множеством живых личинок. После фиксации дыхательных путей с помощью щипцов Тилли Хенкель было удалено около 50 личинок. Наконец были проведены хирургическая обработка и удаление некротизированной ткани [10].

Н. Ali и соавторы изучили влияние питательных сред на жизненные характеристики домашней мухи *Musca domestica* L. Экспериментальные рационы были составлены из комбинаций крови крупного рогатого скота, навоза скота, рисовых и пшеничных отрубей и кухонных отходов, разделенных на диету. Результаты показали, что личинки, куколки и взрослые особи, выращенные на диете В, включающей кровь крупного рогатого скота и рисовые отруби, продемонстрировали увеличение длины тела по сравнению с другими диетами. И имели самый высокий уровень сырого белка. Проведенными исследованиями установлено, что личинки домашней мухи обладают значительным потенциалом в качестве ценного источника белка для таких отраслей промышленности, как рыбная и птицеводческая, что указывает на перспективный путь устойчивого производства белка из отходов жизнедеятельности животных в богатую белком биомассу для удовлетворения потребностей в белке [11].

Л. Ferdousi и др. изучали питательный состав личинок домашней мухи (*Musca domestica*), выращенных на различном соотношении смеси крови крупного рогатого скота с органическими отходами. Кровь крупного рогатого скота – побочный продукт животного происхождения, обогащенный белком и минералами. Однако неправильное обращение с кровью крупного рогатого скота оказывает негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Целью данного исследования был анализ питательной ценности личинок комнатной мухи, включая составы питательных веществ, минеральных веществ и жирных кислот, выращенных на смеси крови крупного рогатого скота с навозом крупного рогатого скота и растительными отходами в различном соотношении. Экспериментальные рационы личинок комнатной мухи составляли: Т1 (1 : 3 : 1), Т2 (2 : 2 : 1) и Т3 (1 : 1 : 3) смеси крови крупного рогатого скота, навоза крупного рогатого скота и растительных отходов соответственно. Результаты показали, что содержание влаги в личинках варьировалось от 85 % до 90 % в зависимости от обработки. Содержание сырого протеина ( $56,27 \pm 1,87$  %) и золы ( $11,17 \pm 1,13$  %) было самым высоким у личинок с Т2, но у личинок с Т3 было самое высокое содержание сырого жира ( $29,17 \pm 2,95$ ) и сырой клетчатки ( $9,25 \pm 1,12$ ). Различия в профиле жирных кислот личинок были небольшими. Профили жирных кислот личинок характеризовались высокими уровнями пальмити-

новой, пальмитолеиновой и олеиновой кислот при всех обработках. С другой стороны, содержание минеральных веществ существенно отличалось. У личинок, выращенных на Т2, было высокое содержание Ca, P, K, Fe и Zn, за исключением Mn и Cu, по сравнению с другими обработками [12].

В исследовании продемонстрировано, что аспирин подавляет рост личинок комнатных мух *Musca domestica* в зависимости от концентрации. Анализ микробиома показал, что аспирин оказал влияние на состав личинок. Доминирующим видом бактерий в группе, принимавшей аспирин, по-прежнему была *Klebsiella*, как и в контрольной группе. В целом воздействие аспирина ухудшает развитие личинок, активируя метаболизм ретинола у комнатных мух, и может быть использовано в качестве эффективного пестицида. Эта работа раскрывает механизм, лежащий в основе ингибирования развития личинок, вызванного аспирином, с точки зрения метаболизма и обеспечивает новое функциональное исследование традиционного препарата для борьбы с вредителями [13].

Эфирные масла растений могут стать экологически чистой альтернативой обычным синтетическим инсектицидам. Токсическое, репеллентное и сдерживающее яйцекладку действие эфирных масел шести растений: *Allium sativum* L. (Alliaceae), *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), *Cinnamomum cassia* (L.) (Lauraceae), *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (Myrtaceae), *Piper nigrum* L. (Piperaceae) и *Thevetia peruviana* (чел.) (Apocynaceae) оценивали на разных стадиях жизни комнатной мухи *Musca domestica*.

Биологические анализы показали, что эфирные масла *A. indica*, *T. peruviana* и *E. camaldulensis* проявляли:

а) наибольшую токсичность для личинок ( $LC_{50} = 169,72, 182,23$  и  $277,01$  частей на миллион соответственно), куколок ( $LC_{50} = 150,56, 164,84$  и  $164,87$  частей на миллион соответственно) и взрослых особей ( $LC_{50} = 166,69, 139,15$  и  $302,75$  частей на миллион соответственно) *M. domestica*;

б) самое высокое отталкивающее ( $91,44, 72,19$  и  $72,80$  % соответственно) и сдерживающее яйцекладку действие ( $90,36, 88,82$  и  $89,13$  % соответственно) на взрослых особей *M. domestica* по сравнению с другими эфирными маслами [14].

Е. J. Rangel-Muñoz и др. поставили цель выявить наличие токсигенных грибов *Aspergillus spp.* и *Fusarium spp.* у комнатных мух молочной фермы. Для этого отобрано 10 молочных ферм, расположенных в центральной долине штата Агуаскальентес Мексики. Мух отлавливали с помощью энтомологических ловушек с обонятельным аттрактантом на 7 участках фермы. Грибы культивировали в агаре Сабуро путем прямого посева и серийных разведений для получения изолятов, таксономическую идентификацию проводили под микроскопом. Спо-

способность чистых изолятов к продуцированию афлатоксинов и зеараленона определяли количественно с помощью ELISA. Мухи присутствовали во всех местах отлова (45,3 мухи, 567 мг на 1 ловушку в день). Они получили 50 изолятов рода *Aspergillus*, 12 из которых продуцировали афлатоксины ( $327 \pm 143$  мкг/кг), тогда как из 56 изолятов *Fusarium spp.* 10 продуцировали большие количества зеараленона ( $3,132 \pm 665$  мкг/кг). Эти результаты свидетельствуют о том, что присутствие домашних мух на молочных фермах может служить источником распространения токсигенных грибов [15].

Зоофильных и синантропных мух в свином комплексе привлекают благоприятные условия для питания и размножения. Борьба с мухами (особенно в свином комплексе) является одним из основных условий для биологической безопасности для людей и животных. Цель исследований – анализ плотности популяции мух в условиях Хатасского свиного комплекса в летний период.

**Методология и методы исследования (Methods)**

В ООО «Хатасский свином комплекс» во время технологического цикла производства в июне – июле 2022 года были проведены исследования по определению активности мух в летний период. Для сбора и подсчета количества имаго мух в цехах доращивания, репродукторном и откормочном были размещены по одной ловушке в виде липких лент длиной 84 см (ТУ 2386-003-85869998-01, изготовитель ИП Ермаков Ю. А., Санкт-Петербург). Цеха размещены в типовых зданиях с одинаковыми параметрами микроклимата, соединенных технологической галереей. Цех доращивания включал 8 свиномкомплексов, репродукторный – 7, откормочный – 10. Ловушки устанавливались на высоте 1,5 м, по одной штуке в каждом свином комплексе. Средняя температура в свином комплексах в летний период составляла 20–24 °С,

что обеспечивало постоянную численность особей мух в здании свиномкомплекса. Причиной увеличения численности мух в цехе откорма является наличие высокой температуры и мест выплода мух.

Учет количества отловленных на клеевых ловушках насекомых проводили через 24 часа в условиях лаборатории арахноэнтомологии ЯНИИСХ. Видовую принадлежность мух определяли, используя морфологические ключи Г. Я. Бей-Биенко. Оценку численности мух проводили индексом обилия (ИО) по В. Н. Беклемишеву. Единицей учета численности мух была принята ловушка с экспозицией 24 часа.

**Результаты (Results)**

В июне – июле 2022 года во время технологического цикла производства в Хатасском свином комплексе с целью определения видового состава мух, связанных со свиноводческими помещениями, проводились их отловы как внутри помещений, так и на территориях, прилегающих к ним. За сутки по всем трем цехам ловушками было поймано 7843 особей мух. Летом видовой состав мух представлен 5 видами, относящихся к семействам Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae и Drosophilidae. Фауна мух свиномкомплекса в летний период обогащается за счет залета извне. В широте города Якутска, где расположен свином комплекс, среднемесячные температуры составляют 20–23 °С (таблица 1).

В Хатасском свином комплексе мух отлавливали с помощью клеевых ловушек в свином комплексах и в кормоцехах. Мусциды и дрозофилиды были пойманы в кормоцехе, а саркофаги и каллифориды – в местах накопления гниющих отходов. К доминирующим видам зоофильных мух относится *Musca domestica* (69,11 %), субдоминантным – *Stomoxys calcitrans* (17,79 %), к малочисленным – *Calliphora vicina*, *Sarcophaga camaria* и *Drosophila funebris*.

Таблица 1  
Фауна зоофильных мух на Хатасском свиноводческом комплексе

№	Семейства и виды	Всего отловлено особей	% отлова
<b>Muscidae</b>			
1	<i>Musca domestica</i>	1456	69,11
2	<i>Stomoxys calcitrans</i>	375	17,79
<b>Calliphoridae</b>			
1	<i>Calliphora vicina</i>	65	3,08
<b>Sarcophagidae</b>			
1	<i>Sarcophaga camaria</i>	120	5,70
<b>Drosophilidae</b>			
1	<i>Drosophila funebris</i>	91	4,32
	Всего	2107	100

Table 1  
Fauna of zoophilic flies at the Khatas pig-breeding complex

No.	Families and species	Total number of individuals caught	Catch rate
<b>Muscidae</b>			
1	<i>Musca domestica</i>	1456	69.11
2	<i>Stomoxys calcitrans</i>	375	17.79
<b>Calliphoridae</b>			
1	<i>Calliphora vicina</i>	65	3.08
<b>Sarcophagidae</b>			
1	<i>Sarcophaga camaria</i>	120	5.70
<b>Drosophilidae</b>			
1	<i>Drosophila funebris</i>	91	4.32
	Total	2107	100



Таблица 2

## Численность мух в свином комплексе в летний период

№ п/п	Цех дорашивания		Репродукторный цех		Откормочный цех	
	№ свиарников	Количество пойманных ловушками мух в свиарниках	№ свиарников	Количество пойманных ловушками мух в свиарниках	№ свиарников	Количество пойманных ловушками мух в свиарниках
1	1а	10	5а	134	1а	508
2	1б	16	5б	67	1б	527
3	2а	12	6а	146	2а	1550
4	2б	8	6б	156	2б	1655
5	3а	39	7а	24	3а	337
6	3б	23	7б	48	3б	293
7	4а	18	8а	26	4а	486
8	4б	57	8б	45	4б	540
9			9а	34	5а	279
10			9б	18	5б	421
11					6а	97
12					6б	82
13					7а	123
14					7б	64
Всего мух по 3 цехам		183		698		6962
Индекс обилия имаго мух		$22,9 \pm 5,977$		$69,8 \pm 9,57$		$497,3 \pm 136,5$

Table 2  
Number of flies in a pig farm in summer

Numbers in order	Growing-up shop		Reproduction shop		Fattening shop	
	Piggery numbers	Number of flies caught in piggeries with traps	Piggery numbers	Number of flies caught in piggeries with traps	Piggery numbers	Number of flies caught in piggeries with traps
1	1а	10	5а	134	1а	508
2	1б	16	5б	67	1б	527
3	2а	12	6а	146	2а	1550
4	2б	8	6б	156	2б	1655
5	3а	39	7а	24	3а	337
6	3б	23	7б	48	3б	293
7	4а	18	8а	26	4а	486
8	4б	57	8б	45	4б	540
9			9а	34	5а	279
10			9б	18	5б	421
11					6а	97
12					6б	82
13					7а	123
14					7б	64
Total flies in 3 work-shops		183		698		6962
Abundance index of adult flies		$22.9 \pm 5.977$		$69.8 \pm 9.57$		$497.3 \pm 136.5$

Индекс обилия мух в цехе доращивания составил  $22,9 \pm 5,977$  особей на ловушко-сутки, в репродукторном и откормочном цехах –  $69,8 \pm 9,57$  и  $497,3 \pm 136,5$  особей на ловушко-сутки соответственно (таблица 2).

Дезинсекция свинарников была проведена в отсутствии животных 0,05-процентной водной эмульсией бутокса (дельтаметрина) по действующему веществу в дозе  $50 \text{ мл/м}^2$  против взрослых мух и 0,036-процентной водной эмульсией дельтаметрина по ДВ в объеме  $7 \text{ мл/м}^2$  против их личинок. Для оценки эффективности дезинсекции были использованы липкие ленты-ловушки, которых размещали на высоте 1–2 м от пола. Эффективность дезинсекции оценивали на следующий день путем сравнения попаданий мух на липкие ленты. Результаты исследований показали, что наибольшее количество мух было обнаружено в откормочном цехе Хатасского свинокомплекса. В данном цехе имеется 14 отдельных свинарников. Всего в откормочном цехе оказалось 6962 особи мух, в репродукторном цехе – 698. Самое меньшее количество мух обнаружено в цехе доращивания: всего 183 особи. Установлено, что эффективность истребительных мероприятий составляла 75 %.

В летний период проведен опыт по предупреждению залета мух в здания свинокомплекса через открытые окна и двери методом ультрамалообъемного опрыскивания свободных территорий между зданиями свинокомплекса с расстояния 20–30 м путем распыления аэрозольного тумана с дисперсностью 70–120 мкм, с применением 0,05-процентной водной эмульсии дельтаметрина. При этом достигнуто полное истребление мух в свободных территориях вне помещений с применением безопасного аэрозольного опрыскивания по технологии Якутского НИИСХ. Численность мух в помещении в летнее время уменьшилось на 1/3 с 7843 до 2615 особей.

Экономический эффект технологии защиты свиней от нападения зоофильных мух на 1 рубль затрат составляет 44,2 рубля.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Аграрный сектор Якутии играет значимую роль в экономике, являясь крупным производителем сельскохозяйственной продукции в Дальневосточном федеральном округе. Мясная промышленность в республике является важной отраслью экономики. Свиноводство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны как наиболее интенсивной и эффективной отрасли животноводства России. Однако радужную картину развития свиноводства омрачает нападение зоофильных мух. По литературным данным, ущерб по стране от нападения мух составляет больше 1 млрд руб. ежегодно. Зоофильные мухи наносят существенный вред животноводству, являясь механическими переносчиками возбудителей инфекций и инвазий, причиняя беспокойство животным.

Высокая концентрация мух приводит к снижению продуктивности и ухудшению мясного качества свиней. К тому же вредные членистоногие играют большую роль в распространении возбудителей дизентерии, холеры, брюшного тифа, эпидемического конъюнктивита, туляремии, телязиоза и др.

Проведенные исследования выявили, что обилие мух было зафиксировано в откормочном помещении Хатасского свинокомплекса. В этом месте располагаются 14 изолированных свинарников. В целом в откормочном цехе обнаружилось 6962 мухи, в репродукторном – 698. Наименьшая численность мух выявлена в цехе доращивания: в общей сложности 183 экземпляра.

Видовой состав мух свиноводческого предприятия «Хатасское» представлен 5 видами: *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans*, *Calliphora vicina*, *Sarcophaga carnaria*, *Drosophila funebris*.

Эффективную защиту свиней от зоофильных мух обеспечивают 0,05–0,036-процентные водные эмульсии дельтаметрина, используемые методом ультрамалообъемного опрыскивания из расчета  $50 \text{ мл/м}^2$  против имаго мух и  $7 \text{ мл/м}^2$  против их личинок.

Финансовый результат способа борьбы с зоофильными мухами на 1 рубль затрат равен 44,2 рубля.

### Библиографический список

1. Республика Саха (Якутия) в цифрах: краткий статистический сборник. Якутск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия), 2023. 172 с.
2. АО Агрохолдинг «Гуймаада»: ООО «Хатасский свинокомплекс» [Электронный ресурс]. URL: <https://tuumaada-holding.ru/holding/activity/ooo-khatasskiy-svinokompleks?ysclid=ly79xjpbz3326243789> (дата обращения: 04.07.2024).
3. Кривонос К. С., Еремина О. Ю., Олифер В. В. Применение микоинсектицидов для сокращения численности комнатной мухи *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) // Дезинфекционное дело. 2024. № 2 (128). С. 28–36. DOI: 10.35411/2076-457X-2024-2-28-36.

4. Еремина О. Ю. Насекомые – механические переносчики возбудителей инфекционных болезней человека (обзор литературы) // Дезинфекционное дело. 2020. № 1 (111). С. 37–54. DOI: 10.35411/2076-457X-2020-1-37-54.
5. Икрамов Д. Использование препаратов на основе циромазина для борьбы с мухами в промышленном свиноводстве // Ценовик. Сельскохозяйственное обозрение. 2024. № 6. С. 65–66.
6. Левченко М. А., Силиванова Е. А. Способ ограничения численности мух в животноводческих и птицеводческих помещениях: патент 2711383. Российская Федерация. № 2019104794; заявл. 20.02.19; опубл. 16.01.20. Бюл. № 2. 9 с.
7. Сафиуллин Р. Т., Дементьева В. А., Нуртдинова Т. А. Испытание эффективности комплексной инсектицидной программы для системного уничтожения популяции мух // Птицеводство. 2019. № 4. С. 56–60. DOI: 10.33845/0033-3239-2019-68-4-56-60.
8. Alkherb W. A. H., Farag S. M., Alotaibi A. M., Aloui Z., Alshammari N. A. H., El-Sayed A. A., Almutairi F. M., El-Shourbagy N. M. Synthesis and larvicidal efficacy of pyrazolopyrimidine derivatives conjugated with selenium nanoparticles against *Culex pipiens* L. and *Musca domestica* L. larvae // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2024. Vol. 241. Article number 114040. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2024.114040.
9. Gharib A. M., El-Shewy A. M., Hamouda S. S. A., Gad H. A., Abdelgaleil S. A. M. Insecticidal, biochemical and histological effects of monoterpenes against *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2024. Vol. 27, Iss. 2. Article number 102256. DOI: 10.1016/j.aspen.2024.102256.
10. Ajmal H., Ahmad S. A., Naeem A., Tabassum Sh., Nashwan A. J. Facultative para-tracheostomy myiasis with a housefly (*Musca domestica*): A case report // Otolaryngology Case Reports. 2024. Vol. 30. Article number 100565. DOI: 10.1016/j.xocr.2023.100565.
11. Ali H., Ferdousi L., Shaikh E. A., Begum M., Salma M., Hossain S., Juliana F. M., Farukia S. I., Ahmed S., Reza S. Exploring the impact of culture media on life history characteristics of the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) // Scientific African. 2024. Vol. 24. Article number e02133. DOI: 10.1016/j.sciaf.2024.e02133.
12. Ferdousi L., Sultana N., Bithi U. H., Lisa S. A., Momtaz N., Rashid M. M., Islam M. B. Nutritional composition of house fly larvae (*Musca domestica*) reared on different mixture ratio of cattle blood with organic wastes // International Journal of Biosciences. 2020. Vol. 17, Iss. 6. Pp. 518–527. DOI: 10.12692/ijb/17.6.518-527.
13. Li T., Yin Ya., Zhang K., Li Y., Kong X., Liu D., Luo Yu., Zhang R., Zhang Zh. Ecotoxicity effect of aspirin on the larvae of *Musca domestica* through retinol metabolism // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2024. Vol. 270. Article number 115845. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115845.
14. Khan H. A. A. Toxicity, repellent and oviposition deterrent effects of select essential oils against the house fly *Musca domestica* // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2021. Vol. 24, Iss. 1. Pp. 15–20. DOI: 10.1016/j.aspen.2020.10.002.
15. Rangel-Muñoz E. J., Cruz-Vázquez C., Medina-Esparza L., Vitela-Mendoza I., Valdivia-Flores A. G. Presence of the toxigenic fungi *Aspergillus* spp. and *Fusarium* spp. in *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) collected from dairy farms // Journal of Dairy Science. 2023. Vol. 106, Iss. 8. Pp. 5468–5473. DOI: 10.3168/jds.2022-23053.

#### Об авторах:

**Александр Дмитриевич Решетников**, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия; ORCID 0000-0002-9817-4329, AuthorID 420644. E-mail: [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru)

**Анастасия Ивановна Барашкова**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия; ORCID 0000-0002-1815-4951, AuthorID 682614. E-mail: [aibarashkova@mail.ru](mailto:aibarashkova@mail.ru)

#### References

1. Republic of Sakha (Yakutia) in numbers: Brief statistical collection. Yakutsk: Territorial authority of the Federal State Statistics Service for the Republic of Sakha (Yakutia), 2023. 172 p. (In Russ.)
2. Joint-Stock Company Agroholding “Tuymaada”: LLC “Khatassky Pig Complex” [Internet] [cited 2024 Jul 04]. Available from: <https://tuymaada-holding.ru/holding/activity/ooo-khatasskiy-svinokompleks?ysclid=ly79xjp bz3326243789>. (In Russ.)

3. Krivonos K. S., Eremina O. Yu., Olifer V. V. Mycoinsecticides for controlling the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Disinfection Affairs*. 2024; 2 (128): 28–36. DOI: 10.35411/2076-457X-2024-2-28-36 (In Russ.)
4. Eremina O. Yu. Insects – mechanical carriers of human diseases pathogens (review of literature). *Disinfection Affairs*. 2020; 1 (111): 37–54. DOI: 10.35411/2076-457X-2020-1-37-54. (In Russ.)
5. Ikramov D. The use of cyromazine-based drugs to combat flies in industrial pig breeding. *TSENOVIK. Agricultural Review*. 2024; 6: 65–66. (In Russ.)
6. Levchenko M. A., Silivanova E. A. Method for limiting number of flies in livestock and poultry premises: patent 2711383 Russian Federation. № 2019104794; Application 20.02.19; Date of publication 16.01.20. Bull. No. 2. 9 p. (In Russ.)
7. Safiullin R. T., Dement'eva V. A., Nurtdinova T. A. The efficiency of a combined program for systemic elimination of the population of flies. *Poultry Farming*. 2019; 4: 56–60. DOI: 10.33845/0033-3239-2019-68-4-56-60. (In Russ.)
8. Alkherb W. A. H., Farag S. M., Alotaibi A. M., Aloui Z., Alshammari N. A. H., El-Sayed A. A., Almutairi F. M., El-Shourbagy N. M. Synthesis and larvicidal efficacy of pyrazolopyrimidine derivatives conjugated with selenium nanoparticles against *Culex pipiens* L. and *Musca domestica* L. larvae. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2024; 241: 114040. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2024.114040.
9. Gharib A. M., El-Shewy A. M., Hamouda S. S. A., Gad H. A., Abdelgaleil S. A. M. Insecticidal, biochemical and histological effects of monoterpenes against *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2024; 27 (2): 102256. DOI: 10.1016/j.aspen.2024.102256.
10. Ajmal H., Ahmad S. A., Naeem A., Tabassum Sh., Nashwan A. J. Facultative para-tracheostomy myiasis with a housefly (*Musca domestica*): A case report. *Otolaryngology Case Reports*. 2024; 30: 100565. DOI: 10.1016/j.xocr.2023.100565.
11. Ali H., Ferdousi L., Shaikh E. A., Begum M., Salma M., Hossain S., Juliana F. M., Farukia S. I., Ahmed S., Reza S. Exploring the impact of culture media on life history characteristics of the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Scientific African*. 2024; 24: e02133. DOI: 10.1016/j.sciaf.2024.e02133.
12. Ferdousi L., Sultana N., Bithi U. H., Lisa S. A., Momtaz N., Rashid M. M., Islam M. B. Nutritional composition of house fly larvae (*Musca domestica*) reared on different mixture ratio of cattle blood with organic wastes. *International Journal of Biosciences*. 2020; 17 (6): 518–527. DOI: 10.12692/ijb/17.6.518-527.
13. Li T., Yin Ya., Zhang K., Li Y., Kong X., Liu D., Luo Yu., Zhang R., Zhang Zh. Ecotoxicity effect of aspirin on the larvae of *Musca domestica* through retinol metabolism. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2024; 270: 115845. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115845.
14. Khan H. A. A. Toxicity, repellent and oviposition deterrent effects of select essential oils against the house fly *Musca domestica*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2021; 24 (1): 15–20. DOI: 10.1016/j.aspen.2020.10.002.
15. Rangel-Muñoz E. J., Cruz-Vázquez C., Medina-Esparza L., Vitela-Mendoza I., Valdivia-Flores A. G. Presence of the toxigenic fungi *Aspergillus* spp. and *Fusarium* spp. in *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) collected from dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 2023; 106 (8): 5468–5473. DOI: 10.3168/jds.2022-23053.

#### Authors' information:

**Aleksandr D. Reshetnikov**, doctor of veterinary sciences, professor, chief researcher, head of laboratory, M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0002-9817-4329, AuthorID 420644. E-mail: [adreshetnikov@mail.ru](mailto:adreshetnikov@mail.ru)

**Anastasiya I. Barashkova**, doctor of biological sciences, chief researcher, M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Division of Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Yakutsk, Russia; ORCID 0000-0002-1815-4951, AuthorID 682614. E-mail: [aibarashkova@mail.ru](mailto:aibarashkova@mail.ru)



## Модель биоэнергетического параметрирования воспроизводящего поголовья овец при оценке шерстной продуктивности

Л. Д. Самусенко<sup>✉</sup>, А. В. Мамаев, С. Н. Химичева, А. О. Соловьева

Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: [ldsamusenko@mail.ru](mailto:ldsamusenko@mail.ru)

**Аннотация.** В свете современных тенденций развития АПК, направленного на производство и увеличение экологически чистой продукции овцеводства, селекционные методы нуждаются в совершенствовании подходов, основанных на использовании новых, более тонких биоинформационных методик. **Научная новизна** работы заключается в том, что впервые проведены комплексные исследования, позволяющие путем применения биоэнергетического параметрирования поверхностно локализованных биологически активных центров проводить оценку селекционных показателей продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. На основе вышеизложенного будет составлена информационная модель процесса оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. **Цель** исследований – выполнить биоэнергетическое параметрирование для создания цифровой модели оценки шерстного продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. **Методы.** Исследования проводились в ОС «Навесное» с 2016 по 2022 г. Объектом исследований являлись бараны и матки овец северокавказской породы. В опытах использовано 136 голов маток и 9 голов баранов-производителей в возрасте от 1,5 до 3,5 лет. Измерения уровней биоэлектрических потенциалов проводили прибором типа ЭЛАП в поверхностно локализованных биологически активных центрах (ПЛБАЦ) № 13, № 15, № 64, № 65, № 80 в течение трех смежных дней с расчетом средних значений. **Результаты.** Продуктивные показатели баранов-производителей и овцематок взаимосвязаны с уровнями биоэлектрических потенциалов их ПЛБАЦ; параметрирование уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ овец северокавказской породы позволяет оценивать селекционно-генетические параметры шерстной продуктивности воспроизводящего поголовья овец и формировать оптимальные варианты подбора родительских пар. Данные закономерности могут быть успешно использованы в селекционной работе с овцами северокавказской породы при оценке их селекционно наследуемых показателей продуктивности и при подборе родительских пар. Разработанная цифровая модель биоинформационной оценки показателей продуктивности овец позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать степень наследуемости продуктивных показателей и увеличивать рентабельность отрасли.

**Ключевые слова:** овцематки, бараны, шерстная продуктивность, биоэнергетическое параметрирование, поверхностно локализованные биологически активные центры

**Для цитирования:** Самусенко Л. Д., Мамаев А. В., Химичева С. Н., Соловьева А. О. Модель биоэнергетического параметрирования воспроизводящего поголовья овец при оценке шерстной продуктивности // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 83–93. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-83-93>.

**Дата поступления статьи:** 10.06.2024, **дата рецензирования:** 21.09.2024, **дата принятия:** 27.09.2024.

## A model of bioenergetic parameterization of a reproducing sheep population in assessing wool productivity

L. D. Samusenko✉, A. V. Mamaev, S. N. Khimicheva, A. O. Solovyeva  
Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia  
✉E-mail: ldsamusenko@mail.ru

**Abstract.** The purpose In the light of current agricultural development trends aimed at the production and increase of environmentally friendly sheep products, breeding methods need to improve approaches based on the use of new, more subtle bioinformatic techniques. **Scientific novelty** of the work lies in the fact that, for the first time, comprehensive studies have been conducted that make it possible, through the use of bioenergetic parameterization of superficially localized biologically active centers, to evaluate breeding indicators of the productive potential of reproducing sheep of different ages. Based on the above, an information model of the process of assessing the productive potential of reproducing sheep of different ages will be compiled. **The purpose** of the research perform bioenergetic parameterization to create a digital model for estimating the wool productive potential of reproducing sheep of different ages. **Methods.** The research was carried out at the Navesnoye laboratory from 2016 to 2022. The object of the research were sheep and queens of sheep of the North Caucasian breed. The experiments used 136 heads of queens and 9 heads of breeding sheep aged from 1.5 to 3.5 years. Bioelectric potential levels were measured using an ELAP-type device in superficially localized biologically active centers (SLBAC) № 13, № 15, № 64, № 65, № 80 for three consecutive days with the calculation of averages. **Results.** The productive indicators of breeding sheep and ewes are interrelated with the levels of bioelectric potentials of their sheep; parameterization of the levels of bioelectric potentials of sheep of the North Caucasian breed makes it possible to evaluate the breeding and genetic parameters of wool productivity of reproducing sheep and to form optimal options for the selection of parental pairs. These patterns can be successfully used in breeding work with sheep of the North Caucasian breed in the assessment of their breeding heritable productivity indicators and in the selection of parental pairs. The developed digital model of bioinformatic assessment of sheep productivity indicators makes it possible to predict the degree of heritability of productive indicators with a high degree of probability and increase the profitability of the industry.

**Keywords:** sheep, sheep, wool productivity, bioenergetic parameterization, superficially localized biologically active centers

**For citation:** Samusenko L. D., Mamaev A. V., Khimicheva S. N., Solovyeva A. O. A model of bioenergetic parameterization of a reproducing sheep population in assessing wool productivity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 83–93. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-83-93>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 10.06.2024, **date of review:** 21.09.2024, **date of acceptance:** 27.09.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Современный этап экономического и социального развития страны характеризуется существенным влиянием на него цифровизации. Сельское хозяйство в мире превращается из традиционной в высокотехнологичную отрасль, способную создавать новые рынки инновационных разработок с использованием современных цифровых технологий. Внедрение интеллектуальных цифровых решений будет способствовать развитию овцеводства, повышению производительности труда и снижению себестоимости продукции, что, в свою очередь, позволит государству, бизнесу и обществу развиваться эффективнее [1–3].

Многолетний практический опыт показывает, что конкурентоспособность овцеводства определяется продуктивностью разводимых пород овец, которые должны характеризоваться отличной шерстной продуктивностью, хорошо выраженными мясными качествами и высокой приспособленностью к условиям разведения [3–6]. Племенные овцы традиционно пользуются повышенным спросом, а отрасль способна конкурировать с другими отраслями животноводства. Интенсивное развитие современного овцеводства, несомненно, требует ускорения и оптимизации, а достоверное прогнозирование продуктивности потомства является важнейшим условием эффективного ведения отрасли

[3; 7–9]. В пределах породы, возраста овец уровень их продуктивности и качественные характеристики получаемого сырья находятся в зависимости от действия наследственных, индивидуальных и породных особенностей животных, обусловленных аддитивным действием генов, а также от условий кормления, содержания и эксплуатации. Комплекса факторов обеспечивает формирование определенного количества и качества продукции, что в целом отражается в том числе и на тонине шерсти [4; 10].

В селекции овец знание закономерностей изменчивости показателей позволяет производить систематический учет и прогнозирование продуктивности при планировании экономики производства. В свете современных тенденций развития АПК, направленного на производство и увеличение экологически чистой продукции овцеводства, селекционные методы нуждаются в совершенствовании подходов, основанных на использовании новых, более тонких биоинформационных методик. В этом отношении определенного внимания заслуживает изучение и использование компенсаторно-приспособительных реакций животного организма через особые образования на поверхности тела животного – поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ), которые являются элементами, участвующими в реализации реакций гомеостатирования организма. Рефлекторные элементы – это своеобразные сенсоры для обмена информацией между биологической системой и окружающей средой. Информация о состоянии биологической системы преобразуется в форму, удобную для передачи и направляется в форме электрических импульсов в управляющий элемент функциональной системы – центральную нервную систему. Это наиболее быстрый путь передачи информации в живых организмах [11; 12].

В результате анализа исследований, проведенных Л. Д. Самусенко и А. В. Мамаевым (2022, 2023), установлено, что продуктивность сельскохозяйственных животных можно прогнозировать по уровням биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ, а с помощью воздействия на центры можно корректировать функциональную деятельность тех или иных органов и систем органов [13–15]. Применение подходов, основанных на изучении функциональной активности ПЛБАЦ для оценки племенного поголовья овец, позволит рациональнее проводить отбор и подбор родительских пар, лучше организовывать селекционный процесс в стадах и получать высокоценный племенной молодняк для формирования высокопродуктивных стад животных.

Гипотезой исследований являлось положение о том, что уровни биоэнергетической активности ПЛБАЦ могут служить одним из элементов биоинформационной цифровой модели прогнозирования уровней продуктивности овец разного возраста.

Новизна работы заключается в том, что впервые проведены комплексные исследования, позволяющие путем применения биоэнергетического параметрирования ПЛБАЦ проводить оценку селекционных показателей продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста.

На основе вышеизложенного будет составлена информационная модель процесса оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста.

Цель исследований – провести биоэнергетическое параметрирование для создания цифровой модели оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Исследования проводились в ОС «Навесное» с 2016 по 2022 год. Объектом исследований являлись бараны и матки овец северокавказской породы. В опытах использовано 136 голов маток и 9 голов баранов-производителей в возрасте от 1,5 до 3,5 лет, из которых были сформированы по три опытные группы маток и баранов-производителей. Опытные группы формировали по принципу аналогов с учетом возраста и живой массы. За контроль были приняты опытные группы маток и баранов-производителей в возрасте 1,5 лет.

Опытные животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Полноценность кормления оценивали по фактическим рационам кормления и концентрации питательных веществ в сухом веществе, сравнивая их с рекомендуемыми нормами ВИЖ. Изучены показатели продуктивности: живая масса, кг; настриг шерсти, кг; тонина волокна, мкм; длина шерсти, см; извитость, шт. на 1 см. Живая масса определялась индивидуально с точностью до 0,5 кг, длина шерсти – индивидуально во время бонитировки с точностью до 0,5 см. Инструментальная оценка тонины шерсти проводилась индивидуально у основных баранов-производителей и маток. Нاستриг шерсти в оригинале учитывался индивидуально во время стрижки с точностью до 0,1 кг. Выход чистого волокна, выраженный в процентах, определялся после промывки образцов шерсти (шерсть отбиралась с боков, спины, ляжек) индивидуально у основных и ремонтных баранов; у каждой пятой матки и ярки – по ГОСТ 17514-93 «Шерсть натуральная. Методы определения тонины».

Ранее проведенными исследованиями А. В. Мамаева и Л. Д. Самусенко на теле овец идентифицированы 80 поверхностно локализованных биологически активных центров (патент РФ 2570325), имеющих строго определенную локализацию и особенности морфофункционального строения. Руководствуясь метамерно структурной организацией ПЛБАЦ и их связями с центральной и вегетативной

нервной системой, для исследований были выбраны ПЛБАЦ № 13, № 15, № 64, № 65, № 80. Места их локализации отличаются наличием большого количества нервных ветвей, исходящих из разных отделов спинного мозга, и их непосредственной связью через афферентные нервные окончания с головным мозгом.

Измерения уровней биоэлектрических потенциалов проводили прибором типа ЭЛАП в течение трех смежных дней, с расчетом средних значений. Места локализации ПЛБАЦ: № 13 – на дорсомедиальной линии тела в углублении между остистым отростком последнего поясничного, позвонка и первым крестцовым позвонком; № 15 – на дорсомедиальной линии тела между остистыми отростками последнего крестцового и первого хвостового

позвонков; № 64 – билатерально, каудально 13-го ребра на 1 ширину ладони и 2 поперечника пальца и дорсально БАЦ 63 (локализация БАЦ 63 – билатерально, каудально 13-го ребра на 3 поперечника пальца на уровне верхнего края плечевого сустава) на два поперечника пальцев; № 65 – билатерально на один поперечник пальца каудально БАЦ 64 и на один поперечник пальца дорсально БАЦ 64; № 80 – билатерально, на 2–4 поперечника пальцев ниже медиального края коленной чашечки и 1–2 поперечника пальцев с латеральной стороны большеберцовой кости каудально. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики с вычислением критерия достоверности по Стьюденту с использованием ПК и компьютерных программ Microsoft Office Excel 2010, SPSS18.

Таблица 1  
Продуктивные показатели и уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ баранов-производителей разного возраста

Показатель	Группа опыта; возраст баранов-производителей, лет		
	1 (к); 1,5	2; 2,5	3; 3,5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Количество, голов	3	3	3
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ, мкА	43,9 ± 0,56	49,6 ± 0,45***	48,7 ± 0,50**
$C_{\text{в}}$ , %	4,02	2,67	1,83
Живая масса, кг	81,8 ± 0,68	90,0 ± 1,17**	96,9 ± 1,9***
$C_{\text{в}}$ , %	1,42	2,22	3,43
Настриг невымытой шерсти, кг	8,8 ± 0,68	11,1 ± 0,15*	12,5 ± 0,29*
$C_{\text{в}}$ , %	13,20	2,20	4,00
Естественная длина шерсти, см	13,5 ± 1,17	12,3 ± 1,56	12,3 ± 2,7
$C_{\text{в}}$ , %	15,38	21,62	5,26
Тонина шерсти, мкм	33,0 ± 1,17	31,0 ± 1,17	32,3 ± 1,56
$C_{\text{в}}$ , %	6,06	2,10	8,24
Извитость, шт/см	13,0 ± 1,17	12,3 ± 1,56	12,6 ± 0,39
$C_{\text{в}}$ , %	20,00	20,0	18,18

Примечание. Разница статистически достоверна по сравнению с контролем: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

Table 1  
Productive indicators and levels of bioelectric potentials of SLBAC of sheep producers of different ages

Indicator	Group of experience, age of sheep producers, year		
	1 (c); 1,5	2; 2,5	3; 3,5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Number, heads	3	3	3
Level of bioelectric potential SLBAC, mV	43.9 ± 0.56	49.6 ± 0.45***	48.7 ± 0.50**
$C_{\text{в}}$ , %	4.02	2.67	1.83
Live weight, kg	81.8 ± 0.68	90.0 ± 1.17**	96.9 ± 1.9***
$C_{\text{в}}$ , %	1.42	2.22	3.43
Shearing of unwashed wool, kg	8.8 ± 0.68	11.1 ± 0.15*	12.5 ± 0.29*
$C_{\text{в}}$ , %	13.20	2.20	4.00
Natural wool length, cm	13.5 ± 1.17	12.3 ± 1.56	12.3 ± 2.7
$C_{\text{в}}$ , %	15.38	21.62	5.26
Wool tone, microns	33.0 ± 1.17	31.0 ± 1.17	32.3 ± 1.56
$C_{\text{в}}$ , %	6.06	2.10	8.24
Tortuosity, pcs/cm	13.0 ± 1.17	12.3 ± 1.56	12.6 ± 0.39
$C_{\text{в}}$ , %	20.00	20.00	18.18

Note. The difference is statistically significant compared to the control: \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .



## Продуктивные показатели и уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ маток разного возраста

Показатель	Группа опыта, возраст маток, лет		
	1 (к); 1,5	2; 2,5	3;3,5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Количество, голов	48	45	43
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ, мкА	35,5 ± 0,34	38,8 ± 0,36***	41,2 ± 0,70***
$C_{\lambda}$ , %	6,79	6,26	11,04
Живая масса, кг	41,0 ± 0,34	44,0 ± 0,42**	49,2 ± 0,45***
$C_{\lambda}$ , %	5,84	5,8	6,1
Настриг невытой шерсти, кг	3,12 ± 0,1	4,09 ± 0,1**	4,47 ± 0,10***
$C_{\lambda}$ , %	14,15	12,83	15,44
Естественная длина шерсти, см	9,5 ± 0,31	11,1 ± 0,22*	12,1 ± 0,22*
$C_{\lambda}$ , %	23,17	13,3	12,11
Тонина шерсти, мкм	30,5 ± 0,28	30,8 ± 0,31	31,5 ± 0,52
$C_{\lambda}$ , %	6,3	6,7	10,86
Извитость, шт/см	11,91 ± 0,21	13,84 ± 0,23	14,9 ± 0,23
$C_{\lambda}$ , %	12,68	11,31	10,27

Примечание. Разница статистически достоверна по сравнению с контролем: \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ .

Table 2

## Productive indicators and levels of bioelectric potentials of swimmers of queens of different ages

Indicator	Group of experience, age of queens, year		
	1 (c); 1.5	2; 2.5	3; 3.5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Number, heads	48	45	43
Level of bioelectric potential SLBAC, mV	35.5 ± 0.34	38.8 ± 0.36***	41.2 ± 0.70***
$C_{\lambda}$ , %	6.79	6.26	11.04
Live weight, kg	41.0 ± 0.34	44.0 ± 0.42**	49.2 ± 0.45***
$C_{\lambda}$ , %	5.84	5.8	6.1
Shearing of unwashed wool, kg	3.12 ± 0.1	4.09 ± 0.1**	4.47 ± 0.10***
$C_{\lambda}$ , %	14.15	12.83	15.44
Natural wool length, cm	9.5 ± 0.31	11.1 ± 0.22*	12.1 ± 0.22*
$C_{\lambda}$ , %	23.17	13.3	12.11
Wool tone, microns	30.5 ± 0.28	30.8 ± 0.31	31.5 ± 0.52
$C_{\lambda}$ , %	6.3	6.7	10.86
Tortuosity, pcs/cm	11.91 ± 0.21	13.84 ± 0.23***	14.9 ± 0.23***
$C_{\lambda}$ , %	12.68	11.31	10.27

Note. The difference is statistically significant compared to the control: \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ .

## Результаты (Results)

В связи с изменяющимися требованиями к продуктивным качествам овец увеличивается число селекционируемых признаков. Ведение селекции по всем показателям малоэффективно, отсюда возникает необходимость расширения знаний о характере связей между признаками, которые позволят вести одновременную селекцию по нескольким наиболее важным показателям продуктивности животных.

В хозяйстве применяется естественное осеменение овцематок чистопородными баранами-производителями северокавказской породы. Животные обладают высокой скороспелостью и представляют весьма большую племенную ценность. Для создания и внедрения в практику цифровой модели

оценки продуктивного потенциала овец проведены опыты по биоэнергетическому параметрированию ПЛБАЦ животных. Уровни биоэлектрических потенциалов, измеренные в ПЛБАЦ, и продуктивные показатели опытных баранов-производителей и овцематок представлены в таблицах 1, 2.

Бараны-производители имели значения уровней биоэлектрических потенциалов и показатели продуктивности, соответствующие их возрастным особенностям. Контрольные молодые бараны-производители в возрасте 1,5 лет отличались низкими, средними уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ (43,9 мкА) и достоверно уступали по уровням биоэлектрических потенциалов животным в возрасте 2,5 и 3,5 лет в среднем на 5,7 мкА и

4,8 мкА соответственно ( $p < 0,05$ ). По живой массе и настиргу невымытой шерсти также установлена достоверная разница относительно контроля на 8,2 кг и 15,1 кг, 2,3 кг и 3,7 кг соответственно ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ). Естественная длина шерсти у молодых баранов с меньшими уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ была выше, чем у возрастных баранов, в среднем на 1,1 см при недостоверных различиях. Установлено, что при снижении средних значений уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ диаметр шерстного волокна в косице увеличивается. Так, при средних уровнях биоэлектрических потенциалов 43,9 мкА диаметр волокна составлял 33,0 мкм, а при 49,6 мкА – 31,0 мкм. Извитость волокна зависит от показателя тонины и в среднем во всех трех опытных группах составила 12,6 шт/см при недостоверных различиях. Расчеты коэффициентов изменчивости ( $C_v$ , %) количественных признаков руна показали значения от 1 % до 13 %, качественных показателей – от 5 % до 21 %. Таким образом, установлено, что уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ баранов-производителей отражают их продуктивные показатели в соответствии с возрастом.

При изучении продуктивных показателей и уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ овцематок были выявлены аналогичные закономерности (таблица 2). Так, показатели уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ маток в возрасте 2,5 и 3,5 лет превышали показатели контрольной группы молодых животных на 3,32 мкА и 5,73 мкА при достоверной разнице ( $p < 0,001$ ). По живой массе различия в опытных группах овцематок второй и третьей опытных групп также были достоверными по сравнению с контролем на 3,0 кг и 8,2 кг соответственно ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,001$ ).

По настиргу невымытой шерсти прослеживалась аналогичная закономерность. Достоверные различия между матками контрольной группы и матками второй и третьей группы составили 0,97 кг и 1,35 кг соответственно при  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ . У животных второй и третьей опытных групп были достоверно выше по сравнению с контролем ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,001$ ) естественная длина шерсти на 1,6 см и 2,6 см, извитость на 1,93 и 2,99 шт/см, соответственно. По тонине шерсть соответствовала породе, находилась в требуемых по инструкции бонитировки пределах, но не отличалась достоверными отличиями по группам опыта.

Коэффициент изменчивости ( $C_v$ , %) количественных признаков руна не превышал 15%, в то время как изменчивость ( $C_v$ , %) качественных показателей варьировала в более широких пределах – от 6 % до 23 %, что указывает на большую их подверженность влиянию паратипических и средовых факторов, чем генетических.

Знания корреляционных зависимостей признаков продуктивности совместно с измеренными биоэнергетическими характеристиками организма животных является необходимой предпосылкой для научного обоснования создаваемой цифровой модели оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. При наличии генотипической корреляции признаков отбор по одному из признаков, обусловленный плеiotропным действием, затрагивает и другой, связанный с действием данного гена, что обуславливает при их сегрегации одновременное изменение особенностей фенотипа, которые соответственно не детерминируют. Сущность и характер проявления количественных признаков обусловлены комплексной комбинацией большого числа генов, поэтому поиск показателей, позволяющих вести косвенный отбор представляет как теоретический, так и практический интерес для селекции [10; 16].

Наиболее достоверным биостатистическим методом, позволяющим установить наличие взаимосвязи между количественными и качественными показателями шерстной продуктивности, служит расчет коэффициентов корреляции уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ и традиционных продуктивных характеристик ( $r$ ) (таблица 3).

Анализ данных таблицы 3 показывает положительно тесную связь зависимых переменных – уровней биоэлектрических потенциалов и возраста у баранов-производителей + 0,678, у маток + 0,992. После проведения дальнейшего коррелятивного анализа зависимости уровней биоэлектрических потенциалов с показателями продуктивности была установлена разнонаправленная с разной степенью проявления связь. Так, положительная с разной силой проявления коррелятивная связь между переменными «живая масса» и «уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ» у баранов-производителей составили +0,767...+0,951, уровнями биоэлектрических потенциалов и настиргом шерсти +0,409...+0,973. У маток коррелятивная связь аналогичных показателей имела также прямолинейную направленность с умеренной силой проявления. Коррелятивная связь переменных уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ и тонины шерсти у баранов-производителей имела положительную связь с силой проявления +0,327...+0,921, а у маток, напротив, обратную, умеренной степени связь –0,711...+0,133. По связи переменных уровней биоэлектрических потенциалов и длины шерсти у баранов наблюдалась положительная тесная связь +0,703...+1, у маток – положительная с умеренной силой связи +0,370...+0,480. Зависимость уровней биоэлектрических потенциалов и извитости шерсти в группах была прямой у баранов-производителей с тесной силой связи +0,654...+0,866, у маток – умеренной (+0,219...+0,505).

Таблица 3

## Корреляция селекционных показателей овец с уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ

Коэффициент корреляции (r)	Производитель ♂	Матка ♀
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – возраст	+0,678	+0,992
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – живая масса	+0,767...+0,951	+0,418...+0,488
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – настриг шерсти	+0,409...+0,973	+ 0,214...+0,421
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – тонина шерсти	+0,327...+0,921	-0,715...+0,133
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – длина шерсти	-0,703...+1	+0,370...+0,480
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – извитость шерсти	+0,654...+0,866	+0,219...+0,505

Table 3

## Correlation of sheep breeding indicators with the levels of bioelectric potentials of the SLBAC

Correlation coefficient (r)	Manufacturer ♂	Uterus ♀
Bioelectric potential levels SLBAC – age	+0.678	+0.992
Bioelectric potential levels SLBAC – live weight	+0.767...+0.951	+0.418...+0.488
Bioelectric potential levels SLBAC – shearing of wool	+0.409...+0.973	+ 0.214...+0.421
Bioelectric potential levels SLBAC – the fineness of wool	+0.327...+0.921	-0.715...+0.133
Bioelectric potential levels SLBAC – the length of the coat	-0.703...+1	+0.370...+0.480
Bioelectric potential levels SLBAC – the tortuosity of the coat	+0.654...+0.866	+0.219...+0.505

Таким образом, следует отметить, что использование установленных связей между уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ и количественными и качественными признаками шерсти в практике селекции может служить в качестве дополнительного, более тонкого критерия прогнозирования. Реализация разработанного способа в производственных условиях не требует особых условий, методика проста и надежна, позволяет оценивать и прогнозировать потенциальную продуктивность воспроизводящего поголовья овец и прогнозировать продуктивность будущего потомства в количественно сравнимых единицах.

На основе вышеизложенного составлена цифровая модель оценки продуктивного потенциала овец разного возраста (рис. 1).

Предлагаемая цифровая модель биоэнергетического параметрирования уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ позволит:

- проводить быструю и объективную оценку продуктивности овец;
- прогнозировать индивидуальные показатели живой массы и настрига и качества шерсти;
- прогнозировать подбор родительских пар для получения высокопродуктивного потомства.

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Шерстное сырье представляет на отечественном рынке наибольшую ценность. Повышение рентабельности шерстного овцеводства невозможно без применения современных научных разработок и методов исследования сырья. Обновление данных о селекционно-генетических параметрах животных с учетом современных изменений потенциала животных, селекционного процесса и генофондного развития пород позволит селекционерам хозяйства эффективнее управлять ими в процессе отбора и

подбора. Новые, физиологически обоснованные сведения могут служить основой для планирования селекционной работы и прогнозирования уровня продуктивности потомков. Селекция овец на улучшение показателей продуктивности требует в первую очередь учитывать фенотипическое разнообразие признаков продуктивности и особенно с их оценкой у воспроизводящего поголовья овец. При отсутствии генетического разнообразия применение методов селекции является неэффективным и приводит к снижению желаемого результата или эффекта селекции. Фенотипическое разнообразие складывается из суммы двух главных слагаемых: первое – наследственные различия между особями, второе – влияние внешних или средовых факторов. Наследуемость прежде всего определяет степень изменчивости признака и разнообразия его проявления. Некоторые авторы предлагают по показателям наследуемости судить о влиянии генетических факторов и условий среды на формирование признака. Степень проявления любого селекционного признака связана с напряженностью работы функциональных систем организма [10; 15; 17–20]. Как утверждает ряд исследователей (А. В. Мамаев, К. А. Лещуков, К. В. Коновалов), формирование определенного вида продуктивности связано с течением биоэнергетических процессов, происходящих в организме, что закономерно отражается на уровнях биоэлектрических потенциалов поверхностно локализованных биологически активных центров. Используя данные биоэнергетические параметры, авторы предлагают проводить коррекцию функционального состояния организма, оценивать продуктивные показатели животных и качественные показатели сырья [11; 13; 14; 21].

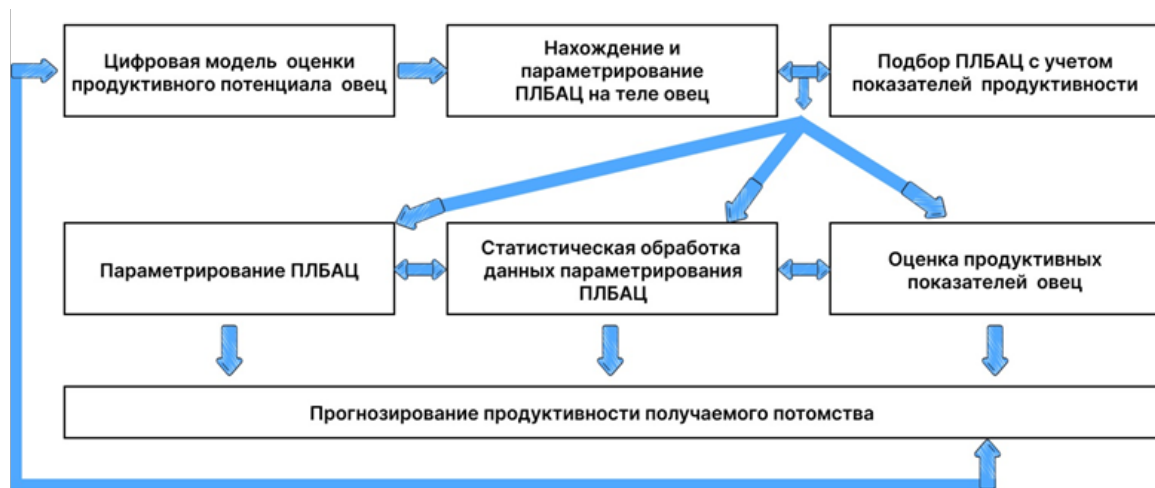


Рис. 1. Алгоритм цифровой модели биоэнергетической оценки овец

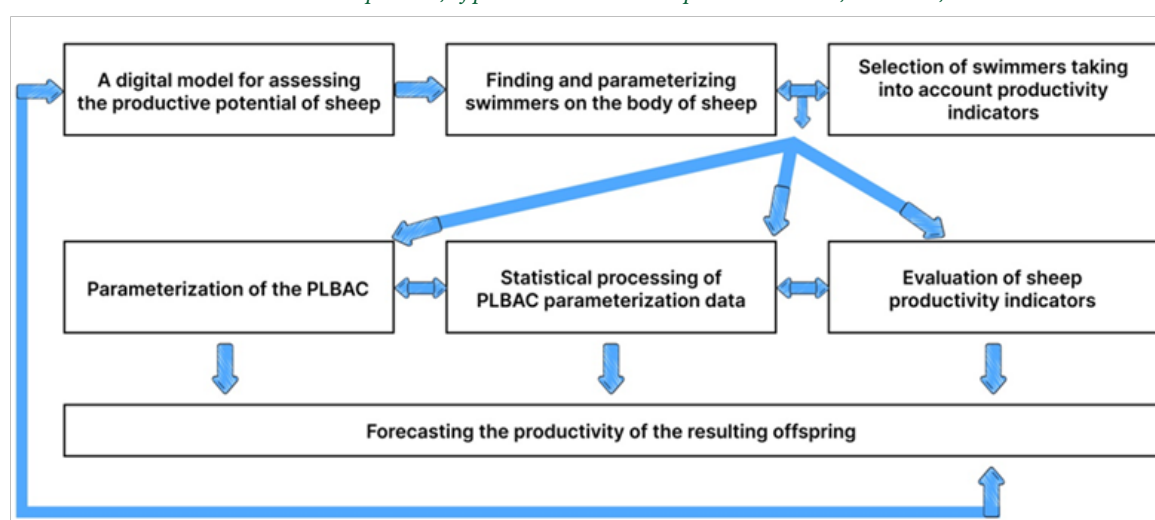


Fig. 1. Algorithm of a digital model of bioenergetic assessment of productivity of a reproducing flock of sheep

Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) продуктивные показатели баранов-производителей и овцематок взаимосвязаны с средними уровнями биоэлектрических потенциалов их ПЛБАЦ;

2) параметрирование уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ овец северокавказской породы позволяет оценивать селекционно-генетические параметры шерстной продуктивности воспроизводящего поголовья овец и прогнозировать оптимальные варианты подбора воспроизводящего поголовья;

3) бараны-производители и овцематки в возрасте 2,5–3,5 года обладают средними уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ на 11,95 %

выше относительно 1,5-летних животных ( $p <$  овцематки с повышенными на 12,67 % средними уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ отличались большими настригом шерсти – на 37,17 %, ее тониной – на 2,1 %, длиной – на 22,10 %.

Установленные закономерности могут быть успешно использованы в селекционной работе с овцами северокавказской породы при оценке их селекционно наследуемых показателей продуктивности и при подборе родительских пар. Разработанная цифровая модель биоинформационной оценки показателей продуктивности овец позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать степень наследуемости продуктивных показателей и увеличивать рентабельность отрасли.

#### Библиографический список

1. Абонеев В. В., Вомлацкий В. И., Осепчук Д. В., Абонеева Е. В. О некоторых проблемах управления развитием овцеводства в Российской Федерации // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы XII международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2022. С. 255–259.



2. Трухачев В. И., Ерохин А. И., Юлдашбаев Ю. А., Ерохин С. А. Вектор развития овцеводства в мире и России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 4. С. 3–9. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-4-3-9.
3. Трухачев В. И., Юлдашбаев Ю. А., Свиначев И. Ю. [и др.] Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ: монография. Москва: ООО «Мегаполис». 2022. 337 с.
4. Абонеев В. В., Чамурлиев Н. Г., Колосов Ю. А., Марченко В. В., Абонеев Д. В., Ларионов Р. П. Шерстная продуктивность молодняка овец разного происхождения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3 (51). С. 230–236.
5. Ерохин А. И., Магоматов Т. А., Ерохин С. А., Сычева И. Н., Пахомова Е. В. Эффективность промышленного скрещивания основных пород овец России с производителями разного направления продуктивности // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 2. С. 7–10.
6. Trukhachev V. I., Oleinik S. A., Chernobai E. N., Antonenko T. I., Konoplev V. I. Selected methods of formation desirable phenotype of different sheep breeds // Agriculture for the next 100 years: proceedings of the 26th NJF Congress. 2018. Pp. 125–129. DOI: 10.15544/njfcongress.2018.18.
7. Aboneev V. V., Aboneev D. V., Tarchokov T. T., Sukhanova S. F., Aboneev E. V., Marchenko V. V. Improving the competitiveness of fine-wool sheep using local and world stud rams // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. Article number 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012045.
8. Chernobai E. N., Agarkova N. A., Voblikova T. V., Efimova N. I. Sheep productivity in relation to coarse fiber in new-born lambs of different genotypes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management”. 2020. Article number 012022. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012022.
9. Колосов Ю. А., Абонеев В. В., Гаглоев А. Ч., Курус Р. И., Засемчук И. В Шерстная продуктивность овец породы маньчжурский меринос при разных вариантах подбора // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (71). С. 140–144.
10. Чернобай Е. Н., Антоненко Т. И., Агаркова Н. А. Селекционно-генетические методы создания новых пород сельскохозяйственных животных: учебное пособие. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2020. 257 с.
11. Мамаев А. В., Лещуков К. А. Биологическая оценка продуктивного потенциала животных: монография. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2014. 337с.
12. Казеев Г. В., Казеева А. В. Биоэнергетика животных (функциональная энергоинформационная система): учебное пособие. Москва: ФГБОУ ВПО РГАУ, 2013. 76 с.
13. Самусенко Л. Д., Мамаев А. В., Биоэнергетический метод оценки качества шерстной продуктивности овец // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 174–178. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-174-178.
14. Samusenko L. D., Mamaev A. V. Application of environmentally safe bioelectrical parameterization for the assessment of potential multiple pregnancy of sheep and offspring growing capacity // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Science and Technology Conference “Earth Science” (ISTC Earth Science 2022). Chapter 1. Article number 022019 DOI: 10.1088/1755-1315/988/2/022019.
15. Samusenko L. D., Mamaev A. V., Rodina N. D., Sergeeva E. Yu. Practical use of bioenergetic evaluation of sire-bulls with different quality of semen production // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 32. Article number 04003. DOI:10.1051/bioconf/20213204003.
16. Дунин И. М., Павлов М. Б., Белик Н. И., Сердюков И. Г., Павлов А. М. Возрастные изменения тонины шерсти // Зоотехния. 2021. № 2. С. 36–38. DOI: 10.25708/ZT.2021.85.22.011.
17. Чернобай Е. Н., Резун Н. А., Онищенко О. Н., Исмаилов И. С. Современное состояние и методы повышения продуктивности овец // Геномика и биотехнологии в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам пленарного заседания 88-й научно-практической конференции ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». Ставрополь, 2023. С. 48–52.
18. Колосов Ю. А., Абонеев В. В., Куликова А. Я., Колосова Н. Н., Абонеева Е. В. Интенсивности отбора и его взаимосвязь с селекционным дифференциалом и продуктивностью овец // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 1 (43). С. 70–77. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-70-77.
19. Владимиров Н. И., Косарев А. П., Владимирова Н. Ю. Возрастной подбор родительских пар и продуктивность потомства в овцеводстве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (125). С. 85–89.
20. Юлдашбаев Ю. А., Косилов В. И., Никонова Е. А., Миронова И. В., Галиева З. А., Газеев И. Р. Влияние генотипа баранчиков на химический состав длиннейшей мышцы спины // Вестник Ошского государ-

ственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния. 2023. № 3. С. 35–42. DOI: 10.52754/16948696\_2023\_3\_4.

21. Коновалов К. В., Мамаев А. В. Разработка способа прижизненной оценки уровня контаминации продуктов убоя овец в зоне с повышенной антропогенной нагрузкой // Вестник аграрной науки. 2022. № 2 (95). С. 56–64. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.2.56.

#### Об авторах:

**Людмила Дмитриевна Самусенко**, кандидат биологических наук, доцент кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных имени профессора А. М. Гуськова, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 0000-0001-6243-3088, AuthorID 573057. E-mail: ldsamusenko@mail.ru

**Андрей Валентинович Мамаев**, доктор биологических наук, профессор кафедры продукты питания животного происхождения, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 000-0003-4864-086X, AuthorID 86007. E-mail: shatone@mail.ru

**Светлана Николаевна Химичева**, кандидат биологических наук, доцент кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных имени профессора А. М. Гуськова, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 0000-00018478-1024, AuthorID 644304. E-mail: himichevasvetlana@yandex.ru

**Анна Олеговна Соловьева**, кандидат технических наук, доцент кафедры продукты питания животного происхождения, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 0009-0008-8636-1283, AuthorID 718453. E-mail: Annasolo57@yandex.ru

#### References

1. Aboneev V. V., Vomlatskiy V. I. On some problems of sheep breeding development management in the Russian Federation. *Science, Education and Innovations for Agriculture: State, Problems and Prospects: materials of the XII international scientific and practical online conference*. Maykop, 2022. Pp. 255–259. (In Russ.)

2. Trukhachev V. I., Erokhin A. I., Yuldashbayev Yu. A., Erokhin S. A. Vector of sheep breeding development in the world and Russia. *Sheep, Goats, Wool Business*. 2023; 4: 3–9. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-4-3-9.

3. Trukhachev V. I., Yuldashbaev Yu. A., Svinarev I. Yu., et al. *The current state and prospects for the development of animal husbandry in Russia and the CIS countries: a monograph*. Moscow: Megapolis LLC. 2022. 337 p. (In Russ.)

4. Aboneev V. V., Chamurliiev N. G., Kolosov Yu. A., Marchenko V. V., Aboneev D. V., Larionov R. P. The wool productivity of young sheep of different origin. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education*. 2018; 3 (51): 230–236. (In Russ.)

5. Erokhin A. I., Magomadov T. A. Efficiency of industrial crossing of the main breeds of sheep in Russia with rams of different directions of productivity. *Sheep, Goats, Wool Business*. 2023; 2: 7–10. (In Russ.)

6. Trukhachev V. I., Oleinik S. A., Chernobai E. N., Antonenko T. I., Konoplev V. I. Selected methods of formation desirable phenotype of different sheep breeds. *Agriculture for the next 100 years: proceedings of the 26th NJF Congress*. 2018: 125–129. DOI: 10.15544/njfcongress.2018.18.

7. Aboneev V. V., Aboneev D. V., Tarchokov T. T., Sukhanova S. F., Aboneev E. V., Marchenko V. V. Improving the competitiveness of fine-wool sheep using local and world stud rams. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019*. 2019: 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012045.

8. Chernobai E.N., Agarkova N.A. Voblikova T.V., Efimova N.I. Sheep productivity in relation to coarse fiber in new-born lambs of different genotypes: в сборнике *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management*. 2020: 012022. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012022.

9. Kolosov Yu. A., Aboneev V. V. Wool productivity of sheep of the Manych merino breed with different selection options. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. 2022; 4 (71): 140–144. (In Russ.)

10. Chernobay E. N., Antonenko T. I., Agarkova N. A. *Breeding and genetic methods of Creating new breeds of farm animals: a textbook*. Stavropol: Stavropol State Agrarian University, 2020. 257 p. (In Russ.)

11. Mamaev A. V., Leshchukov K. A. *Biological assessment of the productive potential of animals: a monograph*. Orel: Orel SAU, 2014. 337 p. (In Russ.)

12. Kazeev G. V., Kazeeva A. V. *Animal bioenergetics (functional energy information system: a study guide*. Moscow: Russian State Agrarian Correspondence University, 2013. 76 p. (In Russ.)

13. Samusenko L. D., Mamaev A. V. Bioenergetic method for assessing the quality of wool productivity of sheep. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2023; 3 (63): 174–178. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-174-178.
14. Samusenko L. D., Mamaev A. V. Application of environmentally safe bioelectrical parameterization for the assessment of potential multiple pregnancy of sheep and offspring growing capacity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Science and Technology Conference “Earth Science” (ISTC Earth Science 2022). Chapter 1*. 2022; 1: 022019.
15. Samusenko L. D., Mamaev A. V., Rodina N. D., Sergeeva E. Yu. Practical use of bioenergetic evaluation of sire-bulls with different quality of semen production. *BIO Web of Conferences*. 2021; 32: 04003. DOI: 10.1051/bioconf/20213204003.
16. Dunin I. M., Pavlov M. B. Age-related changes in wool fineness. *Zootechniya*. 2021; 2: 36–38 DOI: 10.25708/ZT.2021.85.22.011. (In Russ.)
17. Chernobay E. N., Rezun N. A. The current state and methods of increasing sheep productivity. In the collection: *Genomics and Biotechnology in Agriculture: collection of scientific articles based on the materials of the plenary session of the 88th scientific and practical conference of the Stavropol State Agrarian University “Agrarian Science – to the North Caucasus Federal District”*. Stavropol, 2023. Pp. 48–52. (In Russ.)
18. Kolosov Yu. A., Aboneev V. V. The intensity of selection and its relationship with the breeding differential and productivity in a herd of merino sheep. *Proceedings of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov*. 2024; 1 (43): 70–77 DOI: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-70-77. (In Russ.)
19. Vladimirov N. I., Kosarev A. P., Vladimirova N. Yu. Age selection of parents and progeny performance in sheep breeding. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2015; № 3 (125): 85–89. (In Russ.)
20. Yuldashbaev Yu. A., Kosilov V. I. The effect of the sheep genotype on the chemical composition of the longest back muscle. *Bulletin of Osh State University. Agriculture: agronomy, veterinary medicine and animal husbandry*. 2023; 3: 35–42. DOI: 10.52754/16948696\_2023\_3\_4. (In Russ.)
21. Konovalov K. V. The development of a method for lifetime assessment of the level of contamination of sheep slaughter products in the zone with the increased anthropogenic load. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022; 2 (95): 56–64. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.2.56. (In Russ.)

#### **Authors' information:**

**Lyudmila D. Samusenko**, candidate of biological sciences, associate professor of the department of private animal husbandry and breeding of farm animals named after professor A. M. Guskov, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 0000-0001-6243-3088, AuthorID 573057.

*E-mail: ldsamusenko@mail.ru*

**Andrey V. Mamaev**, doctor of biological sciences, full professor, professor of the department of food of animal origin, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 000-0003-4864-086X, AuthorID 86007. *E-mail: shatone@mail.ru*

**Svetlana N. Khimicheva**, candidate of biological sciences, associate professor, of the department of private animal husbandry and breeding of farm animals named after professor A. M. Guskov, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 0000-00018478-1024, AuthorID 644304.

*E-mail: himichevasvetlana@yandex.ru*

**Anna O. Solovyeva**, candidate of technical sciences, professor of the department of food of animal origin, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 0009-0008-8636-1283, AuthorID 718453. *E-mail: Annasolo57@yandex.ru*

## Эффективность размещения производства маслосемян подсолнечника в Алтайском крае

С. П. Воробьев<sup>1✉</sup>, В. В. Воробьева<sup>1</sup>, А. С. Савченко<sup>2</sup>, Т. И. Валецкая<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

<sup>2</sup> Алтайский филиал РАНХиГС, Барнаул, Россия

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

**Аннотация.** Цель исследования – выявить основные тенденции производства маслосемян подсолнечника на мировом уровне в основных регионах выращивания подсолнечника в России, в том числе в Алтайском крае, оценить эффективность размещения посевов подсолнечника по природно-климатическим зонам Алтайского края и влияние структурных сдвигов на рентабельность подсолнечника в регионе. **Методы.** Применялись экономико-статистический метод и метод детерминированного факторного анализа. **Результаты.** Россия – лидер среди стран мира по валовому сбору маслосемян подсолнечника, но его выращивание в России осуществляется не повсеместно, а характеризуется высокой концентрацией в 7 регионах. За 1990–2023 гг. валовой сбор маслосемян подсолнечника увеличился в 5 раз, но основной рост обеспечивают федеральные округа с меньшей его урожайностью (Приволжский, Сибирский). В Алтайском крае возделывание рентабельного подсолнечника производится во всех природно-климатических зонах при значительной его концентрации в более засушливых степных и лесостепных территориях региона, но вариация рентабельности существенна: от 26,6 % до 153,9 %. Выявлена прямая высокая зависимость рентабельности производства и урожайности подсолнечника, по остальным факторам (затраты на 1 га посева, удельная трудоемкость продукции) теснота и направление связи по годам меняются, что связано с изменением ценовой конъюнктуры на рынке маслосемян и рынке производственных ресурсов. В разрезе природно-климатических зон региона влияние структурных сдвигов на рентабельность незначительно. **Научная новизна.** Выявлены специфические особенности развития выращивания подсолнечника в России, связанные с высокой региональной концентрацией; высокой зависимостью рентабельности производства от территорий размещения посевов, конкуренцией производителей с различными размерами производства, а также с тем, что в настоящее время рынок маслосемян подсолнечника характеризуется как рынок покупателя.

**Ключевые слова:** масличные культуры, мировые аграрные рынки, концентрация производства, Алтайский край, индексный анализ, гидротермический коэффициент увлажнения, пространственное внутрирегиональное размещение посевов, рентабельность производства, экспорт

**Для цитирования:** Воробьев С. П., Воробьева В. В., Савченко А. С., Валецкая Т. И. Эффективность размещения производства маслосемян подсолнечника в Алтайском крае // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 94–105. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-94-105>.

**Благодарности.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (номер проекта 24-28-20309) «Мониторинг эффективности воспроизводственных процессов регионального сельского хозяйства в условиях трансформации его территориально-отраслевой структуры, холдингизации аграрного производства, государственного регулирования продовольственных рынков и экспортной деятельности субъектов АПК».

**Дата поступления статьи:** 15.07.2024, **дата рецензирования:** 08.10.2024, **дата принятия:** 28.10.2024.



# The efficiency of the placement of sunflower oil seed production in the Altai Territory

S. P. Vorobyev<sup>✉</sup>, V. V. Vorobyeva<sup>1</sup>, A. S. Savchenko<sup>2</sup>, T. I. Valetskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Altai State University, Barnaul, Russia

<sup>2</sup> Altai branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration, Barnaul, Russia

✉ E-mail: servsp@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to identify the main trends in the production of sunflower oil seeds at the global level, in the main regions of sunflower cultivation in Russia, including in the Altai Territory, to assess the effectiveness of the placement of sunflower crops in the natural and climatic zones of the Altai Territory and the impact of structural shifts on the profitability of sunflower in the region. **Methods.** The economic and statistical research method and the method of deterministic factor analysis were used. **Results.** Russia is the leader among the countries of the world in the gross harvest of sunflower oil seeds, but sunflower cultivation in Russia is not carried out everywhere, but is characterized by a high concentration in 7 regions. In 1990–2023, the gross harvest of sunflower oil seeds increased 5.0 times, but the main growth is provided by federal districts with lower yields. In the Altai Territory, the cultivation of profitable sunflower is carried out in all natural and climatic zones with a significant concentration in the more arid steppe and forest-steppe territories of the region, but the variation in profitability is significant – from 26.6 % to 153.9 %. A direct high dependence of the profitability of production and sunflower yield has been revealed, for other factors (costs per 1 hectare of sowing, specific labor intensity of products), the tightness and direction of communication varies over the years, which is due to changes in the price situation in the oilseed market and the market of production resources. In the context of the natural and climatic zones of the region, the impact of structural shifts on profitability is insignificant. **The scientific novelty:** the specific features of the development of sunflower cultivation in Russia have been identified, associated with high regional concentration; high dependence of profitability of production on the territories of sowing, competition of producers with different production sizes, as well as the fact that the sunflower oil seed market is currently characterized as a “buyer’s market”.

**Keywords:** oilseeds, global agricultural markets, concentration of production, Altai Territory, index analysis, hydrothermal coefficient of humidification, spatial intraregional distribution of crops, profitability of production, export

**For citation:** Vorobyev S. P., Vorobyeva V. V., Savchenko A. S., Valetskaya T. I. The efficiency of the placement of sunflower oil seed production in the Altai Territory. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 94–105. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-94-105>. (In Russ.)

**Acknowledgments.** The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation (project number 24-28-20309) “Monitoring the efficiency of reproductive processes in regional agriculture in the context of transformation of its territorial and sectoral structure, holdingization of agricultural production, state regulation of food markets and export activities of agricultural entities.”

**Date of paper submission:** 15.07.2024, **date of review:** 08.10.2024, **date of acceptance:** 28.10.2024.

## Постановка проблемы (Introduction)

Продукция выращивания масличных культур и ее переработка формируют достаточно значимые товарные потоки на мировых аграрных рынках. При этом рынок масличных является диверсифицированным в мировом масштабе, поскольку представлен продукцией выращивания не только подсолнечника. Подсолнечник в структуре посевов масличных культур в целом по всем странам мира находится на пятом месте, а в России – на первом. Мировые рынки продукции на протяжении длительного периода формировали три страны: Россия,

Украина, Аргентина [1]. Внутри данного «треугольника стран» на протяжении 1992–2022 годов произошли существенные трансформации: если в среднем за 1992–2000 годы удельный вес Аргентины в валовом сборе составлял 21,1 %, России – 13,4 %, Украины – 9,8 %, то в 2021–2022 годах лидировала Россия с долей в сборе на уровне 27,0–31,0 %, на втором месте была Украина (20,9–28,3 %), замыкала тройку лидеров Аргентина (5,6–7,5 %). В России можно выделить 7 регионов с высокой концентрацией производства маслосемян подсолнечника, которые расположены в различных федеральных

округах страны, что предопределяет различия в экономической эффективности и финансовых результатах от продажи продукции. В условиях усиления внешних вызовов для российского АПК на мировых рынках, географической трансформации экспортных потоков необходимы экономические исследования, не только направленные на оценку региональной эффективности размещения маслосемян подсолнечника, но и учитывающие внутрирегиональные особенности размещения посевов подсолнечника, что позволит на уровне регионов и страны в целом повысить эффективность мониторинга и прогнозирования развития рынков сельскохозяйственной продукции.

Цель исследования – выявить основные тенденции производства маслосемян подсолнечника на мировом уровне, в основных регионах выращивания подсолнечника в России, в том числе в Алтайском крае, оценить эффективность размещения посевов подсолнечника по природно-климатическим зонам Алтайского края и влияние структурных сдвигов на рентабельность подсолнечника в регионе.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Основным методом проведенных исследований стал экономико-статистический, а также основные его способы:

- сравнение (при проведении в динамике горизонтального и вертикального анализа объемов производства маслосемян подсолнечника на мировом уровне, в основных регионах выращивания подсолнечника в России, в том числе в Алтайском крае; эффективности размещения посевов подсолнечника по природно-климатическим зонам Алтайского края; при сопоставлении удельного веса посевов подсолнечника в пашне с максимально допустимым уровнем и т. д.);

- индексный (при проведении факторного анализа валового сбора маслосемян подсолнечника в Алтайском крае, рентабельности производства маслосемян подсолнечника в Алтайском крае с учетом географических структурных сдвигов; расчете агрегатного индекса эффективности размещения посевов подсолнечника по природно-климатическим зонам Алтайского края; расчете показателей вариации урожайности подсолнечника по природно-климатическим зонам Алтайского края);

- корреляция показателей различных рядов динамики.

Информационной базой проведения аналитической части исследований стали статистические базы данных: FAOSTAT (индикаторы: валовой сбор и площадь уборки подсолнечника по странам мира и др.) [2]; ЕМИСС Росстата (индикаторы: валовой сбор и площадь посевов подсолнечника по регионам России в 1990–2021 годах) [3], статистические публикации Росстата (индикаторы: валовой сбор и площадь посевов подсолнечника по регионам Рос-

сии в 2022–2023 годах) [4], в частности бюллетени «Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации» [5] и «Посевные площади Российской Федерации» [6].

В современной науке различные аспекты эффективности размещения производства сельскохозяйственной продукции по странам мира, регионам России активно рассматриваются многими учеными-аграрниками. В частности, А. И. Алтухов обосновывает необходимость формирования эффективных зон размещения различных видов сельскохозяйственной продукции с учетом эффективности их производства по регионам в разрезе федеральных округов России, фактическому и потенциальному размещению перерабатывающих производств и логистической инфраструктуры [7]. Ю. В. Рагулина сгруппировала все регионы России по условиям благоприятности выращивания масличных культур на 7 зон: наиболее благоприятные (условия) – 1 зона, 10 регионов, благоприятные – 1 зона, 8 регионов, среднеблагоприятные – 3 зоны, 5 регионов, малоблагоприятные – 2 зоны, 4 региона [8] (в том числе Алтайский край). На внутрирегиональные различия эффективности размещения масличных культур указывают результаты исследований А. И. Костяева и Г. Н. Никоновой [9], А. А. Настина [10], Н. Р. Александровой [11] и других. На необходимость оценки эффективности территориального размещения сельскохозяйственного производства с учетом влагообеспеченности территорий указывали многие ученые, в т. ч. Н. П. Александров [12], Ю. С. Кирсанова [13], а среди ученых Алтайского края – А. И. Колобова [14]. Исследования зарубежных ученых имеют ту же направленность, что и в России, и связаны, в частности, с исследованиями ценовой эластичности на локальных, региональных и мировых рынках маслосемян подсолнечника [1], необходимости диверсификации узкоспециализированных фермерских хозяйств [15], организации договорных отношений с владельцами кочевых пчелопасек [16], обоснования резервов повышения эффективности выращивания подсолнечника с учетом его территориального размещения [17].

#### Результаты (Results)

За период 1965–2022 годов в целом по странам мира валовой сбор маслосемян подсолнечника увеличился в 6,8 раза (за период 1992–2022 годов – в 2,5 раза, в России – в 5,3 раза), а площадь уборки – в 3,9 раза (за период 1992–2022 годов – в 1,6 раза, в России – в 3,2 раза), что свидетельствует о существенном приросте урожайности в целом по всем странам, однако темпы прироста различны, что определяется природно-климатическими особенностями размещения посевов подсолнечника (таблица 1).

В целом по России в структуре посевов масличных культур подсолнечник лидирует, однако удельный вес его снижается с 74,3 % в 2010 году до 55,8 %

в 2023 году. Трансформация структуры наблюдается вследствие увеличения посевов под соей, рапсом, льном-кудряшом. За период 1990–2023 годов посевные площади подсолнечника в России увеличились с 2739,2 тыс. га до 9868,8 тыс. га, или в 3,6 раза, валовой сбор маслосемян – с 3427,2 тыс. т до 17 258,9 тыс. т, или в 5 раз. Основные регионы – производители подсолнечника в 2023 году находились в Приволжском (36,5 % валового сбора маслосемян), Южном (30,3 %), Центральном (22,2 %), Сибирском (5,9 %) федеральных округах России (таблица 2), но за период 2010–2023 годов доля семи регионов (Тамбовская, Воронежская, Волгоградская, Ростовская, Саратовская области, Алтайский и Краснодарский края) в посевной площади снизилась с 67,4 % до 55,1 %, а по валовому сбору – с 70,4 % до 58,9 %.

Прирост урожайности подсолнечника наблюдался во всех федеральных округах России (индекс фиксированного состава за период 2010–2023 годов составил 2,605), однако в структуре посевной

площади увеличилась доля тех округов, в которых урожайность была ниже средних значений (индекс структурных сдвигов составил 0,898): доля посевов Приволжского федерального округа (урожайность в 2023 году составила 15,0 ц/га при средней урожайности по стране 18,4 %) в общероссийских посевах подсолнечника увеличилась с 19,5 % до 36,5 %, в Сибирском (урожайность – 12,1 ц/га) – с 5,3 % до 5,9 %.

Алтайский край является регионом Сибирского федерального округа (далее – СФО), в котором за 1990–2023 годы было сосредоточено 78,5–97,5 % всех посевов подсолнечника. Значения СФО на рынке маслосемян формируются процессами, наблюдаемыми именно в Алтайском крае. За период 1990–2023 годов валовой сбор в регионе увеличился с 92,1 тыс. т до 925,4 тыс. т, или более чем в 10,0 раза, а урожайность – с 6,8 ц/га до 12,2 ц/га, или в 1,8 раза, прирост валового сбора на 74,6 % был определен изменением площади уборки и на 25,4 % – изменением урожайности (таблица 3).

Таблица 1  
Валовой сбор маслосемян подсолнечника в различных странах

Страна / группа стран	Валовой сбор, тыс. т				Удельный вес стран или группы стран в валовом сборе, % к итогу			
	В среднем за годы			2022	В среднем за годы			2022
	1992–2000	2001–2010	2011–2020		1992–2000	2001–2010	2011–2020	
Россия	3 254	5 405	10 950	16 362	13,4	18,7	23,7	30,1
Украина	2 398	4 669	11 782	11 329	9,8	16,2	25,5	20,9
Аргентина	5 148	3 418	3 211	4 050	21,1	11,9	6,9	7,5
Китай	1 464	1 768	2 556	2 930	6,0	6,1	5,5	5,4
Казахстан	88	252	662	1 304	0,4	0,9	1,4	2,4
США	1 733	1 307	1 078	1 276	7,1	4,5	2,3	2,4
Индия	1 048	1 046	343	250	4,3	3,6	0,7	0,5
Страны ЕС	6 007	6 305	9 026	9 335	24,7	21,9	19,5	17,2
Прочие страны	3 210	4 676	6 634	7 450	13,2	16,2	14,3	13,7
Всего	24 349	28 845	46 241	54 286	100,0	100,0	100,0	100,0

Table 1  
Gross harvest of sunflower oil seeds in various countries

Country / group of countries	Gross harvest, thousand tons				The share of countries or groups of countries in the gross collection, % of the total			
	On average over the years			2022	On average over the years			2022
	1992–2000	2001–2010	2011–2020		1992–2000	2001–2010	2011–2020	
Russia	3 254	5 405	10 950	16 362	13.4	18.7	23.7	30.1
Ukraine	2 398	4 669	11 782	11 329	9.8	16.2	25.5	20.9
Argentina	5 148	3 418	3 211	4 050	21.1	11.9	6.9	7.5
China	1 464	1 768	2 556	2 930	6.0	6.1	5.5	5.4
Kazakhstan	88	252	662	1 304	0.4	0.9	1.4	2.4
USA	1 733	1 307	1 078	1 276	7.1	4.5	2.3	2.4
India	1 048	1 046	343	250	4.3	3.6	0.7	0.5
EU countries	6 007	6 305	9 026	9 335	24.7	21.9	19.5	17.2
Other countries	3 210	4 676	6 634	7 450	13.2	16.2	14.3	13.7
Total	24 349	28 845	46 241	54 286	100.0	100.0	100.0	100.0

Таблица 2

Удельный вес федеральных округов и основных регионов-производителей в площади посева и валовом сборе маслосемян подсолнечника России, %

Экономика

Федеральные округа, регионы		2010 г.		2020 г.		2023 г.	
		Всего	% к итогу	Всего	% к итогу	Всего	% к итогу
Центральный федеральный округ	тыс. га	1321,4	18,5	1507,4	17,6	1664,0	16,9
	тыс. т	1156,9	21,6	3947,4	28,1	3837,0	22,2
в т. ч. Тамбовская область	тыс. га	354,4	5,0	395,3	4,6	411,8	4,2
	тыс. т	299,4	5,6	929,2	6,6	861,7	5,0
Воронежская область	тыс. га	580,5	8,1	440,9	5,2	509,5	5,2
	тыс. т	422,4	7,9	1097,3	7,8	1261,7	7,3
Южный федеральный округ	тыс. га	2423,9	33,9	2046,4	23,9	2342,0	23,7
	тыс. т	2448,2	45,8	3691,6	26,2	5224,4	30,3
в т. ч. Волгоградская область	тыс. га	827,8	11,6	709,0	8,3	803,2	8,1
	тыс. т	420,9	7,9	1116,1	7,9	1372,9	8,0
Краснодарский край	тыс. га	494,1	6,9	465,1	5,4	479,6	4,9
	тыс. т	1027,5	19,2	945,9	6,7	1320,5	7,7
Ростовская область	тыс. га	1019,5	14,3	760,3	8,9	941,9	9,5
	тыс. т	900,1	16,8	1455,7	10,3	2323,8	13,5
Северо-Кавказский федеральный округ	тыс. га	317,8	4,4	324,5	3,8	318,5	3,2
	тыс. т	407,6	7,6	412,3	2,9	697,3	4,0
Приволжский федеральный округ	тыс. га	2480,9	34,7	3843,8	45,0	4491,9	45,5
	тыс. т	1040,4	19,5	5186,7	36,9	6303,0	36,5
в т. ч. Саратовская область	тыс. га	1045,9	14,6	1440,5	16,9	1504,7	15,2
	тыс. т	437,4	8,2	1849,6	13,1	2104,4	12,2
Сибирский федеральный округ	тыс. га	584,6	8,2	735,5	8,6	870,8	8,8
	тыс. т	280,9	5,3	751,6	5,3	1021,7	5,9
в т. ч. Алтайский край	тыс. га	497,2	7,0	696,1	8,1	786,2	8,0
	тыс. т	253,7	4,7	716,8	5,1	925,2	5,4
Прочие федеральные округа	тыс. га	24,9	0,3	87,2	1,0	181,5	1,8
	тыс. т	12,7	0,2	82,1	0,6	175,5	1,0
Итого	тыс. га	7153,5	100,0	8544,8	100,0	9868,8	100,0
	% к посевам масличных культур	74,3	–	59,3	–	55,8	–
	тыс. т	5 346,7	100,0	14 071,6	100,0	17 258,9	100,0

Table 2

The share of federal districts and main producing regions in the area of sowing and gross harvest of sunflower oil seeds in Russia, %

Federal districts, regions		Years					
		2010		2020		2023	
		In total	% of the total	In total	% of the total	In total	% of the total
The Central federal district	1000 hectares	1321.4	18.5	1507.4	17.6	1664.0	16.9
	1000 tons	1156.9	21.6	3947.4	28.1	3837.0	22.2
including the Tambov region	1000 hectares	354.4	5.0	395.3	4.6	411.8	4.2
	1000 tons	299.4	5.6	929.2	6.6	861.7	5.0
Voronezh region	1000 hectares	580.5	8.1	440.9	5.2	509.5	5.2
	1000 tons	422.4	7.9	1097.3	7.8	1261.7	7.3
Southern federal district	1000 hectares	2423.9	33.9	2046.4	23.9	2342.0	23.7
	1000 tons	2448.2	45.8	3691.6	26.2	5224.4	30.3
including Volgograd region	1000 hectares	827.8	11.6	709.0	8.3	803.2	8.1
	1000 tons	420.9	7.9	1116.1	7.9	1372.9	8.0
Krasnodar Territory	1000 hectares	494.1	6.9	465.1	5.4	479.6	4.9
	1000 tons	1027.5	19.2	945.9	6.7	1320.5	7.7



<i>Rostov region</i>	<i>1000 hectares</i>	1019.5	14.3	760.3	8.9	941.9	9.5
	<i>1000 tons</i>	900.1	16.8	1455.7	10.3	2323.8	13.5
<i>North Caucasus federal district</i>	<i>1000 hectares</i>	317.8	4.4	324.5	3.8	318.5	3.2
	<i>1000 tons</i>	407.6	7.6	412.3	2.9	697.3	4.0
<i>Volga federal district</i>	<i>1000 hectares</i>	2480.9	34.7	3843.8	45.0	4491.9	45.5
	<i>1000 tons</i>	1040.4	19.5	5186.7	36.9	6303.0	36.5
<i>including Saratov region</i>	<i>1000 hectares</i>	1045.9	14.6	1440.5	16.9	1504.7	15.2
	<i>1000 tons</i>	437.4	8.2	1849.6	13.1	2104.4	12.2
<i>Siberian federal district</i>	<i>1000 hectares</i>	584.6	8.2	735.5	8.6	870.8	8.8
	<i>1000 tons</i>	280.9	5.3	751.6	5.3	1021.7	5.9
<i>including Altai Territory</i>	<i>1000 hectares</i>	497.2	7.0	696.1	8.1	786.2	8.0
	<i>1000 tons</i>	253.7	4.7	716.8	5.1	925.2	5.4
<i>Other federal districts</i>	<i>1000 hectares</i>	24.9	0.3	87.2	1.0	181.5	1.8
	<i>1000 tons</i>	12.7	0.2	82.1	0.6	175.5	1.0
<i>Total</i>	<i>1000 hectares</i>	7153.5	100.0	8544.8	100.0	9868.8	100.0
	<i>% of oilseed crops</i>	74.3	–	59.3	–	55.8	–
	<i>1000 tons</i>	5346.7	100.0	14071.6	100.0	17258.9	100.0

Алтайский край неоднороден по природно-климатическим зонам и по гидротермическому коэффициенту увлажнения (далее – ГТК) представлен восемью зонами, однако в силу малочисленности муниципальных районов с ГТК 1,2 и 1,6 они были объединены в одну группу. Таким образом, исследования нами были проведены по семи природно-климатическим зонам. Они существенно отличаются не только рельефом и климатом, но и специализацией сельскохозяйственных товаропроизводителей, развитием различных видов инфраструктуры, близостью к местам потребления/переработки производимой продукции, распространенностью кооперационных связей, обеспеченностью ресурсами.

Выращивание подсолнечника на маслосемена осуществляется во всех природно-климатических зонах Алтайского края при существенной его концентрации в более засушливых степных и лесостепных территориях региона с ГТК от 0,6 до 0,8, обеспечивающих в 2022–2023 годах 80,2–82,4 % валового сбора. В наиболее увлажненных территориях региона (районы с ГТК 1,2 и выше) удельный вес валового сбора маслосемян подсолнечника снижается с 4,4–5,4 % в 2007–2010 годах до 1,4–1,8 % в 2022–2023 годах, несмотря на прирост объемов производства на 12,0 % (таблица 4). Подсолнечник для территорий региона с ГТК 1,0 и выше не является сельскохозяйственной культурой формирования их специализации, в них наблюдается концентрация производства других видов продукции – молока, меда, зерен гречихи, маслосемян рапса и соевых бобов, по которым рентабельность производства либо несколько ниже, либо сопоставима с рентабельностью по подсолнечнику при существенно более низкой ценовой волатильности на рынках. Связано это также с тем, что в условиях более высокого увлажнения в посевах подсолнечника увеличиваются скорость распространения и интенсивность

развития его болезней [14; 18–20], что предполагает повышение затрат товаропроизводителей на дополнительную химическую обработку земель произрастания, а также несет риски гибели пчел.

Выращивание подсолнечника на маслосемена является рентабельным во всех природно-климатических зонах Алтайского края, однако вариация рентабельности производства (по валовой прибыли) среди анализируемых групп муниципальных образований региона существенна: в 2015 году от 26,7 % (территории с ГТК 1,0) до 98,4 % (территории с ГТК 1,2 и выше), относительный коэффициент вариации составил 101,3 %; в 2020 году – от 38,4 % (территории с ГТК 1,0) до 82,4 % (территории с ГТК 0,9), относительный коэффициент вариации составил 70,4 %; в 2022 году – от 26,6 % (территории с ГТК 1,0) до 152,1 % (территории с ГТК 0,9), относительный коэффициент вариации составил 153,9 %.

Природно-климатические условия, а также особенности систем ведения растениеводческих отраслей в сельскохозяйственных организациях определяли высокую вариацию урожайности подсолнечника по территориям с различным ГТК: в 2020–2022 гг. коэффициент вариации по урожайности составлял 22,3–25,3 %. Урожайность подсолнечника ниже среднерегиональной на протяжении всего анализируемого периода наблюдалась в районах с ГТК 0,6, в большей части лет анализируемого периода – в районах с ГТК 0,7 и 1,0, в которых в совокупности было сконцентрировано 50,1–59,2 % всех посевов подсолнечника. Более низкая урожайность была также определена нарушением сроков его возврата на прежнее место (по различным оценкам от 7–8 до 8–10 лет) [18; 19], что можно оценить высокой долей посевов подсолнечника в пашне в районах с ГТК 0,6–0,8 – 22,4–29,5 % в 2020 году, 14,4–19,4 % в 2022 году (таблица 5).

Таблица 3  
Влияние факторов на изменение валового сбора маслосемян подсолнечника в Алтайском крае (все категории хозяйств)

Показатели	1990 г.	2023 г.		Прирост		
		Всего	Log <sub>10</sub> 2023/1990	Всего	В т. ч. за счет факторов	
					тыс. т	% влияния
Валовой сбор, тыс. т	92,14	925,40	1,002	833,1	–	100,00
Урожайность, ц/га	6,8	12,2	0,254	–	211,4	25,37
Площадь уборки, тыс. га	135,5	757,8	0,748	–	621,7	74,63

Table 3  
The influence of factors on the change in the gross harvest of sunflower oil seeds in the Altai Territory (all categories of agricultural producers)

Indicators	1990	2023		Absolute increase 2023 by 1990		
		In total	Log <sub>10</sub> 2023/1990	In total	Including the influence of factors	
					Thousand tons	% of the total
Gross harvest, thousand tons	92.14	925.40	1.002	833.1	–	100.00
Yield, c/ha	6.8	12.2	0.254	–	211.4	25.37
Cleaning area, thousand hectares	135.5	757.8	0.748	–	621.7	74.63

Таблица 4  
Удельный вес природно-климатических зон Алтайского края в производстве маслосемян подсолнечника (все категории товаропроизводителей), %

ГТК	2007 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2022 г.	2023 г.		
						%	К 2007 г.	
							+/-, п.п.	Темп роста валового сбора, %
0,6	35,91	31,56	31,85	25,44	24,22	23,27	-12,64	281,34
0,7	22,59	20,52	22,99	20,87	22,61	24,88	2,28	478,02
0,8	19,62	25,98	27,69	33,09	33,35	34,28	14,66	758,68
0,9	9,01	7,27	5,48	8,71	10,29	9,13	0,12	440,18
1,0	2,11	2,06	0,86	0,93	0,96	0,90	-1,21	184,61
1,1	5,38	8,24	7,84	8,02	6,77	6,16	0,78	496,97
1,2 и выше	5,39	4,38	3,30	2,93	1,81	1,39	-4,00	111,98
В среднем	–	–	–	–	–	–	–	434,16

Table 4  
The specific weight of the natural and climatic zones of the Altai Territory in the production of sunflower oil seeds (all categories of agricultural producers), %

Hydrothermal coefficient	Years							
	2007	2010	2015	2020	2022	2023		
						%	+/-, percentage points	Growth rate, %
0.6	35.91	31.56	31.85	25.44	24.22	23.27	-12.64	281.34
0.7	22.59	20.52	22.99	20.87	22.61	24.88	2.28	478.02
0.8	19.62	25.98	27.69	33.09	33.35	34.28	14.66	758.68
0.9	9.01	7.27	5.48	8.71	10.29	9.13	0.12	440.18
1.0	2.11	2.06	0.86	0.93	0.96	0.90	-1.21	184.61
1.1	5.38	8.24	7.84	8.02	6.77	6.16	0.78	496.97
1,2 and further	5.39	4.38	3.30	2.93	1.81	1.39	-4.00	111.98
On average	–	–	–	–	–	–	–	434.16

**Основные показатели эффективности производства маслосемян подсолнечника по природно-экономическим зонам Алтайского края**

Показатели		Годы	ГТК территорий						
			0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2 и более
Урожайность подсолнечника, ц/га	2015	5,3	9,2	8,8	8,1	3,6	10,9	13,1	
	2020	7,6	11,0	12,6	13,3	8,7	12,7	18,1	
	2022	8,6	13,6	16,8	16,8	14,9	17,2	20,1	
Индивидуальные индексы по урожайности в сравнении со средней за период	2015	0,679	1,180	1,127	1,045	0,462	1,406	1,688	
	2020	0,684	0,984	1,128	1,196	0,783	1,137	1,626	
	2022	0,616	0,974	1,201	1,200	1,062	1,229	1,433	
На 1 га посевов, тыс. руб.	Производственные затраты	2015	5 713	11 011	8 090	9 552	4 728	10 947	11 844
		2020	11 726	15 781	18 777	16 242	15 215	16 940	25 313
		2022	17 888	24 467	26 940	20 804	27 796	26 006	27 835
	Прибыль	2015	3 422	6 633	6 122	6 380	1 250	6 989	9 501
		2020	5 083	9 562	14 502	12 153	5 402	9 650	17 202
		2022	9 728	19 382	19 886	29 076	7 604	23 228	37 286
Удельный вес посевов в площади пашни, %	2015	18,0	9,8	9,3	4,0	4,6	3,9	2,0	
	2020	28,0	22,4	29,5	9,3	0,6	6,9	3,3	
	2022	19,4	15,1	14,4	7,2	3,2	6,3	1,9	
Уровень рентабельности производства, %	2015	64,4	75,6	74,4	55,2	26,7	77,3	98,4	
	2020	42,8	58,1	69,9	82,4	38,4	74,3	62,9	
	2022	59,7	86,9	76,5	152,1	26,6	86,5	105,6	
Баллы благоприятности условий размещения*	2015	3	4	4	4	2	4	4	
	2020	3	4	4	4	3	4	4	
	2022	3	3	4	4	4	4	4	

Примечание. \* Баллы определены по 5-балльной шкале Н. П. Александрова согласно диапазонам агрегатного индекса эффективности размещения сельскохозяйственного производства [12].

**Table 5  
The main indicators of the efficiency of sunflower oil seed production in the natural and economic zones of the Altai Territory**

Indicators		Years	Hydrothermal coefficient						
			0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2 and further
Yield, c per 1 ha	2015	5.3	9.2	8.8	8.1	3.6	10.9	13.1	
	2020	7.6	11.0	12.6	13.3	8.7	12.7	18.1	
	2022	8.6	13.6	16.8	16.8	14.9	17.2	20.1	
Individual yield indices in comparison with the average for the period, the coefficient	2015	0.679	1.180	1.127	1.045	0.462	1.406	1.688	
	2020	0.684	0.984	1.128	1.196	0.783	1.137	1.626	
	2022	0.616	0.974	1.201	1.200	1.062	1.229	1.433	
Per 1 ha of crops, thousand rubles	Production costs	2015	5 713	11 011	8 090	9 552	4 728	10 947	11 844
		2020	11 726	15 781	18 777	16 242	15 215	16 940	25 313
		2022	17 888	24 467	26 940	20 804	27 796	26 006	27 835
	Profit	2015	3 422	6 633	6 122	6 380	1 250	6 989	9 501
		2020	5 083	9 562	14 502	12 153	5 402	9 650	17 202
		2022	9 728	19 382	19 886	29 076	7 604	23 228	37 286
The specific weight of crops in the area of arable land, %	2015 г.	2015	9.8	9.3	4.0	4.6	3.9	2.0	
	2020 г.	2020	22.4	29.5	9.3	0.6	6.9	3.3	
	2022 г.	2022	15.1	14.4	7.2	3.2	6.3	1.9	
The level of profitability of production, %	2015	64.4	75.6	74.4	55.2	26.7	77.3	98.4	
	2020	42.8	58.1	69.9	82.4	38.4	74.3	62.9	
	2022	59.7	86.9	76.5	152.1	26.6	86.5	105.6	
Points for favorable placement conditions*	2015	3	4	4	4	2	4	4	
	2020	3	4	4	4	3	4	4	
	2022	3	3	4	4	4	4	4	

Note. \* The points were determined on a 5-point scale by N. P. Aleksandrov according to the ranges of the aggregate index of efficiency of agricultural production placement [12].

Таблица 6

**Влияние структурного (географического) и качественного фактора на изменение уровня рентабельности производства маслосемян подсолнечника в сельскохозяйственных организациях Алтайского края**

Экономика

Показатели		Годы	2015 г.	2020 г.	2022 г.
Уровень рентабельности производства маслосемян, %	Факт		70,82	62,50	81,54
	Условный (при структуре затрат текущего года и рентабельности по территориям)	2015	–	71,98	72,18
		2020	–	–	62,43
Абсолютный прирост рентабельности производства маслосемян, п.п.		2015	–	–8,32	10,72
		2020	–	–	19,04
в т. ч. за счет изменения географической структуры затрат (по муниципальным районам/городам/округам)		2015	–	1,16	1,36
		2020	–	–	–0,07
рентабельности производства маслосемян в разрезе территорий		2015	–	–9,48	9,36
		2020	–	–	19,11

Table 6

**The influence of a structural (geographical) and qualitative factor on the change in the level of profitability of sunflower oil seed production in agricultural organizations of the Altai Territory**

Indicators	Years	Years			
		2015	2020	2022	
The level of profitability of the production of oilseeds, %	Fact	70.82	62.50	81.54	
	Conditional (profitability in the current year's cost structure and profitability by territory)	2015	–	71.98	72.18
		2020	–	–	62.43
Absolute increase in the profitability of oilseed production, percentage points		2015	–	–8.32	10.72
		2020	–	–	19.04
including due to changes in the geographical structure of costs (by municipalities)		2015	–	1.16	1.36
		2020	–	–	–0.07
profitability of oilseed production in the context of municipalities		2015	–	–9.48	9.36
		2020	–	–	19.11

В 2020 году рентабельность производства маслосемян коррелировала с урожайностью подсолнечника (коэффициент корреляции составил 0,631: связь прямая, заметная), затратами на 1 га посевов (коэффициент корреляции составил 0,379: связь прямая, умеренная), удельной трудоемкостью продукции (коэффициент корреляции –0,491: связь обратная, умеренная). В 2022 году рентабельность производства маслосемян коррелировала с урожайностью подсолнечника (коэффициент корреляции составил 0,452: связь прямая, умеренная), затратами на 1 га посевов (коэффициент корреляции составил –0,250: связь обратная, слабая), а с удельной трудоемкостью продукции связь практически отсутствовала (коэффициент корреляции –0,059). Таким образом, наличие стабильной зависимости рентабельности производства обнаружено лишь с урожайностью подсолнечника, изменение направления и тесноты корреляционной связи рентабельности с затратами на 1 га посевов связано с различными темпами роста затрат и цен на производимую продукцию в различные годы, а также возникновением локальных чрезвычайных ситуаций природного характера, которые приводили к гибели посевов или переносу уборки с одного календарного года на другой. Так, например,

в 2020 году гибель посевов наблюдалась в каждом втором районе Алтайского края на общей площади свыше 150,0 тыс. га, в частности, по подсолнечнику не было убрано 33,1 тыс. га его посевной площади (4,8 %), а в сельскохозяйственных организациях муниципальных образований с ГТК 0,6 подсолнечник был убран лишь с 91,0 % площади посевов [21].

Балльная оценка эффективности размещения выращивания подсолнечника по агрегатному индексу Н. П. Александрова демонстрирует более высокие и стабильные показатели (оценка не ниже «хорошие условия» (4) на протяжении всего периода исследования) в сельскохозяйственных организациях, расположенных в районах/городах/округах с территориальным ГТК 0,8–0,9, а также на территориях с ГТК 1,1–1,2 и выше. В 2022 году рентабельность, которая не учитывается в методике Н. П. Александрова, но так или иначе зависит от факторов, заложенных в его методике, в этих районах также была максимальной: районы с ГТК 0,8–0,9 – 76,5–152,1 %, районы с ГТК 1,1–1,2 и выше – 86,5–105,6 %.

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Различия в рентабельности производства маслосемян подсолнечника по природно-климатическим зонам Алтайского края и неравномерность его раз-



мещения являются основными факторами изменения рентабельности маслосемян подсолнечника в среднем по региону, однако структурные факторы по годам хоть и оказывают положительное влияние при сравнении 2020 и 2022 года с 2015 годом (в структуре размещения увеличивается доля районов с более высокой рентабельностью), однако имеют несущественное значение: они обеспечивали прирост рентабельности в 2020 году относительно 2015 года на 1,16 п.п. из общего снижения на 8,32 п.п., в 2022 году относительно 2015 года на 1,36 п.п. из 10,72 п.п. (таблица 6).

Таким образом, основным фактором прироста рентабельности становятся не структурные факторы, а увеличение рентабельности повсеместно по всем районам Алтайского края, связанное с благоприятной ценовой конъюнктурой на рынке маслосемян подсолнечника в Алтайском крае, когда цены по природно-климатическим зонам увеличились в 2022 году относительно 2015 года в 1,44–1,64 раза (в среднем в 1,54 раза), а себестоимость продаж – в 1,15–1,60 раза (в среднем в 1,45 раза) во всех районах, кроме тех, которые были размещены в территориях с ГТК 0,9 (в этих районах наблюдалось снижение удельной себестоимости продаж на 10,7 %). Вместе с тем затраты в сельском хозяйстве в 2023 году в целом и в растениеводстве в частности начали увеличиваться по причине нехватки кадров и необходимости повышения заработной платы работникам, роста цен на используемые в производстве топливо и нефтепродукты, семена, химические средства защиты посевов подсолнечника от болезней и вредителей, удобрения, технику и оборудование, что привело к превышению темпов роста себестоимости продаж относительно темпов роста цен. В этих условиях динамика повышения рентабельности производства маслосемян подсолнечника уже с 2023 года имеет тренд на снижение, что на фоне повышения процентных ставок по банковским (в т. ч. Льготным) кредитам создает риски заморозки инвестиционных проектов, ухудшения

финансового состояния сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств региона, для которых выращивание подсолнечника является одной из основных отраслей специализации производства. Повышение масштабы деятельности экспортоориентированных предприятий АПК при сохранении высокого спроса на продукцию выращивания (маслосемена подсолнечника) и переработки (шрот, растительное масло) масличных культур на мировых рынках создает условия стабилизации и увеличения валового сбора подсолнечника. Однако для реализации резервов повышения качества производимой продукции, снижения затрат необходимо совершенствование сложившихся на практике систем выращивания подсолнечника, в т. ч. организация/соблюдение севооборотов (в малых сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах, специализирующихся на выращивании подсолнечника, необходима организация севооборотов, поскольку повсеместно наблюдается высокая концентрация посевов; в средних и крупных сельскохозяйственных организациях, в том числе находящихся под управлением холдинговых формирований, наблюдается периодическое нарушение севооборотов, связанное со стремлением обеспечить повышение рентабельности производства в краткосрочном периоде при благоприятной ценовой конъюнктуре рынка, однако в долгосрочном периоде снижается урожайность масличных культур, повышаются затраты на химические обработки посевов); пчелоопыление и организация договорных отношений с владельцами кочевых пасек; подбор сортов и гибридов (в том числе при необходимости переход на посевы востребованных переработчиками высокоолеиновых гибридов подсолнечника); оптимизация использования химических средств защиты подсолнечника и системы удобрений, в том числе минимизация механизированных работ при осуществлении ухода за растениями путем использования беспилотных летательных аппаратов.

#### Библиографический список

1. Santeramo F. G., Gioia L. D., Lamonaca E. Price responsiveness of supply and acreage in the EU vegetable oil markets: Policy implications // *Land Use Policy*. 2021. Vol. 101. Article number 105102. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105102
2. Crops and livestock products [Электронный ресурс] // FAOSTAT. URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC> (дата обращения: 10.06.2024).
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/organizations> (дата обращения: 10.06.2024).
4. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13277> (дата обращения: 10.06.2024).
5. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2023 году (часть 2) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Val-2\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Val-2_2023.xlsx) (дата обращения: 10.06.2024).

6. Посевные площади Российской Федерации в 2023 году [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev_2023.xlsx) (дата обращения: 10.06.2024).

7. Алтухов А. И. Сельскохозяйственному производству страны необходима новая концепция размещения и специализации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 8. С. 7–14. DOI: 10.31442/0235-2494-2019-0-8-7-14.

8. Рагулина Ю. В. Размещение производства семян масличных культур в условиях экспорта растительного масла // Экономика и управление: проблемы, решения. 2020. Т. 1, № 10. С. 94–100. DOI: 10.34684/ek.ur.p.r.2020.10.01.011.

9. Костяев А. И., Никонова Г. Н. Особенности современного размещения производства продукции сельского хозяйства в российском Нечерноземье // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2022. № 3. С. 5–20. DOI: 10.5922/gikbfu-2022-3-1.

10. Настин А. А. Определение оптимальных зон производства семян подсолнечника в регионе // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 5. С. 69–73. DOI: 10.32651/215-69.

11. Александрова Н. Р., Субаева А. К., Валиев А. Р., Низамутдинов М. М., Зиганшин Б. Г. Перспективы развития регионального производства маслосемян подсолнечника // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14, № 1. С. 113–119. DOI: 10.12737/article\_5ccedf732f21b7.08814536.

12. Александров Н. П. Специализация и концентрация производства в колхозах и совхозах. Москва: Колос, 1966. 285 с.

13. Кирсанова Ю. С. О методических подходах к размещению сельскохозяйственного производства на региональном уровне // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2008. № 12. С. 57–62.

14. Колобова А. И. Интенсификация агропромышленного производства // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 3. С. 102–109.

15. Mzyece A., Amanor-Boadu V., Ng'ombe J. N. Strategic value of crop diversification among farmers: New insights and measurement // World Development Sustainability. 2023. Vol. 3. Article number 100090. DOI: 10.1016/j.wds.2023.100090.

16. Klefodimos G., Gallai N., Rozakis S., Képhaliacos C. A farm-level ecological-economic approach of the inclusion of pollination services in arable crop farms // Land Use Policy. 2021. Vol. 107. Article number 105462. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105462.

17. Zozimo T. M., Kawube G., Kalule S. W. The role of development interventions in enhancing technical efficiency of sunflower producers // Journal of Agriculture and Food Research. 2023. Vol. 14. Article number 100707. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100707.

18. Фокша И. Сложный подсолнечник: проблемы возделывания одной из наиболее рентабельных культур [Электронный ресурс] // Агроинвестор. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/28585-slozhnyu-podsolnechnik> (дата обращения: 10.06.2024).

19. Лукомец В. М. Ресурсосбережение в интенсивном производстве масличных культур // Техника и оборудование для села. 2008. № 9. С. 9–13.

20. Хатнянский А. В., Дворядкин Н. И. Экономическая эффективность инновационных процессов при возделывании подсолнечника (на материалах Краснодарского края). Краснодар: КубГАУ, 2012. 155 с.

21. Доклад о ходе и результатах реализации в 2020 году государственных программ в сфере развития сельского хозяйства и сельских территорий Алтайского края [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Алтайского края. URL: <https://cloud.mail.ru/public/jkRN/7HTkUqSdp> (дата обращения: 10.06.2024).

#### Об авторах:

**Сергей Петрович Воробьев**, кандидат экономических наук, доцент, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия; ORCID 0000-0001-8504-7622, AuthorID 632074. E-mail: [servsp@mail.ru](mailto:servsp@mail.ru)

**Виктория Владимировна Воробьева**, кандидат экономических наук, доцент, Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия; ORCID 0000-0003-2999-1453, AuthorID 659597. E-mail: [vvvtoria@mail.ru](mailto:vvvtoria@mail.ru)

**Александра Сергеевна Савченко**, старший преподаватель, Алтайский филиал РАНХиГС, Барнаул, Россия; ORCID 0000-0002-5768-8243, AuthorID 983346. E-mail: [savchenko-as@ranepa.ru](mailto:savchenko-as@ranepa.ru)

**Татьяна Ивановна Валецкая**, кандидат экономических наук, доцент, Алтайский филиал РАНХиГС, Барнаул, Россия; ORCID 0000-0002-0977-4921, AuthorID 824664. E-mail: [valetskaya-ti@ranepa.ru](mailto:valetskaya-ti@ranepa.ru)

#### References

1. Santeramo F. G., Gioia L. D., Lamonaca E. Price responsiveness of supply and acreage in the EU vegetable oil markets: Policy implications. *Land Use Policy*. 2021; 101: 105102. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105102.

2. Crops and livestock products. *FAOSTAT* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/QC>.
3. Unified interdepartmental information and statistical system. *Federal State Statistics Service* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: <https://www.fedstat.ru/organizations>. (In Russ.)
4. Bulletins on the state of agriculture. *Federal State Statistics Service* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13277>. (In Russ.)
5. Gross harvests and crop yields in the Russian Federation in 2023 (part 2). *Federal State Statistics Service* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Val-2\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Val-2_2023.xlsx). (In Russ.)
6. Acreage of the Russian Federation in 2023. *Federal State Statistics Service* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev\\_2023.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/posev_2023.xlsx) (In Russ.)
7. Altukhov A. I. The country's agricultural production needs a new concept of location and specialization. *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*. 2019; 8: 7–14. (In Russ.). DOI: 10.31442/0235-2494-2019-0-8-7-14.
8. Ragulina Yu. V. Location of oilseed production in terms of vegetable oil export. *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2020; 1 (10): 94–100. (In Russ.). DOI: 10.34684/ek.up.p.r.2020.10.01.011.
9. Kostyaev A. I., Nikonova G. N. Features of modern accommodation production of agricultural products in the Russian. *Non-Black Earth Region. Vestnik IKBFU. Natural and Medical Sciences*. 2022; 3: 5–20. (In Russ.). DOI: 10.5922/gikbfu-2022-3-1.
10. Nastin A. A. Determination of optimal production zones sunflower seeds in the region. *Economics of Agriculture of Russia*. 2021; 5: 69–73. (In Russ.). DOI: 10.32651/215-69.
11. Aleksandrova N. R., Subaeva A. K., Valiev A. R., Nizamutdinov M. M., Ziganshin B. G. Prospects for the development of regional sunflower oil production. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2019; 14 (1): 113–119. (In Russ.). DOI: 10.12737/article\_5ccedf732f21b7.08814536.
12. Aleksandrov N. P. *Specialization and concentration of production in collective farms and state farms*. Moscow: Kolos, 1966. 285 p. (In Russ.)
13. Kirsanova Yu. S. On methodological approaches to the placement of agricultural production at the regional level. *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*. 2008; 12: 57–62. (In Russ.)
14. Kolobova A. I. Intensification of agro-industrial production. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2010; 3: 102–109. (In Russ.)
15. Mzyece A., Amanor-Boadu V., Ng'ombe J. N. Strategic value of crop diversification among farmers: New insights and measurement. *World Development Sustainability*. 2023; 3: 100090. DOI: 10.1016/j.wds.2023.100090.
16. Klefodimos G., Gallai N., Rozakis S., Képhaliacos C. A farm-level ecological-economic approach of the inclusion of pollination services in arable crop farms. *Land Use Policy*. 2021; 107: 105462. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105462.
17. Zozimo T. M., Kawube G., Kalule S. W. The role of development interventions in enhancing technical efficiency of sunflower producers. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023; 14: 100707. DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100707.
18. Focsha I. Complex sunflower: problems of cultivation of one of the most profitable crops. *Agroinvestor* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/28585-slozhnyy-podsolnechnik>. (In Russ.)
19. Lukomets V. M. Resource conservation in intensive production of oilseeds. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2008; 9: 9–13. (In Russ.)
20. Khatnyanskiy A. V., Dvoryadkin N. I. *Economic efficiency of innovative processes in sunflower cultivation (based on materials from the Krasnodar Territory)*. Krasnodar: KubGAU, 2012. 155 p. (In Russ.)
21. Report on the progress and results of the implementation in 2020 of state programs in the field of development of agriculture and rural territories of the Altai Territory. *Ministry of Agriculture of the Altai Territory* [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 10]. Available from: <https://cloud.mail.ru/public/jkRN/7HTkUqSdp>. (In Russ.)

#### Authors' information:

**Sergey P. Vorobyev**, candidate of technical sciences, associate professor, Altai State University, Barnaul, Russia; ORCID 0000-0001-8504-7622, AuthorID 632074. *E-mail: servsp@mail.ru*

**Viktoriya V. Vorobyeva**, candidate of technical sciences, associate professor, Altai State University, Barnaul, Russia; ORCID 0000-0003-2999-1453, AuthorID 659597. *E-mail: vvvtoria@mail.ru*

**Aleksandra S. Savchenko**, senior lecturer, Altai branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration, Barnaul, Russia; ORCID 0000-0002-5768-8243, AuthorID 983346. *E-mail: savchenko-as@ranepa.ru*

**Tatyana I. Valetskaya**, candidate of technical sciences, associate professor, Altai branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration, Barnaul, Russia; ORCID 0000-0002-0977-4921, AuthorID 824664. *E-mail: valetskaya-ti@ranepa.ru*

## Аграрные технопарковые структуры как инструмент развития агропромышленного комплекса

Н. Ю. Зубарев<sup>1</sup>, А. А. Урасова<sup>2</sup>, И. В. Царенко<sup>2✉</sup>, Ю. Н. Зубарев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

<sup>2</sup> Пермский филиал Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия

<sup>3</sup> Пермский государственный аграрнотехнологический университет имени академика

Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

✉ E-mail: [tsarenko.iv@uiec.ru](mailto:tsarenko.iv@uiec.ru)

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию развития агротехнопарковых структур на территории Российской Федерации с целью последующей корректировки государственных программ поддержки. **Цель** – провести анализ конкретных кейсов развития агротехнопарковых структур как инструмента развития агропромышленного комплекса с позиции необходимых затрат и показателей результативности, а также исходя из сложных ограничительных условий. **Задачи:** изучить ключевые показатели развития агротехнопарковых структур в субъектах РФ; выявить ограничения для развития агротехнопарковых структур по уровню воздействия; разработать рекомендации для дальнейшего развития агропромышленного комплекса РФ как стратегического ориентира в преодолении санкционного давления. **Методы:** кейс-стади и контент-анализ. **Научная новизна.** На основании обобщения теоретических положений и анализа конкретных кейсов эффективности развития агротехнопарковых структур выявлены ограничения и риски, воздействующие на агротехнопарковые структуры, с последующей разработкой рекомендаций для определения перспектив развития. **Результаты** исследования показали отсутствие значимой положительной результативности в развитии агротехнопарковых структур, выявив в качестве ключевых рисков отсутствие научно-технологической инфраструктуры, дефицита высококвалифицированных кадров, несоответствие специализации агротехнопарка экономическому профилю региона, климатические условия, в обязательном порядке учитывающие расположение региона. Выявленные ограничения обосновывали необходимость изменения подходов к организации агротехнопарковых проектов. Перспектива устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях беспрецедентных ограничений во многом зависит от более тщательного исследования данного направления с целью выработки стратегических курсов роста посредством внедрения современных инструментов, в том числе создания аграрных технопарковых структур. Кроме того, вопросы продовольственной безопасности, импортозамещения остаются ключевыми и требуют постоянного реагирования со стороны заинтересованных структур и своевременной корректировки.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, аграрные технопарковые структуры, агропромышленный комплекс, инновационное развитие, цифровая экономика, технопарки, импортозамещение

**Благодарности.** Исследование выполнено в соответствии с Планом НИР Института экономики УрО РАН.

**Для цитирования:** Зубарев Н. Ю., Урасова А. А., Царенко И. В., Зубарев Ю. Н. Аграрные технопарковые структуры как инструмент развития агропромышленного комплекса // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 106–116. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-106-116>.

**Дата поступления статьи:** 05.09.2024, **дата рецензирования:** 10.10.2024, **дата принятия:** 13.11.2024.



## Agrarian technopark structures as a tool for the development of agro-industrial complex

N. Yu. Zubarev<sup>1</sup>, A. A. Urasova<sup>2</sup>, I. V. Tsarenko<sup>2✉</sup>, Yu. N. Zubarev<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Perm State University, Perm, Russia

<sup>2</sup> Perm Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia

<sup>3</sup> Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

✉ E-mail: tsarenko.iv@uiec.ru

**Abstract.** The article is devoted to the study of the development of agrotechnopark structures in the Russian Federation for the purpose of subsequent adjustment of state support programs. **The purpose** is to analyze specific cases of development of agrotechnopark structures as a tool for the development of agro-industrial complex from the point of view of necessary costs and performance indicators, as well as from the point of view of complex constraints. **Objectives:** to study the key indicators of development of agrotechnopark structures in the constituent entities of the Russian Federation; to identify limitations for the development of agrotechnopark structures by the level of impact; to develop recommendations for the further development of the agro-industrial complex of the Russian Federation as a strategic reference point in overcoming the sanctions pressure. **Methods:** case study and content analysis. **Scientific novelty** – on the basis of generalization of theoretical provisions and analysis of specific cases of efficiency of development of agrotechnopark structures, limitations and risks affecting agrotechnopark structures are revealed with the subsequent development of recommendations for determining the prospects of development. **The results** of the study showed the lack of significant positive results in the development of agrotechnopark structures, revealing as key risks the lack of scientific and technological infrastructure, lack of highly qualified personnel, inconsistency of agrotechnopark specialization with the economic profile of the region, climatic conditions, which necessarily take into account the location of the region. The identified limitations justified the need to change approaches to the organization of agrotechnopark projects. The prospect of sustainable development of the agro-industrial complex in the conditions of unprecedented limitations depends largely on a more thorough study of this area in order to develop strategic directions of growth through the introduction of modern tools, including the creation of agrarian technopark structures. In addition, the issues of food security, import substitution remain key and require constant response from the interested structures and timely adjustment.

**Keywords:** sustainable development, agrarian technopark structures, agro-industrial complex, innovative development, digital economy, technoparks, import substitution

**Acknowledgments.** The research was carried out in accordance with the Research Plan of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.

**For citation:** Zubarev N. Yu., Urasova A. A., Tsarenko I. V., Zubarev Yu. N. Agrarian technopark structures as a tool for the development of agro-industrial complex. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 106–116. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-106-116>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 05.09.2024, **date of review:** 10.10.2024, **date of acceptance:** 13.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Ключевой целью создания агробиотехнопарков является преодоление критического отставания российского АПК от технологически высокоразвитых отраслей сельского хозяйства стран-лидеров, которые значительно опережают РФ по показателям производительности труда, подготовки высококвалифицированных кадров и пр. В этом контексте государством предпринимается достаточное количество мер, вся совокупность которых до сегодняшнего дня не позволила достичь ожидаемого уровня.

Это приводит к поиску и внедрению новых инструментов, к которым относятся агротехнопарки, которые ориентированы на выстраивание эффективного взаимодействия между государственными органами власти, хозяйствующими субъектами и научными организациями, что позволяет максимально ускорить процесс внедрения инноваций. Нормативно агропромышленные технопарки являются отдельным видом технопарков, специфика которых имеет отраслевой характер [1].

Так, общая доля агротехнопарков в РФ составляет более 15 %, и этот показатель относительно стабилен в горизонте последних 7 лет. Равномерный рост будет способствовать согласованной политике модернизации имеющихся объектов сельского хозяйства и качественной реализации новейших проектов агротехнопарков, что поможет минимизировать риски от перепроизводства продукции, нестабильности цен на внутреннем рынке, а также поддерживать финансовую устойчивость сельхозпроизводителей.

Кроме того, президентом РФ в Стратегии научно-технологического развития РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 28.02.2024 № 145, обозначены важнейшие направления развития в технологической сфере с целью создания конкурентоспособной экономики [2]. Значимыми вызовами для технологического развития являются ускорение развития в агропромышленных отраслях регионов, обеспечение продовольственной безопасности и продовольственной независимости РФ, конкурентоспособность местной сельскохозяйственной продукции на внешних и внутренних рынках, минимизация технологических рисков в агропромышленном комплексе и др.

Таким образом, целью данного исследования является анализ аграрных технопарковых структур как инструмента развития агропромышленного комплекса региона с позиции необходимых затрат и показателей результативности, а также исходя из сложных ограничительных условий.

Тема развития агротехнопарковых структур достаточно активно развивается в мировом научном пространстве. Так, отдельные авторы указывают, что эффективное и продуктивное развитие агротехнопарков возможно только при достаточном уровне знаний, умений и компетенций прямых инициаторов-аграриев, от чего в результате будут зависеть качество и объем производимой продукции [3; 4]. Данные доводы подтверждаются и проведенными исследованиями, где особое внимание уделяется внедрению и использованию инноваций и цифровых технологий в сфере агропромышленного комплекса. Для этих целей предлагается разработка организационно-управленческого механизма, который позволит задействовать все необходимые элементы, а именно:

- тщательную оценку новой или существующей бизнес-модели на предмет тенденций развития, возможных рисков с выработкой перспективных рекомендаций для корректировки отрицательных трендов;

- выстраивание четкой системы планирования, прогнозирования и контроля посредством создания структуры подготовки и переподготовки необходимых специалистов для обеспечения деятельности агротехнопарковых структур;

- использование рациональных логистических подходов, способствующих беспрепятственному продвижению планируемой к выпуску продукции в аграрном секторе [5–9]. Многие авторы связывают эффективность деятельности агротехнопарков с локализацией в промышленных центрах как источнике инвестиций и площадок для апробации [10–13]. Аспекты взаимодействия в содержании агротехнопарков подчеркиваются исследователями, работающими в направлении развития биоэкономики, что также предполагает создание специализированных кластеров [14; 15]. Отдельные авторы включают агропромышленный комплекс в цепочку взаимодействия университетской и академической науки, бизнеса и государственной сферы [16]. Синтез заинтересованных структур в создаваемой цепочке будет являться действенным способом выстраивания инновационных экономических отношений, где появляется возможность реализации всех необходимых этапов: создание и переработка продукции, ее хранение и дальнейшая реализация.

Таким образом, в зарубежных исследованиях агротехнопарковые структуры выступают эффективными инструментами прежде всего взаимодействия субъектов различных секторов экономики в целях развития АПК, что предопределяет необходимость минимизации существующего дисбаланса между агропромышленными предприятиями и вызовами в условиях нового времени.

В свою очередь, в трудах российских ученых подчеркивается роль агротехнопарковых структур как площадки, на которой взаимодействуют различные субъекты: бизнес, государственные структуры, аграрии и научные организации [17]. При этом встречаются работы, обосновывающие показатели развития агротехнопарковых структур, связанные с производством и распределением сельскохозяйственных товаров, а также с хранением, переработкой и распределением сельскохозяйственной продукции, что доказывает востребованность и необходимость перспективного развития данной коллаборации [18; 19]. Достаточно проработанными в научном пространстве являются направления и перспективы развития агротехнопарковых структур, включающие в себя обсуждение таких проблем, как решение организационных и управленческих вопросов, повышение роли научно-технологических разработок в деятельности агротехнопарков и максимально эффективное использование всех имеющихся ресурсов: производственных, трудовых, земельных и др. [20–22].

При исследовании вопросов первичной организации и дальнейшего функционирования агротехнопарков практически не уделяется внимания таким составляющим, как выделение значимых ограничительных барьеров, которые могут воздействовать на агротехнопарковые структуры как с положительной, так и с отрицательной стороны, и

последующей разработке рекомендаций для решения возникших проблем и определения перспектив развития отрасли.

Поэтому первоочередной задачей как для государства, так и заинтересованных структур, включая инициатора создаваемой агротехнопарковой структуры, является тщательная проработка возможных негативных процессов с рекомендациями для их последующей корректировки.

Таким образом, вопросы эффективности агротехнопарковых структур как инструмента развития АПК и анализ конкретных кейсов в научном пространстве, несомненно, вызывает научный интерес и актуализирует данную проблематику.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Для реализации поставленной цели авторами выбраны методы кейс-стади и контент-анализа.

Базой для применения кейс-стади стали локальные данные по агротехнопарковым структурам РФ: «Агротехнопарк» в Республике Коми, агробiotехнопарк «Волгоградский» Волгограда, «Агротехнопарк» Иркутска, «АгроТыва» в Республике Тыва. Выборка конкретных технопарков сделана по территориальному расположению с учетом различных климатических условий с целью выявления их возможного влияния на деятельность рассматриваемых организаций.

Применительно к отобранным кейсам был применен качественный контент-анализ концепций, бизнес-планов, отчетов и пр. локальных нормативных документов, опубликованных на сайтах органов исполнительной власти субъектов РФ и организаций, образующих инфраструктуру поддержки агротехнопарковых структур.

На первом этапе предполагается экспликация информации о развитии агротехнопарковых структур в субъектах РФ, суммах инвестиций за период, доступный к рассмотрению в официальных источниках. Сбор данных производился вручную без использования компьютерных программ в целях исключения пропуска уникальных данных, выражающих территориальную и отраслевую специфику конкретного агротехнопарка.

На втором этапе происходит формирование базы данных на основании собранного массива как текстовой, так и стоимостной информации методом агрегирования в виде ретроспективных и существующих агротехнопарковых структур. Информационной базой для кейс-анализа стали показатели, отражающие объем вложений в проект, количество созданных (планируемых) рабочих мест, срок реализации проекта, рентабельность проекта и результат деятельности технопарка и пр. Сбор и анализ отобранных показателей производился без применения автоматизированных средств.

На третьем этапе с опорой на сформированную базу данных производилась группировка ограничен-

ной и рисков, воздействующих на агротехнопарковые структуры, приводящих к активному развитию или ликвидации данных образований в конкретном субъекте РФ, что отражается в единой классификационной таблице. Уровень воздействия определен по критерию Сэвиджа.

#### **Результаты (Results)**

Начиная с 2011 года в РФ создается несколько агротехнопарков, которые во многом выступали площадкой для апробации такого формата развития агропромышленного комплекса. Данное обстоятельство было предопределено изменяющимися условиями во внешних и внутренних отношениях РФ, а также переходом на более наукоемкий и инновационный формат взаимодействия. Это отразилось и в значительном спектре отраслевой специализации. Так, например, «Агротехнопарк» в Сыктывкаре специализировался на выращивании корнеплодных и клубнеплодных культур с высоким содержанием крахмала и инулина на базе коллекционного питомниководства и вспомогательных посадок, а также коммерческих плантаций. Агробiotехнопарк «Волгоградский» стал средоточием коммуникаций разработчиков биотехнологий и агропроизводителей. Ориентация «Агротехнопарка» в Иркутске связана с обеспечением продовольственной безопасности с привлечением ретейлеров и активным задействованием дилерских сетей. Специализация агропромышленного парка «АгроТыва» связана с мясной и рыбной промышленностью, переработкой дикоросов и овощей.

Рассмотрим ключевые показатели развития агротехнопарковых структур в субъектах РФ (таблица 1).

Проведенный анализ развития отдельных агротехнопарков свидетельствует о высоком уровне воздействия внешних факторов, которые в конечном счете приводят к закрытию данных структур. Возникает закономерный вопрос: какого рода ограничения наиболее значимы для агротехнопарков?

Так, коллектив авторов [23] выделяет внутренние риски, связанные с невсхожестью семян, рассады; возможное распространение болезней; меняющиеся климатические условия и др. Также сюда можно отнести риски, сопряженные с износом техники, ненадежностью оборудования и пр. Кроме того, к рискам можно отнести нежелание как бизнеса, так и государства внедрять инновации в агропромышленную сферу из-за высокой вероятности финансовых потерь ввиду различных формальных условий. К важнейшим составляющим инновационной привлекательности агротехнопарков можно отнести:

- энергосберегающие и ресурсоэффективные технологии, позволяющие сократить уровень затрат на обеспечение функционирования инфраструктуры;

Таблица 1

Результаты ключевых показателей развития агротехнопарковых структур в субъектах РФ

Экономика

Показатели	Технопарки			
	«Агротехнопарк», Республика Коми, г. Сыктывкар	Агробiotехнопарк «Волгоградский», Волгоград	«Агротехнопарк», г. Иркутск	«АгроТыва», Республика Тыва, г. Кызыл
Объем вложений в проект, млн руб.	138,0*	136,7**	724,33***	632,9****
Количество рабочих мест	50	25	357	Более 250
Срок реализации	Не более 20 лет*****			
Рентабельность	12 %	Не заявлена. Получение дохода не являлось целью	43 %	7,13 %
Период функционирования	С 2012 года. Ликвидирован в 2022 г.	С 2011 года. Деятельность прекращена в 2017 г.	С 2015 года. Активную деятельность не осуществляет, занимается научными исследованиями и разработками, за 2022 год доход не получен	Планируется к открытию в 2024 г.

Примечание. \* В ценах 2012 года. \*\* В ценах 2011 года. \*\*\* В ценах 2015 года. \*\*\*\* В ценах 2019 года. \*\*\*\*\* Постановление Правительства РФ от 10.08.2021 г. № 1325 «Об утверждении Правил предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по возмещению части затрат управляющих компаний индустриальных (промышленных) парков и промышленных технопарков частной формы собственности на создание или увеличение площади территории индустриальных (промышленных) парков, промышленных технопарков».

Источник: составлено авторами.

Table 1

Results of key indicators of development of agrotechnopark structures in the constituent entities of the Russian Federation

Indicators	Technoparks			
	“Agrotechnopark”, Komi Republic, Syktyvkar	Agrobiotechnopark “Volgogradskiy”, Volgograd	“Agrotechno-park”, Irkutsk	“AgroTyva”, Republic of Tyva, Kyzyl
Volume of investments in the project, millions of rubles	138.0*	136.7**	724,33***	632,9****
Number of workplaces	50	25	357	More than 250
Term of realisation	Not more than 20 years*****			
Profitability	12 %	Not stated Income generation was not a goal	43 %	7,13 %
Functioning period	Since 2012. Liquidated in 2022	Since 2011. Activity ceased in 2017	Since 2015. Not active, engaged in research and development, no income for 2022	Planned to open in 2024

Note. \* In 2012 prices. \*\* In 2011 prices. \*\*\* In 2015 prices. \*\*\*\* In 2019 prices. \*\*\*\*\* Resolution of the Government of the Russian Federation No. 1325 of 10.08.2021 “On Approval of the Rules of Provision and Distribution of Subsidies from the Federal Budget to the Budgets of the Subjects of the Russian Federation for the Purpose of Co-financing the Expenditure Obligations of the Subjects of the Russian Federation on Reimbursement of Part of the Costs of Managing Companies of Industrial (Industrial) Parks and Industrial Technoparks of Private Ownership for Creation or Increase of the Territory Area of Industrial (Industrial) Parks, Industrial Technoparks”.

Source: compiled by the authors.



## Ограничения для развития агротехнопарковых структур по уровню воздействия

Ограничение	Характеристика	Уровень воздействия
Агроэкономическое	Снижение уровня государственной поддержки аграрного сектора	Низкий
	Нестабильное поступление денежных средств	
	Вероятность снижения инвестиционной привлекательности региона	
Природные	Ограниченность природных ресурсов, экологические нарушения	Средний
Производственные	Отсутствие крупных промышленных предприятий-инвесторов	Высокий
	Возможные нарушения договорных обязательств со стороны контрагентов	
	Слаборазвитая научно-образовательная инфраструктура	

Источник: составлено авторами.

Table 1  
Limitations for the development of agro-technopark structures by level of impact

Restriction	Characteristic	Level of impact
Agro-economic	Decrease in the level of state support for the agricultural sector	Low
	Unstable cash flow	
	Probability of reduction of investment attractiveness of the region	
Natural	Limited natural resources, environmental disturbances	Medium
Production	Absence of large industrial enterprises-investors	High
	Possible breaches of contractual obligations on the part of contractors	
	Weakly developed scientific and educational infrastructure	

Source: compiled by the authors.

– новаторство, способность создавать конкурентоспособную продукцию, способствующую не только импортозамещению, но и наполнению внутреннего рынка страны;

– экологические мероприятия, позволяющие минимизировать риски, связанные с нарушением природоохранного уровня региона.

К внешним рискам исследователи относят недостаточное финансирование, изменение ценовой политики на рынках сырья, удобрений, энергоресурсов и т. д. Также в исследованиях [24; 25] выделяются такие ключевые риски, как ограниченность семенного материала, дефицит сельскохозяйственной техники и оборудования, недостаток квалифицированных специалистов, трансформация логистических цепочек, высокие кредитные барьеры.

Кроме того, при создаваемой коллаборации достаточно большую роль необходимо отдавать научным организациям, вовлекаемым в данный проект: это повсеместная пропаганда и популяризация тематических исследований, выявление более эффективных путей решения существующих проблем в технопарковой структуре, а также прогнозирование возможных изменений на перспективу (как долго-

срочную, так и краткосрочную), что позволит аграриям своевременно подстроиться под будущую обстановку и избежать возможных рисков.

На основе проведенного анализа сформируем таблицу ограничений для развития агротехнопарковых структур как инструмента развития АПК по уровню воздействия (таблица 2).

Представленные группы рисков охватывают ключевые сферы воздействия на агротехнопарковые структуры. Уровень воздействия определен исходя из экспертных оценок, встречающихся в научной литературе [24; 25]. Границы воздействия определены по формуле Л. Сэвиджа [25].

Руководствуясь динамикой показателей развития агротехнопарков, отобранных для анализа, определим их позиции на матрице ограничений (рис. 1).

Так, ключевой сложностью для развития «Агротехнопарка» в Республике Коми стали ограниченность природных ресурсов и слаборазвитая научно-образовательная инфраструктура в регионе, что не позволило поддерживать статус агробиотехнопарка и привело к его ликвидации. В свою очередь, развитие агробиотехнопарка «Волгоградский» столкнулось с острой нехваткой кадров, которые тре-

бовались для активизации процессов в наукоемких сегментах, таких как геномика, биоинформатика, био- и нанотехнологии, что также поспособствовало его закрытию. Для развития «Агротехнопарка» в Иркутске оказалось сложным решение вопроса привлечения ретейлеров и других инвесторов, которые посчитали данный проект непривлекательным для дальнейшего развития, что привело к ограниченной функциональности данной структуры.

Таким образом, пока агротехнопарковые структуры как инструмент развития АПК не имеют значимой положительной результативности. Этому препятствует целый ряд условий, среди которых наиболее значимыми являются:

- несоответствие специализации агротехнопарковой структуры экономическому профилю региона, непродуманность бизнес-плана на стадии планирования, реализация проекта без учета региональных особенностей, в том числе и возможных;
- низкий уровень прогрессивных технологий, внедряемых в экономику регионов, в том числе незаинтересованность инвесторов в софинансировании новых проектов, как следствие – минимальный размер инвестиций в инновационные агротехнологии;
- высокий спрос на импортные разработки, недостаточность высокотехнологических разработок российского производства;

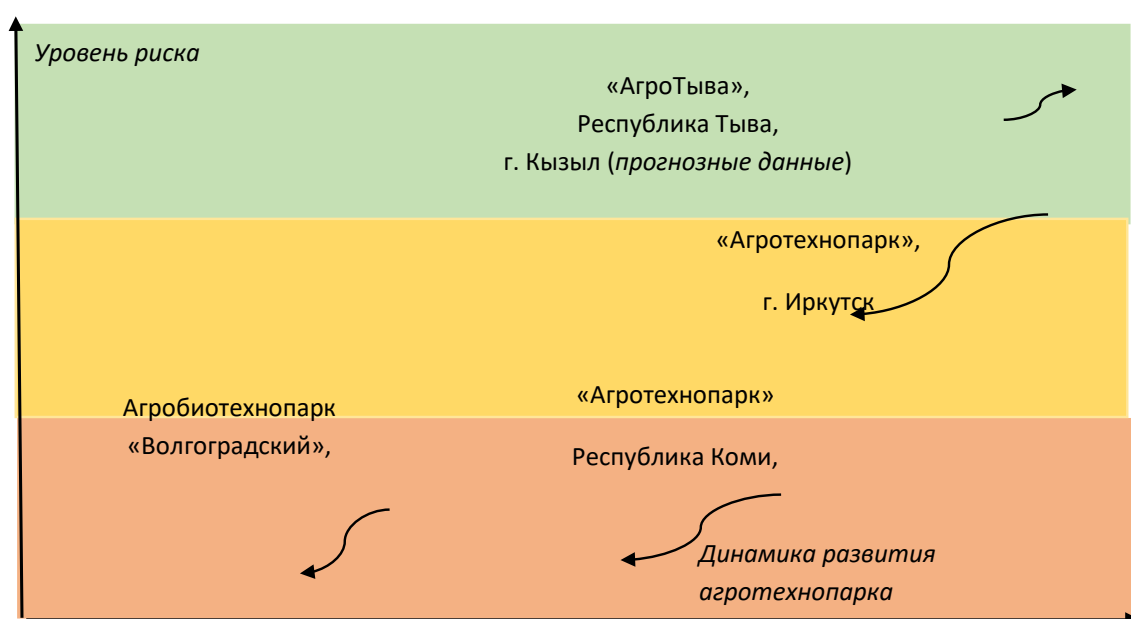


Рис. 1. Матрица ограничений с позициями развития агротехнопарков  
Источник: составлено авторами

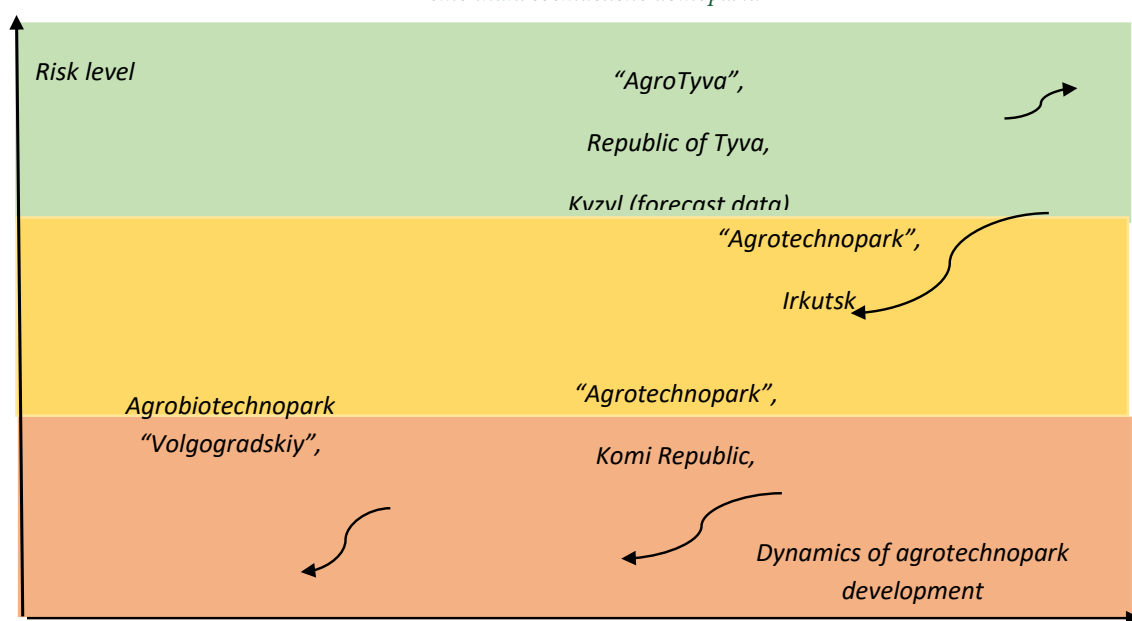


Fig. 1. Matrix of constraints with positions of agrotechnoparks development  
Source: compiled by the authors

– недостаточный вклад в развитие агротехнологий научно-исследовательских организаций, невозможность коммерциализации разрабатываемых проектов;

– преимущество возможностей более крупных промышленных аграриев над предприятиями малого и среднего бизнеса.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

По результатам проведенного исследования выявлено, что для достижения устойчивого развития аграрных технопарковых структур необходимы:

– достижение уровня технологического суверенитета в агропромышленном секторе;

– преимущественное использование российских разработок перед импортными посредством расширения возможностей использования прикладного научного потенциала;

– увеличение объемов инвестиций в инновационные аграрные технологии;

– оказание всесторонней поддержки малому и среднему бизнесу для вовлечения в деятельность и расширения возможностей агропромышленного сектора регионов.

Особенностями развития аграрных технопарковых структур могут стать быстрый переход к высокопродуктивным и экологически чистым агрохозяйствам, эффективная защита сельскохозяйственной продукции, ее качественная переработка и хранение посредством инновационной инженерно-транспортной инфраструктуры, что способствует

созданию безопасных и качественных продуктов питания. Кроме того, появляется возможность формирования эффективной системы управления и производства, привлечения достаточного объема инвестиций в данное направление, что также будет ориентировано на качественное решение государственных задач и удовлетворение потребностей экономики и общества.

Теоретическая значимость проведенного исследования заключается в научном обосновании сложившихся ограничений и рисков, воздействующих на организованные агротехнопарковые структуры в отдельных регионах РФ с целью определения перспектив их развития. С практической точки зрения полученные результаты позволяют оценить эффективность реализованных проектов по созданию агробиотехнопарков, их устойчивость к воздействию внешней среды и возможности долгосрочного развития.

Таким образом, развитие аграрных технопарковых структур в регионе станет эффективным и перспективным инструментом в области развития и поддержки агропромышленного комплекса только в случае концептуального изменения подхода к реализации данных проектов, которые бы учитывали территориальные и климатические ограничения; возможность трендового продвижения имеющихся проектов; включали прогнозы развития по различными сценариями; базировались на качественном резерве трудовых ресурсов.

#### **Библиографический список**

1. Ежегодный обзор «Технопарки России и Беларуси – 2022» [Электронный ресурс]. URL: [https://akitrf.ru/upload/medialibrary/e9f/pnsbep0gsfwcqr7g7nylokvrnmdsyiv/Obzor\\_Technoparki\\_Rossii\\_i\\_Belarusi\\_2022\\_13.01.2023\\_na%20сайт.pdf](https://akitrf.ru/upload/medialibrary/e9f/pnsbep0gsfwcqr7g7nylokvrnmdsyiv/Obzor_Technoparki_Rossii_i_Belarusi_2022_13.01.2023_na%20сайт.pdf) (дата обращения: 10.06.2024).
2. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 11.09.2024).
3. Medina S., Pokorny B. Agro-industrial development: Lessons from Brazil // *Land Use Policy*. 2022. Vol. 120. Article number 106266. DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106266.
4. Мелихов В. В., Новиков А. А., Козенко К. Ю., Комарова О. П. Агротехнопарки как средство и механизм преодоления системного кризиса сельского хозяйства России // *Фундаментальные исследования*. 2019. № 4. С. 84–88. DOI: 10.17513/fr.42443.
5. Etzkowitz H., Zhou C. *The Triple Helix. University – Industry – Government Innovation and Entrepreneurship*. 2nd Ed. London; New York: Routledge. 2018. 342 p. DOI: 10.4324/9781315620183.
6. Egea F. J., Torrente R. G., Aguilar A. An efficient agro-industrial complex in Almería (Spain): Towards an integrated and sustainable bioeconomy model // *New Biotechnology*. 2018. Vol. 40. Pp. 103–112. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.06.009.
7. Анфиногентова А. А., Дудин М. Н., Лясников Н. В., Проценко О. Д. Обеспечение российского агропромышленного комплекса высококвалифицированными кадрами в условиях глобального перехода к «зеленой экономике» // *Экономика региона*. 2018. № 14 (2). С. 638–650. DOI: 10.17059/2018-2-24.
8. Ананичева Е. П. Перспективы создания и использования агро(био)технопарка «Чкаловский» // *Московский экономический журнал*. 2023. Т. 8, № 12. DOI: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_12\_608.
9. Бычков В. В. Анализ и управление производственными рисками в тепличных комплексах АПК РФ // *Уникальные исследования XXI века*. 2015. № 8 (8). С. 23–29.
10. Erdin C., Ozkaya G. R&D investments and quality of life in Turkey // *Heliyon*. 2020. Vol. 6, Iss. 5. Article number e04006. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04006.

11. Guo X., Deng C., Wang D., et al. International comparison of the efficiency of agricultural science, technology, and innovation: a case study of g20 countries // Sustainability. 2021. Vol. 13. Article number 2769. DOI: 10.3390/su13052769.
12. Трутнев Д. М. Инновационная активность и агротехнопарки в сельскохозяйственном секторе как основа роста отрасли // Экономические науки. 2019. № 171. С. 80–83. DOI: 10.14451/1.171.80.
13. Горский М. А., Лабскер Л. Г. Синтетический критерий Вальда – Сэвиджа для игры с природой и его экономические приложения // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 4-2. С. 179–193. DOI: 10.17513/vaael.1071.
14. Steinke J., Ortiz-Crespo B., Etten J., Müller A. Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice // Agricultural Systems. 2022. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103313.
15. Ахметов В. Я. Проблемы и перспективы инновационного развития агропромышленного комплекса Республики Башкортостан // Научно-технологическое развитие АПК как драйвер экономического роста ЕАЭС: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Сергиев Посад, 2018. С. 30–39.
16. Zou Z., Ahmad M. Economic digitalization and energy transition for green industrial development pathways // Ecological Informatics. 2023. Vol. 78. Article number 102323. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2023.102323.
17. Fatmal I., Kasimin S., Nugroho A. Analysis of social activities value and economy activities value agricultural technology park in Aceh Besar district // International Journal of Multi-cultural and Multireligious Understanding. 2020. Vol. 7, No. 1. Pp. 60–67. DOI: 10.18415/ijmmu.v7i1.1291.
18. Xu X., Zou S., Liu J. Literature review on the evaluation system of agricultural science and technology innovation ability // 2nd International workshop on advances in social sciences (IWASS 2019). London, 2019. Pp. 1604–1607. DOI: 10.25236/iwass.2019.290.
19. Lainez M., González J. M., Aguilar A., Vela C. The Spanish bioeconomy strategy: towards sustainable knowledge-based innovation // New Biotechnology. 2018. Vol. 40. Pp. 87–95. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.05.006.
20. Liang H., Shi C., Abid N., Yu Y. Are digitalization and human development discarding the resource curse in emerging economies? // Resources Policy. 2023. Pp. 143–160. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103844.
21. Qin Z., Pei X., Andrianarimanana M. H., Shizhou W. Digital inclusive finance and the development of rural logistics in China // Heliyon. 2023. Vol. 9, Iss. 6. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17329.
22. Su Z., Wei J., Liu Y. Digital industrial platform development: a peripheral actor's perspective // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 194. Article number 122683. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122683.
23. Baierle I. C., Mairesse Siluk J. C., Gerhardt V. J., Michelin C. F., Neuenfeldt Junior Á. L., Benitez Nara E. O. Worldwide innovation and technology environments: research and future trends involving open innovation // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. 2021. Vol. 7, Iss. 4. Article number 229. DOI: 10.3390/joitmc7040229.
24. Mammadov J., Huseynov E., Talibov N., Akhmadova T., Ganjaliyeva G. Development of Program Tool For Expert Assessment of Innovation Projects in the Scientific Technopark // IFAC-PapersOnLine. 2018. Vol. 51, Iss. 30. Pp. 571–574. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.248.
25. Wang Y., Peng Q., Jin C., Ren J., Fu Y., Yue X. Whether the digital economy will successfully encourage the integration of urban and rural development: A case study in China // Chinese Journal of Population, Resources and Environment. 2023. Pp. 13–25. DOI: 10.1016/j.cjpre.2023.03.002.

**Об авторах:**

**Николай Юрьевич Зубарев**, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия; ORCID 0000-0002-9021-4058, AuthorID 670224. *E-mail: nu\_zubarev@mail.ru*

**Анна Александровна Урасова**, доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, директор, Пермский филиал Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия; ORCID 0000-0002-0598-5051, AuthorID 773894. *E-mail: urasova.aa@uiec.ru*

**Ирина Владимировна Царенко**, кандидат экономических наук, научный сотрудник, Пермский филиал Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия; ORCID 0000-0002-8115-9982, AuthorID 1030653. *E-mail: tsarenko.iv@uiec.ru*

**Юрий Николаевич Зубарев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агроботехнологий, главный научный сотрудник сектора организации и сопровождения НИР Управления научной и инновационной деятельности, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия; ORCID 0000-0002-6049-3244, AuthorID 522714. *E-mail: yn-zubarev@mail.ru*



## References

1. Annual review “Technoparks of Russia and Belarus – 2022” [Internet] [cited 2024 Jun 10]. Available from: [https://akitrf.ru/upload/medialibrary/e9f/pnsbep0gsfwcqr7g7nylokvrnmdsyiv/Obzor\\_Technoparki\\_Rossii\\_i\\_Belarusi\\_2022\\_13.01.2023\\_na%20сайт.pdf](https://akitrf.ru/upload/medialibrary/e9f/pnsbep0gsfwcqr7g7nylokvrnmdsyiv/Obzor_Technoparki_Rossii_i_Belarusi_2022_13.01.2023_na%20сайт.pdf). (In Russ.)
2. Decree of the President of the Russian Federation of 28.02.2024 No. 145 “On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation” [Internet] [cited 2024 Sep 11]. Available from: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358>. (In Russ.)
3. Medina S., Pokorny B. Agro-industrial development: Lessons from Brazil. *Land Use Policy*. 2022; 120: 106266. DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106266.
4. Melikhov V. V., Novikov A. A., Kozenko K. Yu. P. Agrotechnoparks as a means and mechanism for overcoming the systemic crisis of Russian agriculture. *Fundamental Research*. 2019; 4: 84–88. DOI: 10.17513/fr.42443. (In Russ.)
5. Etzkowitz H., Zhou C. The Triple Helix. *University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship*. 2nd Ed. London; New York: Routledge. 2018; 342 p. DOI: 10.4324/9781315620183.
6. Egea F. J., Torrente R. G., Aguilar A. An efficient agro-industrial complex in Almería (Spain): Towards an integrated and sustainable bioeconomy model. *New Biotechnology*. 2018; 40: 103–112. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.06.009.
7. Anfinogentova A. A., Dudin M. N., Lyasnikov N. V. Protsenko O. D. Providing the Russian Agro-Industrial Complex with highly qualified personnel in the context of the global transition to a “green economy”. *Economy of regions*. 2018; 14 (2): 638–650. DOI: 10.17059/2018-2-24. (In Russ.)
8. Ananicheva E. P. Prospects for the creation and use of agro(bio)technopark “Chkalovsky”. *Moscow Economic Journal*. 2023; 8: 12. DOI: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_12\_608. (In Russ.)
9. Bychkov V. V. Analysis and management of production risks in greenhouse complexes of the AIC of the Russian Federation. *Unique Researches of the XXI century*. 2015; 8 (8): 23–29. (In Russ.)
10. Erdin C., Ozkaya G. R&D investments and quality of life in Turkey. *Heliyon*. 2020; 6 (5): e04006. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04006.
11. Guo X., Deng C., Wang D., et al. International comparison of the efficiency of agricultural science, technology, and innovation: a case study of G20 countries. *Sustainability*. 2021; 13: 2769. DOI: 10.3390/su13052769.
12. Trutnev D. M. Innovation activity and agrotechnoparks in the agricultural sector as a basis for industry growth. *Economic Sciences*. 2019; 171: 80–83. DOI: 10.14451/1.171.80. (In Russ.)
13. Gorskiy M. A., Labsker L. G. The synthetic Wald-Savage criterion for the game with nature and its economic applications. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2020; 4 (2): 179–193. DOI: 10.17513/vael.1071. (In Russ.)
14. Steinke J., Ortiz-Crespo B., Etten J., Müller A. Participatory design of digital innovation in agricultural research-for-development: insights from practice. *Agricultural Systems*. 2022; 195 (1): 103313. DOI: 10.1016/j.agry.2021.103313.
15. Akhmetov V. Ya. Problems and prospects of innovative development of agro-industrial complex of the Republic of Bashkortostan. Scientific and technological development of agro-industrial complex as a driver of economic growth of the EAEU. *Collection of articles on the materials of the international scientific-practical conference*. Sergiev Posad, 2018. Pp. 30–39. (In Russ.)
16. Zou Z., Ahmad M. Economic digitalization and energy transition for green industrial development pathways. *Ecological Informatics*. 2023; 78: 102323. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2023.102323.
17. Fatmal I., Kasimin S., Nugroho A. Analysis of Social Activities Value and Economy Activities Value Agricultural Technology Park in Aceh Besar District. *International Journal of Multi-cultural and Multireligious Understanding*. 2020; 7 (1): 60–67. DOI: 10.18415/ijmmu.v7i1.1291.
18. Xu X., Zou S., Liu J. Literature Review on the Evaluation System of Agricultural Science and Technology Innovation Ability. *2nd International Workshop on Advances in Social Sciences (IWASS 2019)*. London, 2019. Pp. 1604–1607. DOI: 10.25236/iwass.2019.290.
19. Lainez M., González J. M., Aguilar A., Vela C. The Spanish bioeconomy strategy: towards sustainable knowledge-based innovation. *New Biotechnology*. 2018; 40: 87–95. DOI: 10.1016/j.nbt.2017.05.006.
20. Liang H., Shi C., Abid N., Yu Y. Are digitalization and human development discarding the resource curse in emerging economies? *Resources Policy*. 2023; 143–160. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103844.
21. Qin Z., Pei X., Andrianarimanana M. H., Shizhou W. Digital inclusive finance and the development of rural logistics in China. *Heliyon*. 2023; 9 (6): e17329. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e17329.
22. Su Z., Wei J., Liu Y. Digital industrial platform development: A peripheral actor's perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023; 194: 122683. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122683.

23. Baierle I. C., Mairesse Siluk J. C., Gerhardt V. J., Michelin C. .F., Neuenfeldt Junior Á. L., Benitez Nara E. O. Worldwide Innovation and Technology Environments: Research and Future Trends Involving Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. 2021; 7 (4): 229. DOI: 10.3390/joitmc7040229.

24. Mammadov J., Huseynov E., Talibov N., Akhmadova T., Ganjaliyeva G. Development of Program Tool For Expert Assessment of Innovation Projects in the Scientific Technopark. *IFAC-PapersOnLine*. 2018; 51 (30): 571–574. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.248.

25. Wang Y., Peng Q., Jin C., Ren J., Fu Y., Yue X. Whether the digital economy will successfully encourage the integration of urban and rural development: A case study in China. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*. 2023; 21 (1): 13–25. DOI: 10.1016/j.cjpre.2023.03.002.

**Authors' information:**

**Nikolay Yu. Zubarev**, candidate of economic sciences, senior lecturer of the department of world and regional economy, economic theory, Perm State University, Perm, Russia; ORCID 0000-0002-9725-9187, AuthorID 670224. *E-mail: nu\_zubarev@mail.ru*

**Anna A. Urasova**, doctor of economics sciences, associate professor, leading researcher, director, Perm Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia; ORCID 0000-0002-0598-5051, AuthorID 773894. *E-mail: urasova.aa@uiiec.ru*

**Irina V. Tsarenko**, candidate of economic sciences, research assistant, Perm Branch of the Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia; ORCID 0000-0002-8115-9982, AuthorID 1030653. *E-mail: tsarenko.iv@uiiec.ru*

**Yuriy N. Zubarev**, doctor of agricultural sciences, professor of the department of agrobiotechnologies, chief researcher of the sector of organization and support of research and development management of scientific and innovative activities, Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia; ORCID 0000-0002-6049-3244, AuthorID 522714. *E-mail: yn-zubarev@mail.ru*

## Перспективы российского экспорта мясной продукции из птицы в новых геополитических условиях

А. М. Капишников, Н. В. Воробьева<sup>✉</sup>

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: vorobeva1979@mail.ru

**Аннотация.** Целью научной работы является выявление основных тенденций и особенностей развития сегмента мяса и пищевых субпродуктов из мяса домашней птицы (М и ПСМДП) на мировом рынке, в том числе в экспорте регионов России, а также обоснование прогнозных значений страны в новых геополитических условиях. **Методы.** Научное исследование проводилось с использованием методов дедукции и индукции, экономико-математических методов, основное внимание уделено методу анализа 5 конкурентных сил Портера. **Результаты.** Выявлена трансформация продовольственного сегмента в мировом экспорте мяса и мясной продукции, возникающая под влиянием вкусовых предпочтений и ценовых колебаний. Приоритеты в выборе мяса изменились: наиболее востребованным стало мясо крупного рогатого скота и мясо птицы. Сельхозтоваропроизводители России наращивают свой производственный и экспортный потенциал в рассматриваемом продовольственном сегменте и имеют возможности войти в топ-10 стран – экспортеров мясной продукции из птицы. При этом акцент сделан на Ставропольском крае как лидере продаж мяса птицы за рубежом. С учетом геополитических условий в мире предложены мероприятия по сбыту мясной продукции из птицы в Ставропольском крае. Определена корреляционно-регрессионная зависимость экспорта мясной продукции в Ставропольском крае и экономических показателей исследуемого сегмента. **Научная новизна** состоит в уточнении параметров российского экспорта мясной продукции на основе выявленных тенденций путем обобщения прогнозных значений и корреляционно-регрессионного анализа экспорта Ставропольского края как ведущего экспортера в стране. Обоснован выбор конкурентного направления России при сбыте мясной продукции на мировом рынке, основанный на параметрах теории М. Портера, а также предложены направления по их совершенствованию.

**Ключевые слова:** мясная продукция из птицы, регион, экспорт, страны, экспортная цена, Российская Федерация, Ставропольский край, стратегические направления, прогнозные значения

**Для цитирования:** Капишников А. М., Воробьева Н. В. Перспективы российского экспорта мясной продукции из птицы в новых геополитических условиях // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 117–133. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-117-133>.

**Дата поступления статьи:** 17.04.2024, **дата рецензирования:** 10.09.2024, **дата принятия:** 27.09.2024.

## Prospects for Russian exports of poultry meat products in new geopolitical conditions

A. M. Kapishnikov, N. V. Vorobyeva<sup>✉</sup>

Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: vorobeva1979@mail.ru

ЭКОНОМИКА

**Abstract.** The purpose of the scientific work is to identify the main trends and features of the development of the segment of meat and food by-products from poultry meat (M and PSMDP) on the world market, including in the export of Russian regions, as well as to substantiate the country's forecast values in new geopolitical conditions. **Methods.** The scientific research was carried out using methods of deduction and induction, economic and mathematical methods, focusing on the method of analysis of Porter's 5 competitive forces. **Results.** The transformation of the food segment in the global export of meat and meat products, which arises under the influence of taste preferences and price fluctuations, has been revealed. Priorities in choosing meat have changed: cattle and poultry meat have become the most popular. Russian agricultural producers are increasing their production and export potential in the food segment under consideration and have the opportunity to enter the top 10 countries exporting poultry meat products. At the same time, the emphasis is on the Stavropol Territory, as the leader in sales of poultry meat abroad. Taking into account the geopolitical conditions in the world, measures have been proposed for the sale of poultry meat products in the Stavropol Territory. The correlation-regression dependence of the export of meat products in the Stavropol Territory and the economic indicators of the segment under study has been determined. **The scientific novelty** consists in clarifying the parameters of Russian exports of meat products based on identified trends by summarizing forecast values and correlation-regression analysis of exports of the Stavropol Territory, as the leading exporter in the country. The choice of Russia's competitive direction in the sale of meat products on the world market, based on the parameters of M. Porter's theory, is justified, and directions for their improvement are also proposed.

**Keywords:** poultry meat products, region, export, countries, export price, Russian Federation, Stavropol Territory, strategic directions, forecast values

**For citation:** Kapishnikov A. M., Vorobyova N. V. Prospects for Russian exports of poultry meat products in new geopolitical conditions. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 117–133. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-117-133>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 17.04.2024, **date of review:** 10.09.2024, **date of acceptance:** 27.09.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Мировой рынок мяса, как и другие виды рынков продовольствия, характеризуется определенными тенденциями и имеет свои особенности. Сегментирование по видам мяса в рамках исследования позволяет прогнозировать направления развития рынка и формирование новых ниш, что важно для каждого субъекта международных отношений независимо от его статуса: регион это или страна. Стратегическое значение рынка мяса и мясной продукции определено научным сообществом как продукция, содержащая белок животного происхождения и значимая для рациона человека. Рынок мяса и субпродуктов из мяса птицы является одним из наиболее важных в структуре продовольственного рынка в мире и имеет определенное преимущество над другими видами мяса. Птицеводческие хозяйства стран экспортируют в основном мясо кур. Тенденции к росту продаж птицеводческого сегмента подтверждаются статистическими данными международных организаций, которые также указывают

на изменения в товарном наполнении продовольственного сегмента, т. е. расширению ассортимента потребляемой продукции и увеличению спроса на непопулярные позиции мяса птиц (куриные лапы, крылья целые с тонким концом и целые без тонкого конца, локтевая часть крыла, субпродукты и другое). Причинами указанному тренду стали, во-первых, рост населения в азиатских и африканских странах, во-вторых, вкусы и традиции населения в государствах мира. Регионы России на протяжении нескольких лет активно поставляют мясную продукцию на экспорт, и об этом свидетельствуют показатели продовольственной безопасности по мясной продукции (например, в России для обеспечения населения требуется оптимальная медицинская норма – 31 кг, фактическое потребление в стране составило 34,3 кг), т. е. 100-процентная самообеспеченность, которой достигла страна. Несмотря на информационные ограничения, публикуемые Федеральной таможенной службой и другими источниками таможенной статистики, в работе ис-



пользовались систематические данные до 2022 года включительно, что на наш взгляд не препятствует в проведении научного исследования.

В связи с этим возникает необходимость определения основных трендов развития данного сегмента на глобальном уровне и определение приоритетов развития агропромышленного комплекса России и ее регионов.

Геополитические условия, сложившиеся в начале 2022 года, негативно отразились на внешне-экономической деятельности нашей страны, в том числе на торговом сотрудничестве России со странами Европы, Америки, Азии и Африки. Вводимые ограничения в отношении России, позволили стране пересмотреть свои ориентиры и, учитывая особенности сельскохозяйственного производства, осуществить разворот торговых отношений на африканские и азиатские страны, которые могут стать импульсом для наращивания объемов производства мяса птицы. В связи с этими обстоятельствами следует определить основные тенденции в торговле мясными продовольственными товарами в России и ее регионах, а также уточнить, как трансформируются мировые аграрные рынки этой продукции для нашей страны и какие экономические факторы коррелируют с экспортом продукции.

Целью работы является определение основных тенденций и особенностей развития рынка мяса и субпродуктов домашней птицы на мировом уровне, значение регионов России и определение их перспектив в экспорте продукции мясного подкомплекса в новых геополитических условиях. В качестве примера выбран регион Северо-Кавказского федерального округа – Ставропольский край, который представлен развитыми птицеводческими организациями и имеет стратегическое значение в рамках регионального АПК.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- исследовать экспортно-импортные потоки мяса домашней птицы в мире: проанализировать состояние продовольственного сегмента, сформулировать тенденции;
- охарактеризовать особенности функционирования России на целевом рынке и указать причины изменения позиций в мировом пространстве;
- уточнить географические приоритеты регионов России в экспорте мяса из птицы в сложившихся геополитических условиях, обоснованные с помощью прогнозных индикаторов;
- обосновать конкурентные преимущества регионов России и определить перспективные направления реализации мяса птицы на экспорт с учетом теории М. Портера.

В научных исследованиях отечественные и зарубежные ученые большое внимание уделяют определению тенденций развития и функционированию

мирового рынка мясной продукции и экспортно-импортным операциям в Российской Федерации, проявлен интерес к индикаторам международного рынка мяса и мясопродуктам из птицы [1–10], волатильности цен и их взаимосвязи с экспортными поставками [4; 5]. Значительное внимание исследователи проявляют к вопросам прогнозирования экспорта мяса и мясопродуктов в России и ее регионах в условиях повышенных рисков и неопределенности [2; 4; 5; 9; 11–15]. Д. Р. Барсегян посвятил свои исследования воздействию таможенно-тарифных и нетарифных методов регулирования, применяемых в рамках программы импортозамещения [16].

Сложившаяся в Российской Федерации самообеспеченность мясом птицы и экспортная направленность многих регионов происходят в условиях геополитической нестабильности, вызывая осторожность сельхозтоваропроизводителей в отношении будущего развития этого продовольственного сегмента [17–23]. В сформировавшихся условиях необходимы использование методов экстраполяции с дальнейшим определением возможностей развития внешней торговли мясной продукции в нашей стране, а также установление корреляционной зависимости экспорта с учетом производственных и экономических показателей. Однако этот вопрос в изученных работах не был освещен, а он имеет большое значение при определении экспортных возможностей, поэтому данной проблеме посвящено дальнейшее исследование.

Полученные результаты целесообразно применять в образовательной деятельности, а также использовать выявленные параметры в производственном процессе регионов страны, увеличивая экспортный потенциал и расширяя целевые ориентиры России за рубежом.

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

В исследовании использовались экономико-математические методы для построения прогнозов и определения корреляционно-регрессионных зависимостей. Метод анализа 5 конкурентных сил Портера позволил определить стратегические позиции ключевых регионов России. С помощью методов индукции и дедукции обоснованы тенденции на мировом рынке при реализации мясной продукции из птицы. Графическим методом наглядно представлены данные Федеральной таможенной службы и официальных сайтов международных организаций.

#### **Результаты (Results)**

##### **Тренды на рынке мяса и мясопродуктов из птицы в мировом пространстве**

Существующие негативные эффекты от производства и потребления мяса для окружающей среды и воздействие его на здоровье, а также призывы к переходу на заменители мяса никаким образом не снизили предпочтение населения к мясной продукции – наоборот, прослеживается положительная

тенденция в торговле мясом и мясопродуктами. Ключевыми товаропроизводителями этого продовольственного сегмента в мире считаются страны Европейского союза, государства Латинской и Северной Америки, Австралия, Испания, Нидерланды, Канада, Германия, Дания, Польша и Новая Зеландия. Сходство указанных государств связано с почвенно-климатическими условиями, объединенных оптимальными производственными факторами присущими для животноводческой продукции.

Производители мясной продукции, таможенные управления округов и государственные структуры предпринимают усилия по сохранению позиций Российской Федерации в мясном экспорте в мировой экономике, но положение ее колеблется в пределах 24-25 места, а ее удельный вес в экспортных поставках различных видов мяса варьирует в интервале 0,4–0,8 %. Темпы прироста в нашей стране составляют в среднем 250 млн долларов. На начало 2023 года экспорт мясной продукции составил примерно 1,2 млрд долларов [24].

Импортные поставки мяса и мясной продукции определяются соотношением спроса и предложения в странах. Средние значения импортируемой продукции составили в Китае – 20,1 % (в 2022 году объем импорта составил 18,6 %, или 30,9 млрд долл.), США и Японии – по 7,3 %, Германии – 5,2 %, Республике Корея – 4,1 %, Франции – 3,7 %, Мексике – 3,2 %. В каждой из указанных стран-импортеров прослеживаются реструктуризация товарной группы «Мясо и мясная продукция» и рост потребления мясной продукции из птицы. Так, для развивающихся стран с низким уровнем дохода важным фактором считается более низкая цена на птицу по сравнению с другими видами мяса, в странах с высоким уровнем дохода предпочтение отдается белому мясу, которое удобнее в приготовлении и воспринимается как более здоровая пища.

Учитывая положительные тенденции в мировом экспорте мяса и мясной продукции товарное наполнение данного сегмента, ежегодно трансформируется под влиянием вкусовых предпочтений и ценовых колебаний (рис. 1, 2). Приоритеты в импортной продукции по сегменту мясо выстроились в следующей последовательности (в % к 2017 году): 1-я позиция – «Мясо крупного рогатого скота, замороженное» (увеличение на 74,4 %, или 16,6 млн долларов), 2-я позиция – «Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы» (увеличение на 40,9 %, или 10,4 млн долларов), 3-я позиция – «Свинина свежая, охлажденная или замороженная» (увеличение на 12,3 %, или 3,7 млн долларов). Важно отметить, что с 2022 года резко возросли экспортные поставки мяса из птицы и субпродуктов из птицы, что связано с более низкими ценами на продукцию и переходом на диетическое мясо.

По прогнозам научного сообщества, ожидаемый рост потребления мяса птицы к 2030 году связан с коротким производственным циклом и способностью стремительно реагировать на сигналы рынка, быстро улучшая генетику, здоровье животных и меняя рационы кормления по сравнению с жвачными животными. Учитывая, что сегмент «Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы» в регионах Российской Федерации ежегодно наращивает свой экспортный потенциал (на начало 2023 года стоимостной объем достиг 760 млн долларов), не следует игнорировать этот продовольственный рынок по ряду причин (таблица 1). Внимание в мировом потреблении к данной товарной позиции обусловлено, во-первых, растущим предпочтением белого мяса, во-вторых, в странах с низким и средним уровнем дохода данная тенденция связана с более низкой ценой. Так, в исследованиях ФАО сказано об изменении структуры потребления мясных продуктов в пользу мяса птицы, т. е. рацион человека будет состоять из 47 % этой мясной продукции. [10].

В географии поставляемой продукции на первом месте в 2022 году по стоимости экспорта мясной продукции из птицы находится Бразилия (8,89 млрд долларов США) (таблица 1), на втором месте расположились США – 5,4 млрд долларов США. Россия, учитывая растущий экспортный потенциал по изучаемому сегменту, заняла 12-е место по стоимостному объему, а по физическому показателю находится на 10-й позиции.

Согласно показателям потребления, можно говорить о значимости данного вида продукта в национальном рационе питания нескольких густонаселенных стран. На конец 2022 года по стоимостному объему импорта первые три места заняли Китай, Германия и Мексика (таблица 2). Россия по данному сегменту продукции расположилась на 15-м месте. В период с 2017 по 2022 год стоимостная величина импорта увеличилась на 19,6 %. В четыре раза можно отметить значительный прирост импорта в иностранной валюте за 2017–2022 годы в Китае, на второй позиции – Мексика (прирост на 55 %) и Франция (на 60 %). В абсолютных значениях максимальное значение отмечено в Китае (на 3,14 млрд долларов).

Таким образом, мясная продукция из птицы в качестве ключевого элемента входит в пищевой рацион большинства государств, в том числе в Китае, Германии, Мексике, Франции и других странах. В значительных объемах продукцию данного сегмента потребляют в США и Китае. Однако, если рассматривать потребление на душу населения, то эти страны занимают 7-е и 112-е место соответственно (58,7 кг и 12,24 кг в год). Таким образом, по уровню потребления населением мяса наиболее экономически развитые страны значительно опережают страны с низким уровнем дохода и дефицитом продовольствия.

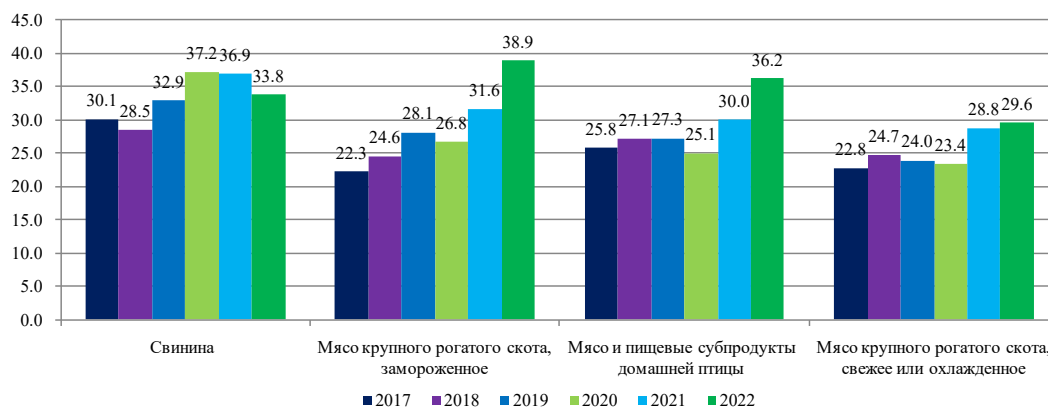


Рис. 1. Динамика экспорта продукции товарной группы «Мясо и изделия из мяса» в мире, млрд долларов  
Источник: составлено авторами на основе данных [25]

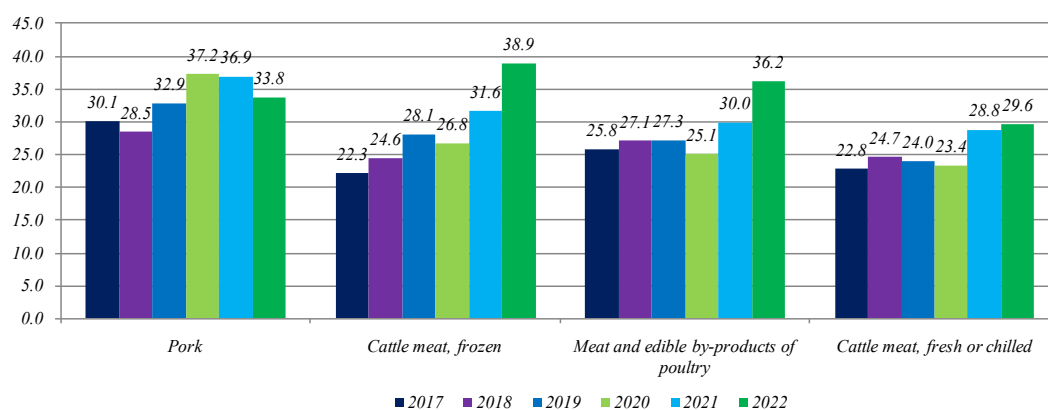


Fig. 1. Dynamics of exports of products of the “Meat and meat products” product group in the world, billion dollars  
Source: compiled by the authors based on data [25]

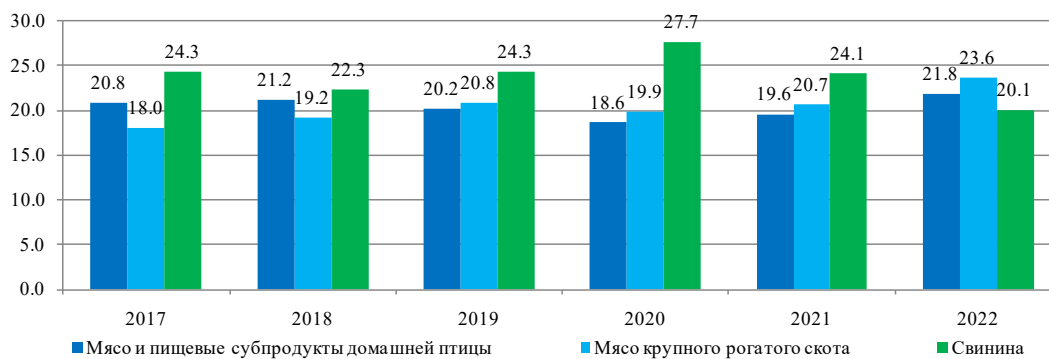


Рис. 2. Доля отдельных позиций мясopодуктов в мировом экспорте, %  
Источник: составлено авторами на основе данных [25]

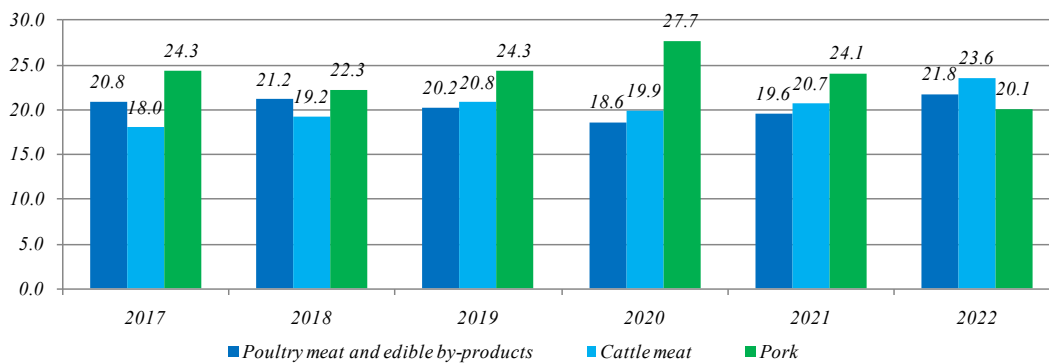


Fig. 2. Share of individual meat products in global exports, %  
Source: compiled by the authors based on data [25]

Таблица 1

Экспорт товарной позиции «М и ПСМДП» по основным странам, млрд долларов

Страны	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 к 2017	
							(+, -)	%
Весь мир	25,78	27,09	27,25	25,07	29,97	36,17	10,39	140,30
Бразилия	6,58	6,01	6,41	5,55	6,95	8,89	2,31	135,11
Соединенные Штаты Америки	3,63	3,63	3,75	3,83	4,77	5,40	1,77	148,76
Польша	2,11	2,79	2,92	2,65	3,21	4,51	2,40	213,74
Нидерланды	2,54	2,85	2,78	2,59	2,90	3,25	0,71	127,95
Бельгия	0,95	1,00	0,90	0,87	1,03	1,11	0,16	116,84
Германия	1,03	1,06	1,02	0,88	0,97	1,26	0,23	122,33

Источник: составлено авторами на основе данных [25].

Table 1

Export of the commodity item «Meat and edible poultry by-products» by main countries, billion dollars

Countries	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 to 2017	
							(+, -)	%
The whole world	25.78	27.09	27.25	25.07	29.97	36.17	10.39	140.30
Brazil	6.58	6.01	6.41	5.55	6.95	8.89	2.31	135.11
USA	3.63	3.63	3.75	3.83	4.77	5.40	1.77	148.76
Poland	2.11	2.79	2.92	2.65	3.21	4.51	2.40	213.74
Netherlands	2.54	2.85	2.78	2.59	2.90	3.25	0.71	127.95
Belgium	0.95	1.00	0.90	0.87	1.03	1.11	0.16	116.84
Germany	1.03	1.06	1.02	0.88	0.97	1.26	0.23	122.33

Source: compiled by the authors based on data [25].

Таблица 2

Импорт товарной позиции «М и ПСМДП» по основным странам в мире, млрд долларов

Страны	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 к 2017	
							(+, -)	%
Весь мир	24,13	25,73	26,21	25,11	28,87	36,15	12,02	149,81
Китай	1,03	1,14	2,01	3,50	3,51	4,17	3,14	404,9
Германия	1,75	2,03	1,86	1,65	1,77	2,23	0,48	127,4
Мексика	1,11	1,06	1,22	1,00	1,49	1,72	0,61	155,0
Франция	1,22	1,38	1,30	1,18	1,47	1,95	0,73	159,8
Великобритания	1,51	1,71	1,55	1,27	1,33	1,97	0,46	130,5
Япония	1,40	1,26	1,30	1,14	1,25	1,59	0,19	113,6
Саудовская Аравия	1,20	1,22	1,30	1,13	1,17	1,70	0,50	141,7

Источник: составлено авторами на основе данных [25].

Table 2

Import of the commodity item «Meat and edible poultry by-products» by major countries in the world, billion dollars

Countries	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 to 2017	
							(+, -)	%
The whole world	24.13	25.73	26.21	25.11	28.87	36.15	12.02	149.81
China	1.03	1.14	2.01	3.50	3.51	4.17	3.14	404.9
Germany	1.75	2.03	1.86	1.65	1.77	2.23	0.48	127.4
Mexico	1.11	1.06	1.22	1.00	1.49	1.72	0.61	155.0
France	1.22	1.38	1.30	1.18	1.47	1.95	0.73	159.8
Great Britain	1.51	1.71	1.55	1.27	1.33	1.97	0.46	130.5
Japan	1.40	1.26	1.30	1.14	1.25	1.59	0.19	113.6
Saudi Arabia	1.20	1.22	1.30	1.13	1.17	1.70	0.50	141.7

Source: compiled by the authors based on data [25].



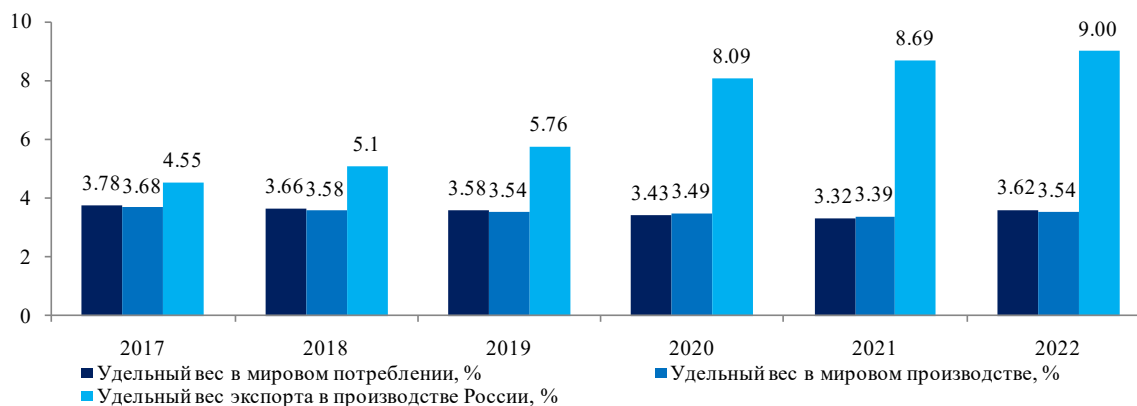


Рис. 3. Позиция России в мировом производстве, экспорте и потреблении мяса и субпродуктов из птицы  
Источник: составлено авторами на основе данных [24; 25]

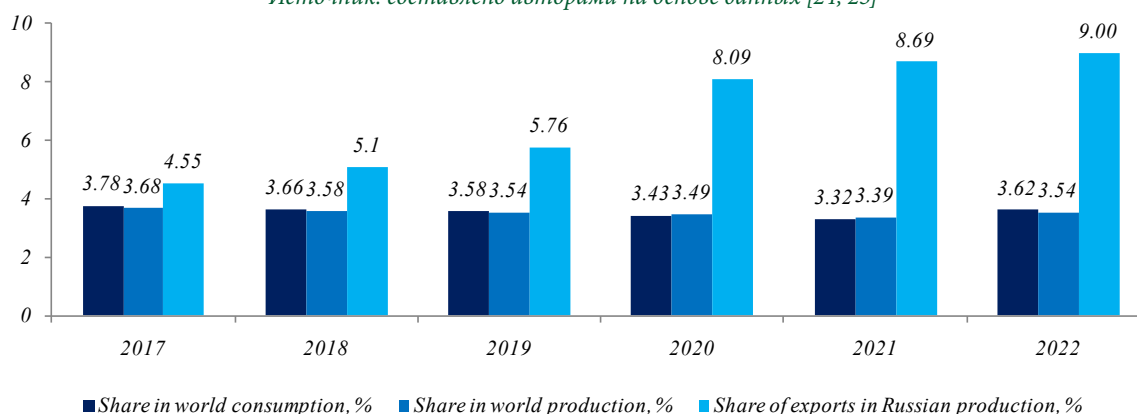


Fig. 3. Russia's position in global production, export and consumption of meat and poultry by-products  
Source: compiled by the authors based on data [24; 25]

### Специфика внешней торговли мясом и пищевыми субпродуктами домашней птицы в России

Производственные процессы в мясном подкомплексе, а также экспортные поставки имеют большое стратегическое значение для всех стран в мире и сопровождаются серьезными преобразованиями. Для многих стран характерны нововведения, созданные в области селекции и генетике, убое и внедрении новых технологий автоматизации. Однако на современном этапе удельный вес производства, параметры экспорта товаров группы «М и ПСМДП» на международном рынке свидетельствуют об укреплении позиций страны (рис. 3).

Согласно прогнозам российских ученых и принимая во внимание инвестиционные проекты и программы поддержки, к 2030 году ожидаемый прирост экспорта в мясном сегменте составит 1,4 %. В результате таких высказываний можно утверждать, что потребление мяса птицы на душу населения в мировых масштабах будет не только сохраняться, но и возрастать.

Позиция нашей страны в мировом пространстве объясняется не только средними потребительскими ценами, установившимися на мясной сегмент в российских регионах, но и привлекательной стоимостью при формировании импортной цены для азиатских и африканских государств, а также сформированными логистическими цепочками (рис. 4).

Согласно данным экспертов, на рост стоимости мяса оказали влияние зафиксированные вспышки заболеваний в ключевых регионах России, однако увеличение потребительской цены на мясо птицы не поменяло предпочтения населения России и других стран, и оно по-прежнему остается наиболее доступным для потребления по сравнению с ценами на говядину, баранину и свинину.

Согласно федеральному проекту «Экспорт продукции АПК», происходит вовлечение российских регионов в этот процесс. Участие каждого территориального образования отличается и основано на специализации региона, сформированной на протяжении десятилетий, что служит качественной составляющей при производстве продукции из мяса птицы [23].

Анализ направлений экспорта мяса птицы в России свидетельствует, что в 2022 году по сравнению с 2017 годом можно выделить приоритетные направления экспорта по продовольственному сегменту, который ориентирован на расширение рынков дальнего зарубежья, но при этом использует меры стимулирования и поддержки для диверсификации географии партнеров. На момент исследования существенные контрагенты для Российской Федерации представлены Китаем и Саудовской Аравией, Узбекистаном, Казахстаном, Белоруссией (таблица 3).

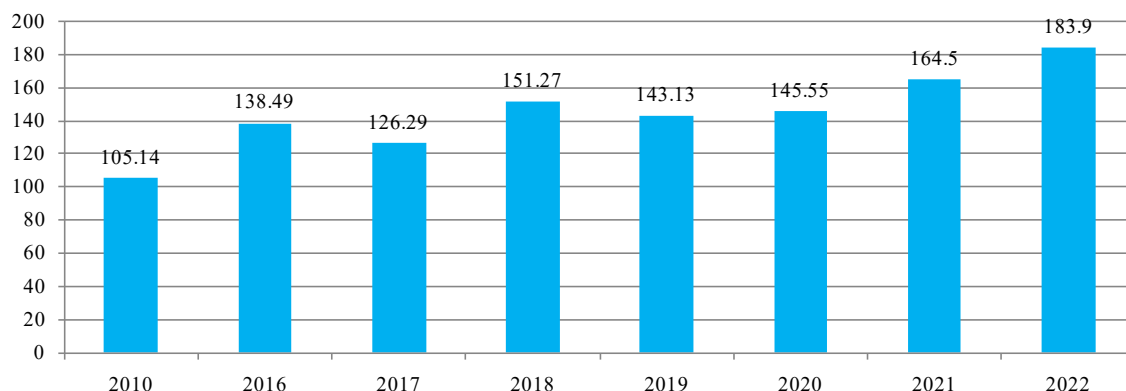


Рис. 4. Средние потребительские цены на мясо птицы в России, руб/кг  
 Источник: составлено авторами на основе данных [9]  
 Fig. 4. Average consumer prices for poultry meat in Russia, rub/kg  
 Source: compiled by the authors based on data [9]

Таблица 3

Экспорт товарной позиции «М и ПСМДП» по основным странам в России, млн долларов

Страна	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 к 2017	
							(+, -)	%
Весь мир	172,90	190,70	326,48	427,32	537,56	759,3	586,4	439,2
Китай	0,01	0,00	144,11	262,88	249,52	402,7	402,69	в 402 раза
Саудовская Аравия	0,00	6,50	28,50	27,48	82,26	166,6	166,6	...
Казахстан	37,55	36,22	36,74	45,16	47,95	66,7	29,15	177,6
Украина	55,93	55,29	48,37	38,91	36,47	...	-55,93	0,0
Беларусь	3,21	1,59	0,88	1,72	21,10	22,1	18,89	688,5
Кыргызстан	16,49	16,03	15,33	10,71	14,82	12,9	-3,59	78,2
Бенин	0,12	0,71	1,65	1,62	11,24	5,0	4,88	в 420 раз
Армения	7,72	4,94	6,81	3,83	8,67	18,6	10,88	240,9
Вьетнам	31,06	45,61	15,46	4,94	8,09	6,7	-24,36	21,6
Объединенные Арабские Эмираты	3,59	3,32	4,83	1,45	7,37	25,7	22,11	715,9

Источник: составлено авторами на основе данных [24; 25].

Table 3

Export of the commodity item “Meat and edible poultry by-products” by main countries in Russia, million dollars

Countries	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 to 2017	
							(+, -)	%
The whole world	172.90	190.70	326.48	427.32	537.56	759.3	586.4	439.2
China	0.01	0.00	144.11	262.88	249.52	402.7	402.69	402 times
Saudi Arabia	0.00	6.50	28.50	27.48	82.26	166.6	166.6	...
Kazakhstan	37.55	36.22	36.74	45.16	47.95	66.7	29.15	177.6
Ukraine	55.93	55.29	48.37	38.91	36.47	...	-55.93	0.0
Belarus	3.21	1.59	0.88	1.72	21.10	22.1	18.89	688.5
Kyrgyzstan	16.49	16.03	15.33	10.71	14.82	12.9	-3.59	78.2
Benin	0.12	0.71	1.65	1.62	11.24	5.0	4.88	420 times
Armenia	7.72	4.94	6.81	3.83	8.67	18.6	10.88	240.9
Vietnam	31.06	45.61	15.46	4.94	8.09	6.7	-24.36	21.6
United Arab Emirates	3.59	3.32	4.83	1.45	7.37	25.7	22.11	715.9

Source: compiled by the authors based on data [24; 25].

Если рассмотреть период 2017–2022 годов, то стоимостной объем экспортируемой Россией мясной продукции из птицы вырос в 4 раза (рис. 5), а удельный вес экспорта продовольственного сегмента страны в мировом экспорте постепенно увеличивается – с 0,5 % до 2,1 %.

По данным таможенной статистики можно проследить популярные сегменты продукции, приоб-

ретаемые в России китайскими организациями: в приоритете у китайского населения преобладают куриные лапы (65 тыс. т, цена лап – 3,5 долл/кг) и крылья (38 тыс. т, цена локтевой части крыла достигает 5 долл/кг). Необычная продукция, потребляемая в КНР, составляет более 90 % экспорта мяса птицы в России.

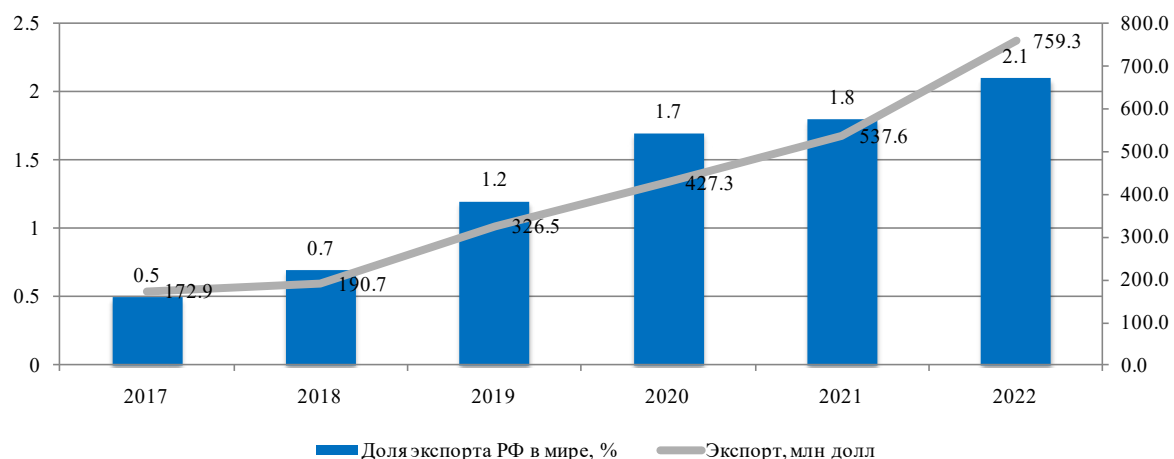


Рис. 5. Экспорт товарной позиции «Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы» в России  
Источник: составлено авторами на основе данных [24; 25]

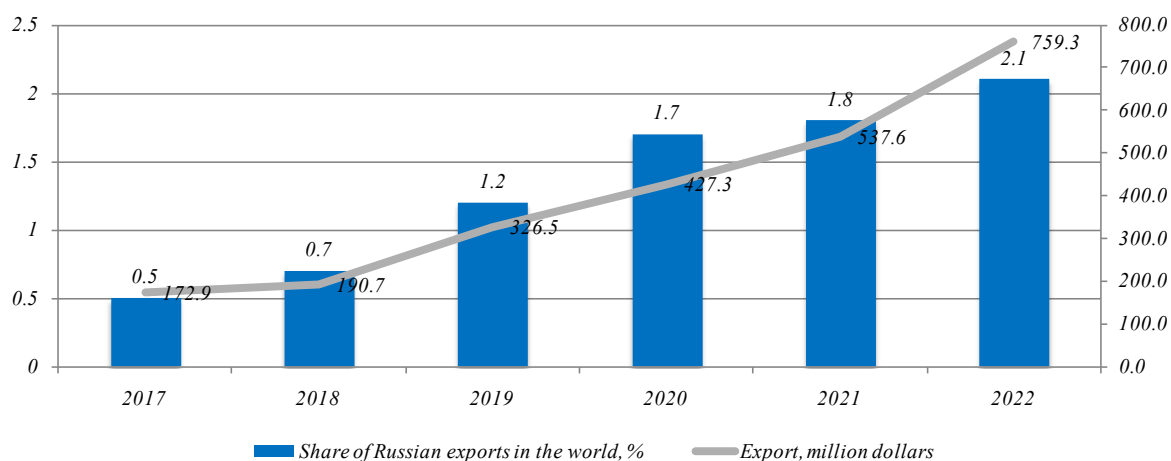


Fig. 5. Export of the commodity item "Meat and edible poultry by-products" in Russia [23]  
Source: compiled by the authors based on data [24; 25]

Таблица 4  
Экспортные цены на товары «М и ПСМДП» в основные страны контрагенты РФ, долл/т

Страна	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Весь мир	1059	1037	1556	1449	1765	...
Китай	2500	3000	2389	1810	2009	2998
Саудовская Аравия	0	1645	2149	1737	2646	3555
Казахстан	1256	1182	1243	990	1313	1471
Кыргызстан	1275	1106	1266	978	1242	1177
Азербайджан	1414	1278	1717	1496	1654	2042
ОАЭ	912	1543	1808	2678	2215	2676

Источник: составлено авторами на основе данных [24; 25].

Table 4  
Export prices for meat and edible poultry by-products to the main counterparty countries of the Russian Federation, dollars/t

Country	2017	2018	2019	2020	2021	2022
The whole world	1059	1037	1556	1449	1765	...
China	2500	3000	2389	1810	2009	2998
Saudi Arabia	0	1645	2149	1737	2646	3555
Kazakhstan	1256	1182	1243	990	1313	1471
Kyrgyzstan	1275	1106	1266	978	1242	1177
Azerbaijan	1414	1278	1717	1496	1654	2042
UAE	912	1543	1808	2678	2215	2676

Source: compiled by the author based on data [24; 25].

Кроме Китая, Российская Федерация заинтересована в странах Южной Африки, объем импорта которых достигает 350 тыс. т мяса птицы в год. Большим преимуществом для нашей страны может быть предложение для мусульманского населения продукции, соответствующей требованиям стандарта «Халаль» [26].

Для цен российского экспорта мясной продукции за период 2017–2022 годов характерна высокая волатильность (таблица 4). С 2019 года наблюдается резкий рост цен на исследуемый продовольственный сегмент на мировом рынке, тем не менее стоимость российской птицы по сравнению с продукцией других государств является довольно низкой, что дает возможность для российских сельхозтоваропроизводителей постоянно увеличивать экспортный потенциал.

При рассмотрении цен отдельно по каждой стране отмечается наивысшее значение при поставках в Китай и Саудовскую Аравию, что в первую очередь основывается на логистической составляющей. Привлекательными цены были при поставках мяса птицы в Казахстан, Украину, Кыргызстан, так как территориальное расположение основного экспортера (Ставропольский край) находится вблизи указанных государств.

Следует отметить, что данные российской статистики указывают на неравномерное размещение производства мяса птицы по федеральным округам страны: в Центральном ФО сосредоточено около 37 %, в Приволжском ФО – 23 %, Северо-Кавказском ФО – около 9 %. Различия в производственном потенциале административных единиц объясняются не только значительными масштабами территории, но и неблагоприятными климатическими условиями северных и дальневосточных регионов, относительно небольшой численностью населения в них [19]. Потенциальные возможности развития и резервы повышения экономической эффективности птицеводства имеются во всех регионах и отдельно взятых птицеводческих предприятиях России (лидер производства продукции – Белгородская область), однако в рейтинге регионов по экспортным поставкам «М и ПСМДП» наблюдается иная последовательность: первая позиция закрепилась за Ставропольским краем (около 29,0 %), второе место занимает Московская область (27,0 %), третье – Москва (10,0 %).

Совокупность социально-экономических, демографических и других факторов, характерных для развития отечественного производственного сектора мясной продукции из птицы, коррелирует с мировыми трендами, поэтому экспортные стратегии мясной продукции из птицы в нашей стране должны быть выстроены в соответствии с положениями Доктрины продовольственной безопасности. На фоне увеличения темпов роста экспорта

мяса птицы возможно возникновение ряда угроз: основная угроза при экспорте мяса и субпродуктов из мяса в нашей стране – угроза потери существующих клиентов, это связано с тем, что продукция данного сектора страны не обладает уникальными свойствами, так как в мире существуют другие сегменты мясной продукции (например, свинина, мясо КРС), а потребителей, как правило, привлекает товар с низкой стоимостью. Поэтому России следует реформировать свою ценовую политику в отношении мясной продукции, иначе угроза не приобретет потенциальный характер, а станет реальной проблемой для страны. Также следует учитывать, что российские птицеводческие фермы напрямую зависят от внутриотраслевой конкуренции и входа на рынок новых стран-конкурентов. Серьезными препятствиями могут стать укрепление племенного птицеводства за рубежом, повышение технической оснащенности птицеводческих предприятий, внедрение ресурсосберегающих технологий производства, дальнейшее развитие информационных технологий в отрасли, внедрение цифровых систем управления производства.

#### **Прогноз развития экспорта мяса и пищевых субпродуктов домашней птицы на мировом рынке, России и в Ставропольском крае**

Прогнозированию экспортной деятельности птицеводческих предприятий в рамках реализации мясной продукции в Ставропольском крае (в качестве лидера), в России и мировой экономике государственные структуры, центры агроэкспорта и другие организации должны уделять особое внимание в системе использования методов прогнозирования. Регионы страны должны понимать важность мясной продукции для потребителей, а также необходимость отражения данного сегмента в показателях продовольственной безопасности страны и мира и оцениваться с точки зрения геополитической ситуации.

В качестве исследуемых показателей использовали экспортные поставки позиции «М и ПСМДП» в мировом пространстве, по Северо-Кавказскому региону (Ставропольский край) и Российской Федерации в целом. Регрессионный анализ экспортной деятельности в мясном сегменте России показал (использовался период с 2015 по 2022 год), что наиболее достоверными оказались модели по таким странам, как Саудовская Аравия, Казахстан и Китай, а также по мясному сегменту России в целом и в Ставропольском крае (таблицы 5, 6). Положительный результат прогнозирования объясняется наличием общей границы между торговыми партнерами, также важную роль играет региональная интеграция с этими странами (ЕАЭС, ШОС, БРИКС). Так, К. Г. Бородин при разработке гравитационной модели указывает, что оценка влияния санкций может быть положительной, и объясняет



это тем, что предпочтения производителей в условиях резкого обесценения курса рубля в большей степени связаны с экспортом [11]. Китай как крупнейший в мире производитель мяса птицы, однако, имеющий ограниченные водные и земельные ресурсы, сдерживает внутреннее производство мяса и в ближайшее время продолжит быть в статусе «импортера», а, по мнению китайских потребителей, импортные продукты питания отличаются более высоким качеством по сравнению с продукцией местного производства (например, российское мясо птицы) [26]. Следовательно, российская продукция может вызвать у китайского потребителя большой интерес. Устоявшиеся экономические связи и сохраняющаяся логистическая доступность подтверждают дальнейшие торговые отношения по поставкам мяса птицы в Казахстан и Саудовскую Аравию. Полученные прогнозные значения мирового экспорта мяса птицы, согласно низкому коэффициенту детерминации, вызывают сомнения, что можно подтвердить сложившимися негативными геополитическими условиями, введением санкций и военными действиями, которые продолжаются и в настоящее время во всем мире (таблица 7).

Результаты прогнозных параметров указывают на то, что геополитические условия и затянувшаяся специальная военная операция не затрагивают торгового сотрудничества России с основными странами-партнерами (Китаем, Саудовской Аравией, Казахстаном), а, наоборот, подталкивают государства к созданию тесных внешнеэкономических связей и наращиванию объемов экспорта в продовольственном сегменте. Однако стране и региону нужна стратегия развития мясной продукции, способная увеличить объемы экспортируемой продукции с высокой степенью переработки за рубеж.

Поэтому сельхозтоваропроизводители и государственные структуры должны понимать, как воздействуют экономические факторы на экспортные показатели. В частности, это рассмотрено на примере экспорта мяса птицы в Ставропольском крае. Использование различных факторов, отражающихся на экспорте мясной продукции, рассмотрено в таблице 7.

Анализ данных показывает, что в модели наблюдается мультиколлинеарность факторов: прежде всего зависимость между  $X_2$  и  $X_1$ , а также  $X_2$  и  $X_3$ . Действительно, себестоимость мяса птицы в условиях санкций и других внутренних и внешних факторов в значительной степени зависит от производства мяса и субпродуктов домашних кур, а также затрат, связанных с приобретением кормовых добавок, инкубационных яиц и т. д. В свою очередь, экспортная цена определяется величиной себестоимости и полученным объемом производства мясной продукции.

Анализ регрессионной статистики свидетельствует о наличии тесной связи между анализируемыми факторами ( $R^2 = 0,9827$ ). В процессе корреляционно-регрессионного анализа установлено, что на изменение стоимостного объема экспорта мяса и субпродуктов домашней птицы в наибольшей степени влияют себестоимость, производство птицы в убойном весе и экспортные цены.

С учетом прогнозных значений и корреляционно-регрессионных зависимостей была использована модель пяти сил конкуренции Майкла Портера, на основе которой определены перспективы регионов России на мировом рынке мяса и субпродуктов домашней птицы при оценке возможного воздействия факторов внешней среды (таблица 8).

Таблица 5

## Прогноз экспорта позиции «М и ПСМДП» в мире, России и Ставропольском крае

Показатели	Уравнение тренда	$R^2$
Мировой экспорт, всего	$y = 1,962x + 20,841$	0,6793
Экспорт из России, всего	$y = 96,594x + 41,21$	0,9654
Экспорт из России в Китай	$y = 82,308x - 111,54$	0,9312
Экспорт из России в Саудовскую Аравию	$y = 30,265x - 54,036$	0,8024
Экспорт из России в Казахстан	$y = 5,4103x + 26,117$	0,7528
Экспорт из Ставропольского края, всего	$y = 18,837x - 22,073$	0,9044

Table 5

## Forecast for the export of meat and food by-products from meat in the world, Russia and the Stavropol Territory

Indicators	Trend equation	$R^2$
World total exports	$y = 1.962x + 20.841$	0.6793
Total exports from Russia	$y = 96.594x + 41.21$	0.9654
Export from Russia to China	$y = 82.308x - 111.54$	0.9312
Export from Russia to Saudi Arabia	$y = 30.265x - 54.036$	0.8024
Export from Russia to Kazakhstan	$y = 5.4103x + 26.117$	0.7528
Total exports from the Stavropol Territory	$y = 18.837x - 22.073$	0.9044

Таблица 6

Среднесрочный прогноз экспорта позиции «М и ПСМДП»

ЭКОНОМИКА

Показатели	Фактические значения					Прогнозные значения		Темпы роста, 2025 к 2019, %
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Мировой экспорт всего, млрд долларов	27,25	25,07	29,97	28,67	29,55	30,44	31,33	114,97
Экспорт из России всего, млн долларов	326,48	427,32	537,56	620,77	717,37	813,96	910,56	в 2,8 раза
Экспорт из России в Китай, млн долларов	144,11	262,88	249,52	359,87	436,06	512,25	588,44	в 4 раза
Экспорт из России в Саудовскую Аравию, млн долларов	28,5	27,48	82,26	84,60	103,15	121,70	140,25	в 5 раз
Экспорт из России в Казахстан, млн долларов	36,74	45,16	47,95	49,65	52,62	55,59	58,57	159,42
Экспорт из Ставропольского края всего, млн долларов	114	124	143,3	169,72	192,34	214,96	237,58	в 2 раза

Table 6

Medium-term forecast for the export of meat and food by-products from meat

Indicators	Actual values					Projected values		Growth rates, 2025 to 2019, %
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
World total exports, billion dollars	27.25	25.07	29.97	28.67	29.55	30.44	31.33	114.97
Total exports from Russia, million dollars	326.48	427.32	537.56	620.77	717.37	813.96	910.56	2.8 times
Export from Russia to China, million dollars	144.11	262.88	249.52	359.87	436.06	512.25	588.44	4 times
Export from Russia to Saudi Arabia, million dollars.	28.5	27.48	82.26	84.60	103.15	121.70	140.25	5 times
Export from Russia to Kazakhstan, million dollars	36.74	45.16	47.95	49.65	52.62	55.59	58.57	159.42
Total exports from the Stavropol Territory, million dollars	114	124	143.3	169.72	192.34	214.96	237.58	2 times

Таблица 7

Многофакторный корреляционно-регрессионный анализ экспорта мяса и пищевых субпродуктов из мяса птицы

Показатели	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Y – экспорт мяса и пищевых субпродуктов из мяса птицы, млн долларов	1			
X <sub>1</sub> – себестоимость мяса птицы, руб/ц	0,7889	1		
X <sub>2</sub> – производство птицы в убойном весе, тыс. тонн	0,7542	0,7662	1	
X <sub>3</sub> – экспортная цена на мясо птицы (средняя статистическая стоимость), доллар	0,9580	0,8331	0,6483	1
$Y = -204,5002 - 0,0206X_1 + 0,6924X_2 + 0,1492X_3 (R^2 = 0,9827)$				

Table 7

Multivariate correlation and regression analysis of exports of meat and poultry by-products

Indicators	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Y – export of meat and food by-products from poultry meat, million dollars	1			
X <sub>1</sub> – cost of poultry meat, rub/c	0.7889	1		
X <sub>2</sub> – poultry production in slaughter weight, thousand tons	0.7542	0.7662	1	
X <sub>3</sub> – export price for poultry meat (average statistical cost), dollars	0.9580	0.8331	0.6483	1
$Y = -204,5002 - 0,0206X_1 + 0,6924X_2 + 0,1492X_3 (R^2 = 0,9827)$				

**Определение конкурентной стратегии регионами России, учитывая экспортный потенциал мясной продукции из птицы**

Характеристика	Уровень	Описание	Направление работы
Угроза со стороны товаров-заменителей	Низкий	Страна обладает большим потенциалом по производству и экспорту мяса птицы. Мясо птицы является более дешевым, более богатым и полезным по количеству белка, а также менее калорийным	Диверсификация производства, позволяющая обеспечить экспорт продукции с высокой добавленной стоимостью
Угрозы внутриотраслевой конкуренции	Средний	Мировой рынок следует трактовать как конкурентный, существуют аналогичные товары в странах-конкурентах, однако они могут отличаться по качеству; есть ограничения в повышении цены	Для сохранения конкурентоспособности необходимо постоянно проводить мониторинг предложений конкурентов, следить за качеством продукции и появлением новых игроков
Угроза со стороны новых игроков	Средний	На мировом рынке сформирован основной круг экспортеров	Продолжить усовершенствование технологических процессов производства. Сосредоточиться на построении длительных отношений с покупателем
Угроза потери текущих клиентов	Высокий	Для рынка характерен узкий ассортиментный ряд. Продукция не уникальна: потребители всегда будут переключаться на товар по меньшей цене	Расширить географию партнеров среди стран Северной и Южной Африки. Исследовать вкусовые предпочтения населения, улучшить качество товара
Угроза нестабильности поставщиков	Средний	Средний уровень влияния поставщиков и зависимости от них	Поиск новых поставщиков с целью снижения зависимости от них и от издержек

*Table 8  
Determination of competitive strategy by Russian regions, taking into account the export potential of poultry meat products*

<i>Characteristic</i>	<i>Level</i>	<i>Description</i>	<i>Direction of work</i>
<i>Threat from substitute products</i>	<i>Low</i>	<i>The country has great potential for the production and export of poultry meat. Poultry meat is cheaper, richer and healthier in terms of protein, and is also considered lower in calories</i>	<i>Diversification of production to allow export of high value-added products</i>
<i>Threats of intra-industry competition</i>	<i>Medium</i>	<i>The world market should be interpreted as competitive; there are similar products in competing countries, but they may differ in quality; there are restrictions on increasing prices</i>	<i>To maintain competitiveness, it is necessary to constantly monitor competitors' offers, monitor product quality and the emergence of new players are restrictions on price increases</i>
<i>Threat from new players</i>	<i>Medium</i>	<i>The main circle of exporters has been formed on the world market</i>	<i>Continue to improve technological production processes. Focus on building long-term relationships with the buyer</i>
<i>Threat of losing current customers</i>	<i>High</i>	<i>The market is characterized by a narrow product range. The product is not unique: consumers will always switch to a product at a lower price</i>	<i>Expand the geography of partners among the countries of North and South Africa. Research the taste preferences of the population, improve the quality of the product</i>
<i>Threat of instability of suppliers</i>	<i>Medium</i>	<i>Average level of influence of suppliers and dependence on them</i>	<i>Search for new suppliers in order to reduce dependence on them and on costs</i>

Результаты анализа конкуренции продовольственного сегмента свидетельствуют о том, что наибольшими угрозами для конкурентоспособности экспортируемого мяса и субпродуктов из мяса в России является угроза потери текущих клиентов.

Это связано с тем, что товар страны не уникален и существуют аналоги. Потребители всегда будут переключаться на товар с меньшей ценой. Если страна изменит свою ценовую политику на продукцию, повысив цены, то это может привести к тому, что угроза станет не потенциальной, а реальной.

Также следует учитывать, что российские птицеводческие фермы напрямую зависят от внутриотраслевой конкуренции и входа на рынок новых стран-конкурентов.

Учитывая полученные итоговые значения, можно прийти к выводу, что сельхозтоваропроизводителям России необходимо поддерживать конкурентную стратегию «Фокус на издержках» для мяса и субпродуктов из мяса птицы, т. к. в этом в последнее время заключается преимущество изучаемого сегмента, и только низкие цены позволят поддерживать стабильное положение страны в ближайшей перспективе с учетом более высоких цен на мировом рынке. В то же время параллельно первой стратегии акцентировать внимание на стратегию «Дифференциация», направленную на совершенствование продовольственного мясного сегмента с учетом потребительских предпочтений азиатско-африканских потребителей (куриные лапы, крылья целые с тонким концом и целые без тонкого конца, локтевая часть крыла, субпродукты и другое). Это подтверждается мнением российских исследователей, которые ориентируют сельхозтоваропроизводителей на вкусовые предпочтения потенциальных иностранных потребителей, особенности культуры и сложившиеся традиции.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Исследования показали, что структура товарной группы «Мясо и продукты из мяса» трансформировалась: предпочтения к мясу птицы поднялось с третьей позиции на вторую, обогнав потребление свинины. Так, за анализируемый период отмечается интенсивное развитие мирового рынка «М и ПСМДП» в физическом весе на 3 % (с 16,5 млн тонн до 16,6 млн тонн). Россия по экспорту мяса птицы поднялась на 12-ю позицию, увеличив поставки данного потребительского сегмента на 100 тыс. тонн (с 210 до 310 тыс. тонн). В экспортных показателях нашей страны четко обозначились торговые партнеры, среди которых следует

отметить Китай, Саудовскую Аравию, Казахстан и Беларусь. Наиболее благоприятные условия для выращивания птицы созданы в южном регионе – Ставропольском крае, а также в Центральном федеральном округе (Московская область и г. Москва). Производственный потенциал этих административных образований превысил уровень самообеспеченности по потреблению, равный 102 %, и располагает излишками продукции для экспорта позиции «М и ПСМДП».

Нестабильная геополитическая ситуация 2022 года, специальная военная операция отразились негативно на многих отраслях АПК России, но не коснулись экспорта мяса птицы и пищевых субпродуктов, т. к. приоритеты нашей страны были расставлены на страны Азии и Африки, а прекращение поставок продовольственной продукции на Украину компенсировалось увеличением экспорта мясной продукции на Восток. Опираясь на результаты прогнозов экспорта мяса в Китай, Саудовскую Аравию и Казахстан, можно с уверенностью говорить о росте физического объема вывозимой продукции и дальнейшего расширения ассортимента товарной позиции. Об этом свидетельствуют данные конкурентного анализа, с помощью которых были определены стратегические направления для изучаемого сегмента: преимущество в затратах и дифференциация продукции в зависимости от предпочтений странами – импортерами российской продукции.

Внедрение указанных мероприятий позволит не только сформировать в России и ее регионах конкурентоспособный мясной подкомплекс, направленный на производство позиции «М и ПСМДП», но и сконцентрировать усилия на дифференциации продовольственных товаров по вкусовым предпочтениям, расширить линейку непопулярного сегмента (например, для Китая), ввести и поддержать стандарты качества, организовать дополнительные маркетинговые исследования по продвижению продукции.

#### **Библиографический список**

1. Мазлоев В. З., Хайруллина О. И. Импортзамещение и экспорт мяса: проблемы экономической доступности – за и против // АПК: Экономика, управление. 2019. № 6. С. 44–54. DOI: 10.33305/196-44.
2. Матвеева О. П. Импортзамещение как фактор развития экспорта мяса и пищевых мясных субпродуктов: региональный аспект // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2022. № 6. С. 27–41. DOI: 10.21295/2223-5639-2022-6-27-41.
3. Осинина А. Ю. Развитие рынка мяса и мясных продуктов в условиях структурной трансформации аграрного сектора России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2023. № 8. С. 155–162. DOI: 10.33938/238-155.
4. Ильина К. Н., Титова О. В. Оценка развития мясной отрасли в России // Инновационная экономика и право. 2022. № 2 (21). С. 22–29. DOI: 10.53015/2782-263X\_2022\_2\_22.
5. Мкртчян М. В., Ильина К. Н., Козлова Е. И. Проблемы российского экспорта мяса птицы // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2022. № 2. С. 38–42. DOI: 10.47581/2022/IE.2.60.07.
6. Гончаров В. Д., Селина М. В. Экспортный потенциал агропромышленного комплекса // Инвестиции в России. 2020. № 7 (306). С. 31–37.



7. Yakovenko N. A., Ivanenko I. S., Voronov A. S., Saninsky S. A. Trends in the formation of the commodity composition of the Russia's agrofood exports // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020. Vol. 12, No. 5. Special issue. Pp. 337–345. DOI: 10.5373/JARDCS/V12SP5/20201766.
8. Gö Götz L., Heigermoser M., Jamali Jaghdani T. Russia's food security and impact on agri-food trade // In: Wegren S. K., Nilssen F. (eds.) *Russia's role in the contemporary international agri-food trade system*. Palgrave Macmillan: Cham, 2022. Pp. 115–137. DOI: 10.1007/978-3-030-77451-6\_5.
9. Бородин К. Г. Основные направления развития инфраструктуры экспорта мяса // *Экономика сельского хозяйства России*. 2020. № 12. С. 86–92. DOI: 10.32651/2012-86.
10. Тихомиров А. И. Экспорт животноводческой продукции: основные тенденции и факторы развития // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2018. № 6. С. 24–28.
11. Бородин К. Г. Прогнозирование экспортно-ориентированных рынков агропродовольственной продукции // *Проблемы прогнозирования*. 2022. № 2. С. 142–154. DOI: 10.47711/0868-6351-191-142-154.
12. Иванченко А. В. Прогнозные сценарии соотношения производства на рынке мяса птицы по видам птиц на этапе интеграционных процессов // *Управленческий учет*. 2022. № 10. С. 65–75. DOI: 10.25806/ш10-1202265-75.
13. Сиптиц С. О., Романенко И. А., Евдокимова Н. Е. Сценарные прогнозы влияния развития интеграционных процессов на продуктовые рынки Евразийского экономического союза // *Проблемы прогнозирования*. 2019. № 1. С. 142–153.
14. Сударев Н. П., Шаркаева Г. А., Герасимов А. А. Место России на мировом рынке производства и потребления мяса // *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2022. № 1 (38). С. 41–47. DOI: 10.35523/2307-5872-2022-38-1-41-47.
15. Гончаров В. Д., Сальников С. Г., Селина М. В. Прогнозирование рынка мяса и мясопродуктов в России // *Инвестиции в России*. 2021. № 7 (318). С. 17–23.
16. Барсегян Д. Р. Влияние мер таможенно-тарифного регулирования на импортозамещение мяса и пищевых субпродуктов домашней птицы на рынке России // *Вестник университета*. 2020. № 11. С. 114–120. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-11-114-120.
17. Терновых К. С., Кучеренко О. И. Инновации в организации производства продукции животноводства в России // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 16, № 1 (76). С. 98–105. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_98.
18. Трифонова Е. Н. Оценка факторов, влияющих на экспорт продовольствия российских регионов // *Экономика региона*. 2023. № 19 (4). С. 1209–1223. DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-4-19.
19. Буяров А. В., Буяров В. С., Воронцова Е. В. Развитие мясного птицеводства России в современных экономических условиях // *Вестник аграрной науки*. 2022. № 2 (95). С. 99–112. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.2.99.
20. Гончаров В. Д., Сальников С. Г. Рынок мяса и мясопродуктов в России: оценка и перспективы // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2021. № 3 (72). С. 68–76. DOI: 10.33938/213-68.
21. Ушачев И. Г., Маслова В. В., Колесников А. В. Наращивание объемов агропромышленного производства для обеспечения продовольственной безопасности и увеличения экспортного потенциала АПК России // *Экономика региона*. 2022. № 18 (4). С. 1178–1193. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-4-15.
22. Чарыкова О. Г., Отинова М. Е., Тютюников А. А. Ключевые направления развития экспорта в сельском хозяйстве России: региональный аспект // *Экономика региона*. 2022. Т. 18, Вып. 1. С. 193–207. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-14.
23. Федеральный проект «Экспорт развития АПК» [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-informatsionnoy-politiki-i-spetsialnykh-proektov/industry-information/info-federalnyi-proekt-eksport> (дата обращения: 12.04.2024).
24. Экспорт из России [Электронный ресурс]. URL: <https://ru-stat.su/date-M201701-201712/RU/export/world> (дата обращения: 10.04.2024).
25. International Trade Center Trade Map (ITC Trade Map). 2020. Trade map database [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trademap.org/Index.aspx> (дата обращения: 06.02.2024).
26. Кравченко В. Птицеводство России: курс на экспорт в Китай // *Животноводство России*. 2020. № 12. С. 8–11.

**Об авторах:**

**Александр Михайлович Капишников**, аспирант, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия; ORCID 0009-0006-3304-7464, AuthorID 1252308.

E-mail: [sasha.kapishnikov@yandex.ru](mailto:sasha.kapishnikov@yandex.ru)

**Наталья Валерьевна Воробьева**, кандидат экономических наук, доцент, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия; ORCID 0000-0002-2786-826X, AuthorID 616240. *E-mail:* vorobeval1979@mail.ru

### References

1. Mazloev V. Z., Khayrullina O. I. Import substitution and export of meat: problems of economic availability – pros and cons. *AIC. Economics, Management*. 2019; 6: 44–54. DOI: 10.33305/196-44. (In Russ.)
2. Matveeva O. P. Import substitution as a factor in the development of exports of meat and edible meat by-products: a regional aspect. *Herald of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2022; 6: 27–41. DOI: 10.21295/2223-5639-2022-6-27-41. (In Russ.)
3. Osinina A. Yu. Development of the market for meat and meat products in the conditions of structural transformation of the agricultural sector of Russia. *Economics, Labor, Management in Agriculture*. 2023; 8: 155–162. DOI: 10.33938/238-155. (In Russ.)
4. Ilyina K. N., Titova O. V. Assessment of the development of the meat industry in Russia. *Innovative Economics and Law*. 2022; 2 (21): 22–29. DOI: 10.53015/2782-263X\_2022\_2\_22. (In Russ.)
5. Mkrtychyan M. V., Ilyina K. N., Kozlova E. I. Problems of Russian poultry meat exports. *Innovatsionnaya Ekonomika: Perspektivy Razvitiya i Sovershenstvovaniya*. 2022; 2: 38–42. DOI: 10.47581/2022/IE.2.60.07. (In Russ.)
6. Goncharov V. D., Selina M. V. Export potential of the agro-industrial complex. *Investments in Russia*. 2020; 7 (306): 31–37. (In Russ.)
7. Yakovenko N. A., Ivanenko I. S., Voronov A. S., Saninsky S. A. Trends in the formation of the commodity composition of the Russia's agrofood exports. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2020; 12 (5): 337–345. DOI: 10.5373/JARDCS/V12SP5/20201766.
8. Götz L., Heigermoser M., Jamali Jaghdani T. Russia's food security and impact on agri-food trade. In: Wegren S. K., Nilssen F. (eds.). *In: Russia's role in the contemporary international agri-food trade system*. Palgrave Macmillan: Cham. 2022: 115–137. DOI: 10.1007/978-3-030-77451-6\_5.
9. Borodin K. G. Main directions for the development of meat export infrastructure. *Economics of Agriculture of Russia*. 2020; 12: 86–92. DOI: 10.32651/2012-86. (In Russ.)
10. Tikhomirov A. I. Export of livestock products: main trends and development factors. *Economy of Agricultural and Processing Enterprises* 2018; 6: 24–28. (In Russ.)
11. Borodin K. G. Forecasting export-oriented markets of agri-food products. *Problems of Forecasting*. 2022; 2: 142–154. DOI: 10.47711/0868-6351-191-142-154. (In Russ.)
12. Ivanchenko A. V. Forecast scenarios of the ratio of production in the poultry meat market by bird species at the stage of integration processes. *Management Accounting*. 2022; 10: 65–75. DOI: 10.25806/uu10-1202265-75. (In Russ.)
13. Siptits S. O., Romanenko I. A., Evdokimova N. E. Scenario forecasts of the impact of the development of integration processes on the food markets of the Eurasian Economic Union. *Problems of Forecasting*. 2019; 1: 142–153. (In Russ.)
14. Sudarev N. P., Sharkaeva G. A., Gerasimov A. A. Place of Russia in the world market production and meat consumption. *Agrarian Journal of Upper Volga region*. 2022; 1 (38): 41–47. DOI: 10.35523/2307-5872-2022-38-1-41-47. (In Russ.)
15. Goncharov V. D., Salnikov S. G., Selina M. V. Forecasting the market for meat and meat products in Russia. *Investments in Russia*. 2021; 7 (318): 17–23. (In Russ.)
16. Barseghyan D. R. Influence of customs and tariff regulation measures on import substitution of meat and food by-products of poultry on the Russian market. *Vestnik Universiteta*. 2020; 11: 114–120. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-11-114-120. (In Russ.)
17. Ternovykh K. S., Kucherenko O. I. Innovations in the organization of livestock production in Russia. *Vestnik of Voronezh State Agrarian Universit.* 2023; 16 (1): 98–105. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_1\_98. (In Russ.)
18. Trifonova E. N. Assessment of factors affecting food exports of Russian regions: *Economy of Regions* 2023; 19 (4): 1209–1223. DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-4-19. (In Russ.)
19. Buyarov A. V., Buyarov V. S., Vorontsova E. V. Development of meat poultry farming in Russia in modern economic conditions. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022; 2 (95): 99–112. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.2.99. (In Russ.)
20. Goncharov V. D., Salnikov S. G. The market of meat and meat products in Russia: assessment and prospects. *Economics, Labor, Management in Agriculture*. 2021; 3 (72): 68–76. DOI: 10.33938/213-68. (In Russ.) THE

21. Ushachev I. G., Maslova V. V., Kolesnikov A. V. Increasing the volume of agro-industrial production to ensure food security and increase the export potential of the Russian agricultural sector. *Economy of Regions*. 2022; 18 (4): 1178–1193. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-4-15. (In Russ.)
22. Charykova O. G., Otinova M. E., Tyutyunikov A. A. Key directions of agricultural export development in Russian regions. *Economy of Regions*. 2022; 18 (1): 193–207. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-1-14. (In Russ.)
23. *Federal project “Export of agro-industrial complex development”* [Internet] [cited 2024 Apr 12]. Available from: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-informatsionnoy-politiki-i-spetsialnykh-proektov/industry-information/info-federalnyi-proekt-eksport>. (In Russ.)
24. *Export from Russia* [Internet] [cited 2024 Oct 04]. Available from: <https://ru-stat.su/date-M201701-201712/RU/export/world>. (In Russ.)
25. International Trade Center Trade Map (ITC Trade Map). 2020. *Trade Map Database* [Internet] [cited 2024 Jun 02]. Available from: <https://www.trademap.org/Index.aspx>. (In Russ.)
26. Kravchenko V. Poultry farming in Russia: course for export to China. *Animal Husbandry of Russia*. 2020; 12: 8–11. (In Russ.)

**Authors' information:**

**Aleksandr M. Kapishnikov**, postgraduate, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia; ORCID 0009-0006-3304-7464, AuthorID 1252308. *E-mail: sasha.kapishnikov@yandex.ru*

**Natalya V. Vorobyeva**, candidate of economic sciences, associate professor, Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia; ORCID 0000-0002-2786-826X, AuthorID 616240. *E-mail: vorobeval979@mail.ru*

## Продовольственная самообеспеченность в регионах Дальневосточного федерального округа

Н. М. Полянская<sup>1</sup>, Э. Б. Найданова<sup>2✉</sup>, Л. В. Тушкаева<sup>3</sup>, Н. В. Шобдоева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Бурятский государственный университет имени Д. Банзарова, Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup> Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия

<sup>3</sup> Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им В. Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

✉ E-mail: [erzhena\\_bolotova@mail.ru](mailto:erzhena_bolotova@mail.ru)

**Аннотация.** Актуальность исследования определяется исходя из влияния внешних и внутренних факторов на функционирование продовольственного рынка в России в современных условиях. Санкционная политика и продовольственное эмбарго изменили структуру ввоза и вывоза продовольствия, что обуславливает повышение значимости самообеспеченности на региональном уровне. Цель научной работы заключается в проведении комплексной оценки продовольственной самообеспеченности в дальневосточных регионах. Методы. Исследование проводилось с использованием методов индукции, дедукции, конкретизации, абстрагирования, моделирования, анализа, синтеза. Результаты. Обеспечение населения продовольствием требует особого внимания, особенно на территориях с экстремальным климатом, к числу которых относятся и регионы Дальневосточного федерального округа. Жители дальневосточных регионов в настоящее время питаются нерационально: в недостаточной мере потребляют продукты, содержащие белок животного происхождения (молочную, мясную продукцию, яйцо) и значительно недополучают в пищевом рационе свежие овощи-бахчевые и фрукты, содержащие клетчатку и витамины. Несбалансированный пищевой рацион, выражающийся в нехватке белка животного происхождения и свежей растительной клетчатки, негативно влияет на здоровье человека. Сельское хозяйство Дальневосточного федерального округа в последние годы находится в неблагоприятном состоянии из-за значительного уменьшения посевных площадей и сокращения поголовья сельскохозяйственных животных. Это вызывает уменьшение уровня продовольственного обеспечения населения регионов и снижение продовольственной безопасности страны в целом. Государству необходимо обратить особое внимание на исследование и решение этих вопросов. Научная новизна исследования заключается в дифференциации регионов Дальневосточного федерального округа и формировании групп по нескольким параметрам, что позволило выделить те субъекты, которые в наибольшей степени нуждаются в повышении уровня продовольственной самообеспеченности в современных условиях.

**Ключевые слова:** продовольственное обеспечение, самообеспеченность, регион, потребление, производство, сельское хозяйство, агропродовольственные системы

**Для цитирования:** Полянская Н. М., Найданова Э. Б., Тушкаева Л. В., Шобдоева Н. В. Продовольственная самообеспеченность в регионах Дальневосточного федерального округа // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 134–149. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-134-149>.

**Дата поступления статьи:** 06.07.2024, **дата рецензирования:** 05.09.2024, **дата принятия:** 29.09.2024.



## Food self-sufficiency in the regions of the Far Eastern Federal District

N. M. Polyanskaya<sup>1</sup>, E. B. Naydanova<sup>2✉</sup>, L. V. Tushkaeva<sup>3</sup>, N. V. Shobdoeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

<sup>2</sup> East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

<sup>3</sup> Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, Ulan-Ude, Russia

✉E-mail: erzhenabolotova@mail.ru

**Abstract.** The **relevance** of the study is determined based on the influence of external and internal factors on the functioning of the food market in Russia in modern conditions. The sanctions policy and the food embargo have changed the structure of food import and export, which leads to an increase in the importance of self-sufficiency at the regional level. **The purpose** of the scientific work is to conduct a comprehensive assessment of food self-sufficiency in the Far Eastern regions. **Methods.** The research was conducted using methods of induction, deduction, concretization, abstraction, modeling, analysis, synthesis. **Results.** Providing the population with food requires special attention, especially in areas with extreme climates, which include the regions of the Far Eastern Federal District. Residents of the Far Eastern regions currently eat irrationally: they insufficiently consume products containing animal protein (dairy, meat products, eggs) and significantly lack fresh vegetables and fruits containing fiber and vitamins in their diet. An unbalanced diet, expressed in a lack of animal protein and fresh vegetable fiber, negatively affects human health. Agriculture in the Far Eastern Federal District has been in an unfavorable state in recent years due to a significant decrease in acreage and a reduction in the number of farm animals. This causes a decrease in the level of food security for the population of the regions and a decrease in the food security of the country as a whole. The State needs to pay special attention to the study and solution of these issues. **The scientific novelty** of the study lies in the differentiation of the regions of the Far Eastern Federal District and the formation of groups according to several parameters, which made it possible to identify those subjects that most need to increase the level of food self-sufficiency in modern conditions.

**Keywords:** food supply, self-sufficiency, region, population, agriculture. agri-food systems

**For citation:** Polyanskaya N. M., Naydanova E. B., Tushkaeva L. V., Shobdoeva N. V. Food self-sufficiency in the regions of the Far Eastern Federal District. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 134–149. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-134-149>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 06.07.2024, **date of review:** 05.09.2024, **date of acceptance:** 29.09.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

В Стратегии пространственного развития России на период до 2025 года обозначена проблема значительного отставания территорий, относящихся к дальневосточному макрорегиону, по базовым параметрам, отвечающим за устойчивость развития, от среднероссийского уровня. Отмечено геостратегическое значение Дальневосточного федерального округа (ДФО) для обеспечения устойчивости, территориальной целостности и безопасности страны. Одной из задач определено обеспечение опережающего социально-экономического развития в этом макрорегионе [1]. Вместе с тем преобладающая часть территории ДФО характеризуется особыми, неблагоприятными условиями хозяйствования. В особой зоне риска – агропродовольственные системы и сельское хозяйство в частности. На его развитие в существенной мере влияют параметры биоклиматического потенциала, который определяет возможности производства продукции сельского

хозяйства и продовольствия. От реализации этих возможностей зависят продуктовая самообеспеченность, физическая и экономическая доступность продовольствия для населения, следовательно, и уровень жизни [2; 3].

Цель исследования – оценка уровня продовольственной самообеспеченности в регионах Дальневосточного федерального округа. Решены следующие задачи:

- рассмотрены основные природно-климатические и макроэкономические предпосылки развития аграрного производства в регионах;
- проведена оценка сложившегося уровня самообеспеченности продуктами питания и их потребления;
- проанализированы основные тенденции развития сельского хозяйства в регионах;
- определены концептуальные направления повышения уровня продовольственного обеспечения в регионах.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Теоретическая часть исследования основывается на обзоре публикаций соотечественников в периодических научных изданиях: в трудах рассматриваются проблемы продовольственной обеспеченности населения на региональном уровне, а также продовольственной безопасности на национальном уровне. Для достижения выделенных целей использованы методы индукции, дедукции, конкретизации, абстрагирования, моделирования, анализа, синтеза, сравнительного и динамического анализа.

Авторами проводится оценка ключевых параметров, которые отражают уровень обеспечения продовольствием населения регионов ДФО. На основе полученных результатов по оценке биоклиматического потенциала территорий с применением метода группировок были сформированы 3 группы регионов ДФО по территориально-демографическим критериям. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что регионы с экстремальными природно-климатическими условиями и высокими рисками ведения сельского хозяйства могут иметь достаточно стабильный уровень продовольственной самообеспеченности.

Информационную базу составили научные публикации, нормативные правовые акты, статистические данные Росстата.

**Результаты (Results)****Основные объективные предпосылки развития аграрного производства**

Огромная пространственная протяженность России, существенная климатическая и социально-экономическая дифференциация ее регионов предопределяют немалые ограничения и сложности их развития. Неблагоприятные почвенно-климатические условия на значительной части территории страны в определенной мере влияют на производственные затраты хозяйствующих субъектов, а в сельскохозяйственной отрасли и строительстве в большей степени [4].

Та часть территории, которая располагается на высоте более двух километров над уровнем моря или среднегодовым температурным режимом с показателем ниже  $-2$  °C, считается практически непригодной для проживания и ведения какой-либо рентабельной хозяйственной деятельности. Россия – самая большая страна по территориальному покрытию, однако всего лишь 30 % площадей можно отнести к эффективной территории. Поэтому для обеспечения устойчивого развития регионов и соответствия общемировым стандартам по уровню жизни населения, которое включает и достаточное самообеспечение продовольствием, необходимо расходовать на душу населения в несколько раз больше энергетических ресурсов [5].

Сравнивая среднестатистические расходы в России и европейских странах на строительство производственных объектов, в том числе и в сфере

аграрного сектора, можно отметить значительный ценовой вариационный размах, который может составлять порядка 2–2,5 раза [6]. Также можно проследить большой перевес затрат по инвестиционным вложениям на реализацию промышленно-строительных проектов, который составляет более 50 %, и по текущим затратам на отопление – на 30 % [7]. Наряду с этим сравнительно выше удельные затраты и на рабочую силу. Экстремальность и особая экстремальность природно-климатических условий сдерживают развитие многих отраслей народного хозяйства и ограничивают комфортность жизни людей [3; 8; 9]. Все это приводит к формированию сравнительно высокой себестоимости продукции и услуг в разных отраслях экономики, в том числе в сельском хозяйстве, что, соответственно, отражается на параметрах агропроизводства и продовольственной самообеспеченности в регионах.

Восток России остается пока малоосвоенным. На долю дальневосточных регионов приходится 2/5 от совокупного земельного фонда страны, более 8 % сельскохозяйственных угодий и 2,6 % посевных площадей страны при 1/20 численности населения страны и крайне низкой его плотности. ДФО включает 11 регионов, существенно различающихся ресурсным потенциалом, объективную основу которого составляет биоклиматический потенциал (БКП), определяемый на базе оценки обеспеченности территории светом, теплом, влагой, а также сложившегося уровня почвенного плодородия. Именно от параметров БКП зависят производственные возможности регионов по самообеспечению основными продуктами питания, следовательно, объемы ввоза-вывоза продовольствия.

На основе БКП регионы ДФО исследованы в разрезе трех групп: первая – с удовлетворительными почвенно-климатическими условиями (Еврейская автономная, Амурская области, Приморский край); вторая – с экстремальными (Республика Бурятия, Забайкальский и Хабаровский края); третья – с особо экстремальными условиями (Камчатский край, Магаданская и Сахалинская области, Республика Саха и Чукотский автономный округ) [2].

Самообеспеченность регионов основными продуктами питания не только основывается на природно-климатических условиях, но и учитывает такой критерий, как землеобеспеченность, то есть наличие и эффективность использования сельскохозяйственных угодий. Землеобеспеченность – площадь сельскохозяйственных угодий в расчете на одного жителя. В целом по ДФО она выше по сравнению со среднероссийскими показателями (таблица 1). Регионы с удовлетворительными почвенно-климатическими условиями (I группа) из-за более высокой плотности населения и существенно меньшей площади сельхозугодий обеспечены землей в меньшей степени, нежели регионы II группы (с экстремальными условиями).

Таблица 1

## Территориально-демографические параметры ДФО (на начало года)

№ группы	Регионы	Площадь, млн га (2022 г.)	Доля сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства в ВРП (2022 г., %)	Численность населения, тыс. чел.		Площадь с.-х. угодий, тыс. га (2022 г.)	
				2001 г.	2022 г.	Всего	На 1 жителя
I	Амурская область	36,19	4,8	923,0	772,5	2 733,5	3,536
	Еврейская автономная область	3,63	3,4	193,2	153,8	537,3	3,489
	Приморский край	16,47	8,9	2 120,0	1 863,0	1 649,4	0,885
	<i>По группе I</i>	<i>56,29</i>	<i>5,7</i>	<i>3 236,2</i>	<i>1 289,3</i>	<i>4 920,2</i>	<i>1,764</i>
II	Забайкальский край	43,19	3,9	1 179,0	1 043,5	7 645,6	7,330
	Республика Бурятия	35,13	4,2	997,0	982,6	3 145,1	3,286
	Хабаровский край	78,76	6,9	1460,0	1299,0	665,6	0,512
	<i>По группе II</i>	<i>157,08</i>	<i>5,0</i>	<i>3 636,0</i>	<i>3 325,1</i>	<i>11 456,3</i>	<i>3,474</i>
III	Камчатский край	46,43	22,7	366,4	312,7	475,6	1,519
	Магаданская область	46,25	4,4	193,9	137,8	121,5	0,887
	Республика Саха (Якутия)	308,35	1,4	957,5	992,1	1 640,2	1,653
	Сахалинская область	8,71	3,0	560,1	484,2	186,1	1,665
	Чукотский автономный округ	72,15	2,4	57,5	50,0	8,6	0,385
	<i>По группе III</i>	<i>481,89</i>	<i>6,78</i>	<i>2 135,4</i>	<i>1 976,8</i>	<i>2432,0</i>	<i>0,172</i>
	ДФО	659,26	5,6	9 007,6	8 091,2	18 808,5	2,32
	% к Российской Федерации	40,60	–	6,16	5,56	8,48	–
	Российская Федерация	1 712,52	4,7	146 304,0	145 557,5	221 900	1,45

Составлено и рассчитано по источнику [10].

Table 1

## Territorial and demographic parameters of the Far Eastern Federal District (at the beginning of the year)

Group number	Regions	Area, million hectares (2022)	The share of agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming in GRP (2022, %)	Population, thousand people		Agricultural land area, thousand hectares (2022)	
				2001	2022	Total	Per 1 resident
I	Amur region	36.19	4.8	923.0	772.5	2 733.5	3.536
	Jewish Autonomous Region	3.63	3.4	193.2	153.8	537.3	3.489
	Primorsky Krai	16.47	8.9	2 120.0	1 863.0	1 649.4	0.885
	<i>By group I</i>	<i>56.29</i>	<i>5.7</i>	<i>3 236.2</i>	<i>1 289.3</i>	<i>4 920.2</i>	<i>1.764</i>
II	Zabaykalsky Krai	43.19	3.9	1 179.0	1 043.5	7 645.6	7.330
	Republic of Buryatia	35.13	4.2	997.0	982.6	3 145.1	3.286
	Khabarovsk Krai	78.76	6.9	1460.0	1299.0	665.6	0.512
	<i>By group II</i>	<i>157.08</i>	<i>5.0</i>	<i>3 636.0</i>	<i>3 325.1</i>	<i>11 456.3</i>	<i>3.474</i>
III	Kamchatka Krai	46.43	22.7	366.4	312.7	475.6	1.519
	Magadan region	46.25	4.4	193.9	137.8	121.5	0.887
	Republic of Sakha (Yakutia)	308.35	1.4	957.5	992.1	1 640.2	1.653
	Sakhalin region	8.71	3.0	560.1	484.2	186.1	1.665
	Chukotka Autonomous Okrug	72.15	2.4	57.5	50.0	8.6	0.385
	<i>By group III</i>	<i>481.89</i>	<i>6.78</i>	<i>2 135.4</i>	<i>1 976.8</i>	<i>2432.0</i>	<i>0.172</i>
	Far Eastern Federal District	659.26	5.6	9 007.6	8 091.2	18 808.5	2.32
	% of the Russian Federation	40.60	–	6.16	5.56	8.48	–
	Russian Federation	1 712.52	4.7	146 304.0	145 557.5	221 900	1.45

Compiled and calculated according to source [10].

Таблица 2

Самообеспеченность регионов основными продуктами питания и уровень их рационального потребления населением в 2022 году

Экономика

№ группы	Регионы	Хлеб		Картофель		Овоще-бахчевые		Мясо		Молоко		Яйцо	
		СО*	РП**	СО	РП	СО	РП	СО	РП	СО	РП	СО	РП
I	Амурская область	609,1	137,1	285,3	140,0	46,9	90,7	66,1	90,5	58,9	63,4	102,3	126,9
	Еврейская автономная область	66,4	112,4	204,1	144,4	38,7	67,1	9,2	74,3	20,2	59,0	33,5	77,7
	Приморский край	363,3	111,3	126,8	111,1	38,0	71,4	60,9	122,9	22,7	53,1	58,8	111,5
	<i>В среднем по группе I</i>	<i>346,3</i>	<i>120,3</i>	<i>205,4</i>	<i>131,9</i>	<i>41,2</i>	<i>76,4</i>	<i>53,1</i>	<i>95,9</i>	<i>33,9</i>	<i>58,4</i>	<i>65,0</i>	<i>105,4</i>
II	Забайкальский край	178,4	111,3	103,8	107,8	12,7	55,7	63,1	100,0	98,9	80,1	19,6	63,8
	Республика Бурятия	123,4	108,2	117,0	83,3	27,6	45,0	59,1	83,8	29,2	54,3	36,5	78,5
	Хабаровский край	13,2	111,3	66,7	70,0	22,8	76,4	6,5	97,3	5,7	64,6	90,4	115,4
	<i>В среднем по группе II</i>	<i>105,0</i>	<i>110,3</i>	<i>95,8</i>	<i>87,0</i>	<i>21,0</i>	<i>59,1</i>	<i>42,8</i>	<i>93,6</i>	<i>44,6</i>	<i>66,5</i>	<i>48,8</i>	<i>85,8</i>
III	Камчатский край	1,0	103,1	158,2	97,8	32,4	78,6	31,4	105,4	24,9	48,1	89,6	96,2
	Магаданская область	0	119,6	63,7	62,2	23,4	60,7	2,9	112,2	14,1	81,1	82,7	103,5
	Республика Саха	10,4	137,1	81,9	88,9	18,9	46,4	31,8	117,6	49,1	84,5	59,6	95,4
	Сахалинская область	0	101,0	157,0	93,3	63,1	67,1	32,6	124,3	38,2	47,8	110,0	114,6
	Чукотский автон. округ	0	59,8	2,3	46,7	4,5	25,0	17,0	62,2	0	32,9	60,0	74,6
	<i>В среднем по группе III</i>	<i>2,3</i>	<i>112,2</i>	<i>92,7</i>	<i>77,8</i>	<i>28,5</i>	<i>55,6</i>	<i>23,1</i>	<i>104,3</i>	<i>25,3</i>	<i>58,7</i>	<i>80,4</i>	<i>96,5</i>
	ДФО	184,2	115,5	125,0	97,8	30,4	65,0	44,1	105,4	37,8	63,4	64,6	100,4
	РФ	1109,4	116,5	142,7	93,3	66,4	74,3	108,4	105,4	69,9	74,8	121,2	110,8

Примечание. \* СО – самообеспеченность (среднедушевое производство к рациональной норме, %); \*\* РП – уровень рационального потребления (среднедушевое потребление к рациональной норме, %).

Составлено и рассчитано по источникам [10; 12].

Table 2

Self-sufficiency of regions with basic foodstuffs and the level of their rational consumption by the population in 2022

Group number	Regions	Bread		Potatoes		Vegetables melons		Meat		Milk		Egg	
		SS*	RC**	SF	RC	SF	RC	SF	RC	SF	RC	SF	RC
I	<i>Amur region</i>	<i>609.1</i>	<i>137.1</i>	<i>285.3</i>	<i>140.0</i>	<i>46.9</i>	<i>90.7</i>	<i>66.1</i>	<i>90.5</i>	<i>58.9</i>	<i>63.4</i>	<i>102.3</i>	<i>126.9</i>
	<i>Jewish Autonomous Region</i>	<i>66.4</i>	<i>112.4</i>	<i>204.1</i>	<i>144.4</i>	<i>38.7</i>	<i>67.1</i>	<i>9.2</i>	<i>74.3</i>	<i>20.2</i>	<i>59.0</i>	<i>33.5</i>	<i>77.7</i>
	<i>Primorsky Krai</i>	<i>363.3</i>	<i>111.3</i>	<i>126.8</i>	<i>111.1</i>	<i>38.0</i>	<i>71.4</i>	<i>60.9</i>	<i>122.9</i>	<i>22.7</i>	<i>53.1</i>	<i>58.8</i>	<i>111.5</i>
	<i>By group I</i>	<i>346.3</i>	<i>120.3</i>	<i>205.4</i>	<i>131.9</i>	<i>41.2</i>	<i>76.4</i>	<i>53.1</i>	<i>95.9</i>	<i>33.9</i>	<i>58.4</i>	<i>65.0</i>	<i>105.4</i>
II	<i>Zabaykalsky Krai</i>	<i>178.4</i>	<i>111.3</i>	<i>103.8</i>	<i>107.8</i>	<i>12.7</i>	<i>55.7</i>	<i>63.1</i>	<i>100.0</i>	<i>98.9</i>	<i>80.1</i>	<i>19.6</i>	<i>63.8</i>
	<i>Republic of Buryatia</i>	<i>123.4</i>	<i>108.2</i>	<i>117.0</i>	<i>83.3</i>	<i>27.6</i>	<i>45.0</i>	<i>59.1</i>	<i>83.8</i>	<i>29.2</i>	<i>54.3</i>	<i>36.5</i>	<i>78.5</i>
	<i>Khabarovsk Krai</i>	<i>13.2</i>	<i>111.3</i>	<i>66.7</i>	<i>70.0</i>	<i>22.8</i>	<i>76.4</i>	<i>6.5</i>	<i>97.3</i>	<i>5.7</i>	<i>64.6</i>	<i>90.4</i>	<i>115.4</i>
	<i>By group II</i>	<i>105.0</i>	<i>110.3</i>	<i>95.8</i>	<i>87.0</i>	<i>21.0</i>	<i>59.1</i>	<i>42.8</i>	<i>93.6</i>	<i>44.6</i>	<i>66.5</i>	<i>48.8</i>	<i>85.8</i>
III	<i>Kamchatka Krai</i>	<i>1.0</i>	<i>103.1</i>	<i>158.2</i>	<i>97.8</i>	<i>32.4</i>	<i>78.6</i>	<i>31.4</i>	<i>105.4</i>	<i>24.9</i>	<i>48.1</i>	<i>89.6</i>	<i>96.2</i>
	<i>Magadan region</i>	<i>0</i>	<i>119.6</i>	<i>63.7</i>	<i>62.2</i>	<i>23.4</i>	<i>60.7</i>	<i>2.9</i>	<i>112.2</i>	<i>14.1</i>	<i>81.1</i>	<i>82.7</i>	<i>103.5</i>
	<i>Republic of Sakha (Yakutia)</i>	<i>10.4</i>	<i>137.1</i>	<i>81.9</i>	<i>88.9</i>	<i>18.9</i>	<i>46.4</i>	<i>31.8</i>	<i>117.6</i>	<i>49.1</i>	<i>84.5</i>	<i>59.6</i>	<i>95.4</i>
	<i>Sakhalin region</i>	<i>0</i>	<i>101.0</i>	<i>157.0</i>	<i>93.3</i>	<i>63.1</i>	<i>67.1</i>	<i>32.6</i>	<i>124.3</i>	<i>38.2</i>	<i>47.8</i>	<i>110.0</i>	<i>114.6</i>
	<i>Chukotka Autonomous Okrug</i>	<i>0</i>	<i>59.8</i>	<i>2.3</i>	<i>46.7</i>	<i>4.5</i>	<i>25.0</i>	<i>17.0</i>	<i>62.2</i>	<i>0</i>	<i>32.9</i>	<i>60.0</i>	<i>74.6</i>
	<i>By group III</i>	<i>2.3</i>	<i>112.2</i>	<i>92.7</i>	<i>77.8</i>	<i>28.5</i>	<i>55.6</i>	<i>23.1</i>	<i>104.3</i>	<i>25.3</i>	<i>58.7</i>	<i>80.4</i>	<i>96.5</i>
	<i>Far Eastern Federal District</i>	<i>184.2</i>	<i>115.5</i>	<i>125.0</i>	<i>97.8</i>	<i>30.4</i>	<i>65.0</i>	<i>44.1</i>	<i>105.4</i>	<i>37.8</i>	<i>63.4</i>	<i>64.6</i>	<i>100.4</i>
	<i>Russian Federation</i>	<i>1109.4</i>	<i>116.5</i>	<i>142.7</i>	<i>93.3</i>	<i>66.4</i>	<i>74.3</i>	<i>108.4</i>	<i>105.4</i>	<i>69.9</i>	<i>74.8</i>	<i>121.2</i>	<i>110.8</i>

Note. \* SS – self-sufficiency (average per capita production to the rational norm, %); \*\* RC – level of rational consumption (average per capita consumption to the rational norm, %). Compiled and calculated based on sources [10; 12].



III группа регионов – с особо экстремальными почвенно-климатическими условиями – имеет наименьшую землеобеспеченность. Регионы данной группы характеризуются и наименьшей плотностью населения.

Агропродовольственный сектор дальневосточных регионов имеет долю в размере 5,8 % от численности всех занятых в России по сельскому и лесному хозяйству, рыболовству и рыбоводству [10]. В Камчатском, Приморском и Хабаровском краях – наибольшая доля вклада агропродовольственного сектора в ВРП. В Республике Саха, Чукотском автономном округе и Сахалинской области доля небольшая. В этих регионах порядка 50 % приходится на добычу полезных ископаемых, которые идут на экспорт. В товарной структуре экспорта из регионов ДФО доля минеральных продуктов (полезных ископаемых) в 2018–2020 гг. составила в среднем 60 %, а доля продовольственных товаров – всего 15 % [11].

Недостаточная развитость агропродовольственного сектора, соответственно, влияет на параметры самообеспеченности продовольствием и уровень его потребления.

#### **Самообеспеченность основными продуктами питания и их потребление**

Неблагоприятные природно-климатические и макроэкономические предпосылки формирования ресурсного потенциала аграрного сектора ограничивают возможности местного производства и роста продуктовой самообеспеченности в регионах (таблица 2).

Во всех группах регионов крайне низка самообеспеченность мясом, молоком, овоще-бахчевыми, что влияет на уровень рационального потребления населением этих продуктов.

Уровень потребления мяса и яиц во всех трех группах близок к рациональному, что обеспечивается за счет ввоза. Однако потребление молочной и овощебахчевой продукции значительно ниже нормы и среднероссийского уровня, что вызвано неполной их физической и экономической доступностью.

В первой группе регионов высока самообеспеченность хлебом и картофелем, имеется потенциал их вывоза. В этих регионах население существенно переедает данные продукты, компенсируя ими энергетическую и питательную ценность, недополученную с овоще-бахчевыми, мясом и молоком. Самообеспеченность остальными продуктами неполная, вследствие чего страдает потребление (за исключением яиц, потребление которых восполняется за счет ввоза).

Вторая группа регионов, имея практически полную самообеспеченность хлебом и картофелем, недопотребляет последний при переедании первого. В целом структура питания жителей данной группы регионов менее рациональна, чем в двух других

группах. Это можно объяснить более низким уровнем жизни в двух регионах данной группы (Бурятия и Забайкальском крае) и, соответственно, меньшей экономической доступностью рациональной продовольственной корзины для многих жителей (таблица 3).

Третья группа регионов имеет малую самообеспеченность практически по всем видам продуктов. Уровень потребления молока, овоще-бахчевых и картофеля ниже рационального, остальные продукты здесь потребляются почти в пределах нормы, поскольку состояние спасается ввозом продуктов, позволяющим повышать физическую доступность продуктов. На экономическую доступность продовольствия существенно влияют параметры доходов и их отношение к прожиточному минимуму (таблица 3).

В каждой из групп есть «заметно бедные» регионы. В Еврейской автономной области (I группа), Забайкальском крае, Республике Бурятия (II группа) и Республике Саха (III группа) сложилось самое низкое отношение медианного среднедушевого дохода к прожиточному минимуму при сравнительно высоком удельном весе бедного населения. Это существенно влияет на экономическую доступность продовольствия и параметры потребления (снижает его рациональность). Несбалансированное питание неблагоприятно влияет на состояние здоровья и качество жизни: в регионах возрастает заболеваемость, снижается продолжительность жизни населения [10]. Для сохранения народонаселения и повышения качества человеческого капитала необходимо «зреть в корень» и решать продовольственную проблему основательно.

#### **Основные тенденции развития сельского хозяйства в регионах**

Главным условием развития аграрного производства является земля – сельскохозяйственные угодья. Наибольшая землеобеспеченность сложилась в Забайкальском крае, Бурятии, Еврейской автономной и Амурской областях. Очень важно определять структуру земельных ресурсов, поскольку это позволяет увидеть отраслевую направленность территории. Самый большой показатель удельного веса сельхозугодий в общем земельном фонде приходится на Забайкальский и Приморский края, Республику Бурятия, Еврейскую автономную и Амурскую области (рис. 1).

В других регионах доля сельхозугодий мала, что влияет на параметры аграрного производства и уровень продовольственного обеспечения населения.

Производство продукции растениеводства преимущественно сосредоточено в Республике Бурятия, Забайкальском, Приморском, Хабаровском краях и Амурской области, то есть в южной части Дальнего Востока, где БКП относительно выше и экстремальность природно-климатических условий ока-

зывает сравнительно меньшее негативное влияние на процессы и результаты сельскохозяйственного производства. Наибольшая часть посевных площадей сельскохозяйственных культур размещена в Амурской области, Бурятии, Забайкальском и Приморском краях. В первой группе регионов при наибольшем БКП производится  $\frac{3}{4}$  зерна и картофеля в федеральном округе, во второй группе – меньше четверти, в третьей группе – крайне мало [6].

Ведущей отраслью животноводства является скотоводство, которое географически сконцентрировано преимущественно в Забайкальском крае, Республиках Бурятия и Саха, на которые приходится 84,4 % совокупного поголовья. Такое положение

обусловлено сравнительно высокой обеспеченностью этих регионов сельскохозяйственными землями, в частности, естественными кормовыми угодьями. В то время как развитию земледелия суровый климат не благоприятствует, он вполне приемлем для животноводства при разведении адаптированных пород скота [6]. Населению регионов с суровым климатом для полноценной жизнедеятельности и сохранения здоровья необходимо потреблять достаточное количество белка животного происхождения, поэтому здесь важно развивать животноводство и производить местную мясомолочную продукцию, что повысит ее физическую и экономическую доступность для населения.

Таблица 3  
Параметры бедности населения (2022 год)

№ группы	Регионы	Граница бедности (руб. в месяц)	Численность населения с доходами ниже границы бедности (% от общей численности населения)	Прожиточный минимум, руб. в месяц	Медианный среднедушевой доход к прожиточному минимуму
I	Амурская область	15 745	13,3	16 174	2,14
	Еврейская автономная область	18 462	20,0	18 758	1,57
	Приморский край	16 474	11,4	16 564	2,20
II	Забайкальский край	15 746	17,6	16 286	1,74
	Республика Бурятия	14 992	19,0	15 172	1,75
	Хабаровский край	18 055	10,5	18 558	2,17
III	Камчатский край	25 056	12,8	25 223	2,11
	Магаданская область	24 581	7,4	24 220	2,93
	Республика Саха (Якутия)	20 556	15,5	21 019	2,09
	Сахалинская область	18 740	7,0	18 930	2,89
	Чукотский автономный округ	26 152	6,6	31 736	2,59
	Российская Федерация	13 545	9,8	13 919	2,50

Составлено и рассчитано по источнику [10].

Table 3  
Population poverty parameters (2022)

Group number	Regions	The poverty line (rubles per month)	The number of people with incomes below the poverty line (% of the total population)	Living wage, rubles per month	Median per capita income to the subsistence level
I	Amur region	15 745	13.3	16 174	2.14
	Jewish Autonomous Region	18 462	20.0	18 758	1.57
	Primorsky Krai	16 474	11.4	16 564	2.20
II	Zabaykalsky Krai	15 746	17.6	16 286	1.74
	Republic of Buryatia	14 992	19.0	15 172	1.75
	Khabarovsk Krai	18 055	10.5	18 558	2.17
III	Kamchatka Krai	25 056	12.8	25 223	2.11
	Magadan region	24 581	7.4	24 220	2.93
	Republic of Sakha (Yakutia)	20 556	15.5	21 019	2.09
	Sakhalin region	18 740	7.0	18 930	2.89
	Chukotka Autonomous Okrug	26 152	6.6	31 736	2.59
	Russian Federation	13 545	9.8	13 919	2.50

Compiled and calculated according to the source [10].

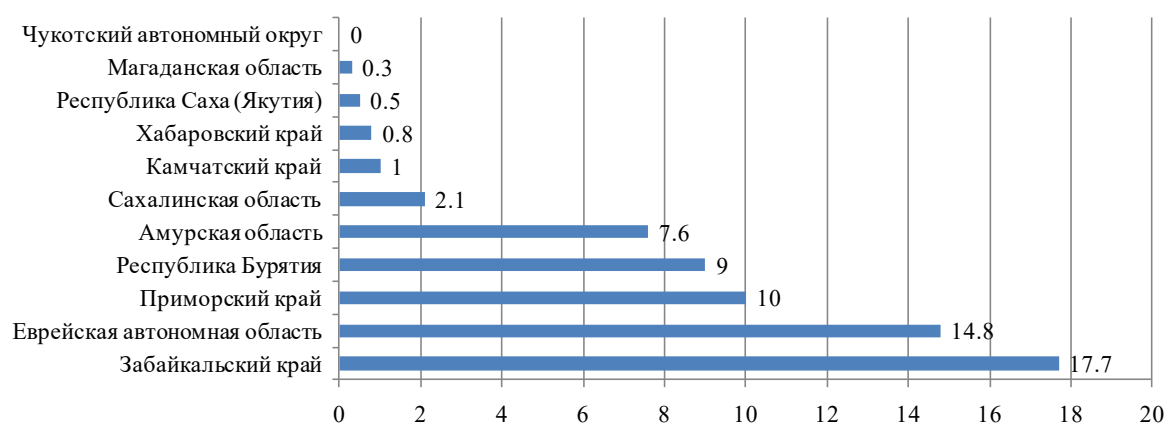


Рис. 1. Доля сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади (в 2022 году, %)  
Составлено по источнику [10]

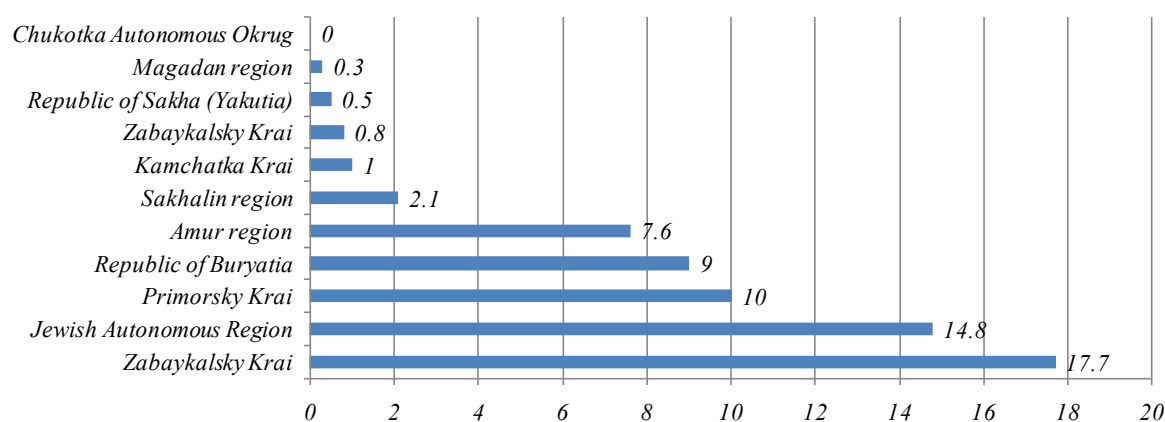


Fig. 1. The share of agricultural land in the total land area (in 2022, %)  
Compiled according to source [10]

Важнейший фактор развития животноводства – поголовье скота и птицы. На основании исследований можно определенно выделить тренд на развитие мясopодуктовой цепочки в стране в целом [13]. В регионах ДФО численность поголовья скота и птицы в последние годы изменялась неравнозначно: в одних регионах поголовье возросло, в других снижалось и к 2022 году заметно сократилось. Забайкальский, Камчатский край, Республика Бурятия и Сахалинская область обеспечили рост поголовья скота, в остальных регионах оно сократилось. Это повлияло на изменение объемов производства скота и птицы в убойном весе в хозяйствах всех категорий (таблица 4).

Во всех группах регионов производство мясных ресурсов возросло, в первой группе – в наибольшей мере. Однако в ряде регионов наблюдается спад, причем в Магаданской области, Хабаровском крае и Еврейской автономной области – существенный.

Наибольшая доля мясных ресурсов производится в регионах первой и второй групп, которые при умеренной экстремальности климата характеризуются наибольшим уровнем обеспеченности земель. Именно сельхозугодья являются базой развития животноводства. Значительный потенциал

развития мясного животноводства сосредоточен в Республике Бурятия, Забайкальском и Приморском краях, Амурской области. Это следует из оценки сложившейся пространственной (географической) структуры поголовья сельскохозяйственных животных и структуры сельскохозяйственных угодий [6; 14].

В общероссийском объеме производства мясного сырья доля ДФО составляет не более 2 %, т. е. его вклад в продовольственную безопасность пока невысок.

Пространственное размещение и объемы производства молока свидетельствуют о том, что лидером является вторая группа регионов за счет Забайкальского края (таблица 5).

Также значительный потенциал развития молочного животноводства размещен в Республиках Бурятия и Саха, Приморском крае, Амурской области. На указанные регионы в совокупности приходится 55 % от общего объема молока в федеральном округе. Подобно мясным ресурсам, производство молока сосредоточено в регионах первой и второй групп, биоклиматический и земельный потенциал которых развитию животноводства способствуют в большей мере, чем в регионах третьей группы.

Таблица 4

Производство скота и птицы на убой (тысяч тонн)

№ группы	Регионы	На начало года			
		2020	2021	2022	
				Тыс. тонн	% к ДФО
I	Амурская область	41,6	38,2	40,3	18,2
	Еврейская автономная область	1,3	1,2	0,9	0,4
	Приморский край	14,8	24,5	41,6	18,7
	<i>По группе I</i>	<i>57,7</i>	<i>63,9</i>	<i>82,8</i>	<i>37,3</i>
II	Забайкальский край	49,5	49,9	48,6	21,9
	Республика Бурятия	37,4	38,0	42,2	19,0
	Хабаровский край	9,2	9,5	7,4	3,3
	<i>По группе II</i>	<i>96,1</i>	<i>97,4</i>	<i>98,2</i>	<i>44,3</i>
III	Камчатский край	6,3	6,8	6,8	3,1
	Магаданская область	0,6	0,5	0,3	0,1
	Республика Саха (Якутия)	22,5	22,4	22,7	10,3
	Сахалинская область	8,4	10,0	10,6	4,8
	Чукотский автономный округ	0,6	0,5	0,5	0,2
	<i>По группе III</i>	<i>38,4</i>	<i>40,2</i>	<i>40,9</i>	<i>18,4</i>
	ДФО, всего	192,2	201,4	221,9	100,0
	ДФО к РФ, %	1,8	1,8	2,0	–
	РФ, всего	10 866,3	11 222,0	11 346,1	–

Составлено и рассчитано по источнику [10].

Table 4

Production of livestock and poultry for slaughter (thousand tons)

Group number	Regions	At the beginning of the year			
		2020	2021	2022	
				Thousand tons	% of the Far Eastern Federal District
I	<i>Amur region</i>	<i>41.6</i>	<i>38.2</i>	<i>40.3</i>	<i>18.2</i>
	<i>Jewish Autonomous Region</i>	<i>1.3</i>	<i>1.2</i>	<i>0.9</i>	<i>0.4</i>
	<i>Primorsky Krai</i>	<i>14.8</i>	<i>24.5</i>	<i>41.6</i>	<i>18.7</i>
	<i>By group I</i>	<i>57.7</i>	<i>63.9</i>	<i>82.8</i>	<i>37.3</i>
II	<i>Zabaykalsky Krai</i>	<i>49.5</i>	<i>49.9</i>	<i>48.6</i>	<i>21.9</i>
	<i>Republic of Buryatia</i>	<i>37.4</i>	<i>38.0</i>	<i>42.2</i>	<i>19.0</i>
	<i>Khabarovsk Territory</i>	<i>9.2</i>	<i>9.5</i>	<i>7.4</i>	<i>3.3</i>
	<i>By group II</i>	<i>96.1</i>	<i>97.4</i>	<i>98.2</i>	<i>44.3</i>
III	<i>Kamchatka Krai</i>	<i>6.3</i>	<i>6.8</i>	<i>6.8</i>	<i>3.1</i>
	<i>Magadan region</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.3</i>	<i>0.1</i>
	<i>Republic of Sakha (Yakutia)</i>	<i>22.5</i>	<i>22.4</i>	<i>22.7</i>	<i>10.3</i>
	<i>Sakhalin region</i>	<i>8.4</i>	<i>10.0</i>	<i>10.6</i>	<i>4.8</i>
	<i>Chukotka Autonomous Okrug</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.2</i>
	<i>By group III</i>	<i>38.4</i>	<i>40.2</i>	<i>40.9</i>	<i>18.4</i>
	<i>Far Eastern Federal District</i>	<i>192.2</i>	<i>201.4</i>	<i>221.9</i>	<i>100.0</i>
	<i>% of the Russian Federation</i>	<i>1.8</i>	<i>1.8</i>	<i>2.0</i>	<i>–</i>
	<i>Russian Federation</i>	<i>10 866.3</i>	<i>11 222.0</i>	<i>11 346.1</i>	<i>–</i>

Compiled and calculated according to the source [10].

В целом по федеральному округу в производстве молока наблюдается спад, что связано с сокращением объемов в регионах второй группы. Сокращение вызвано снижением продуктивности коров (таблица 6). Наибольшая продуктивность коров достигнута в регионах первой группы, где так-

же наблюдается положительная динамика годовых надоев. В регионах третьей группы благодаря хозяйствам Сахалинской области и Камчатского края среднегодовой надой молока выше, чем в регионах второй группы.



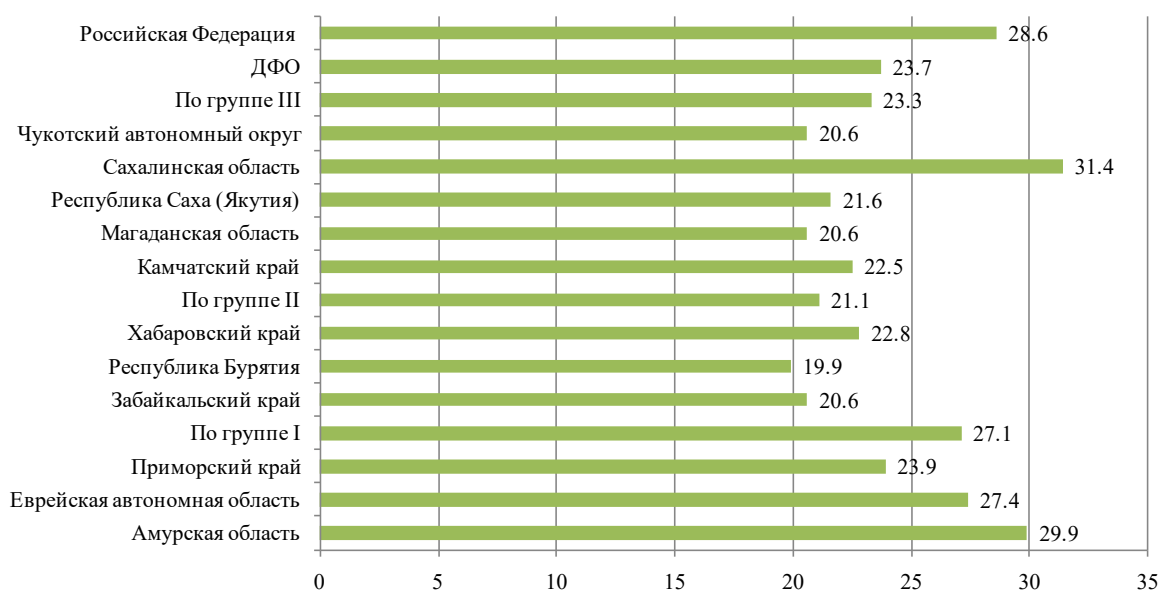


Рис. 2. Расход кормов в расчете на одну условную голову крупного рогатого скота в 2022 году (центнеров кормовых единиц)  
Составлено по источнику [10]

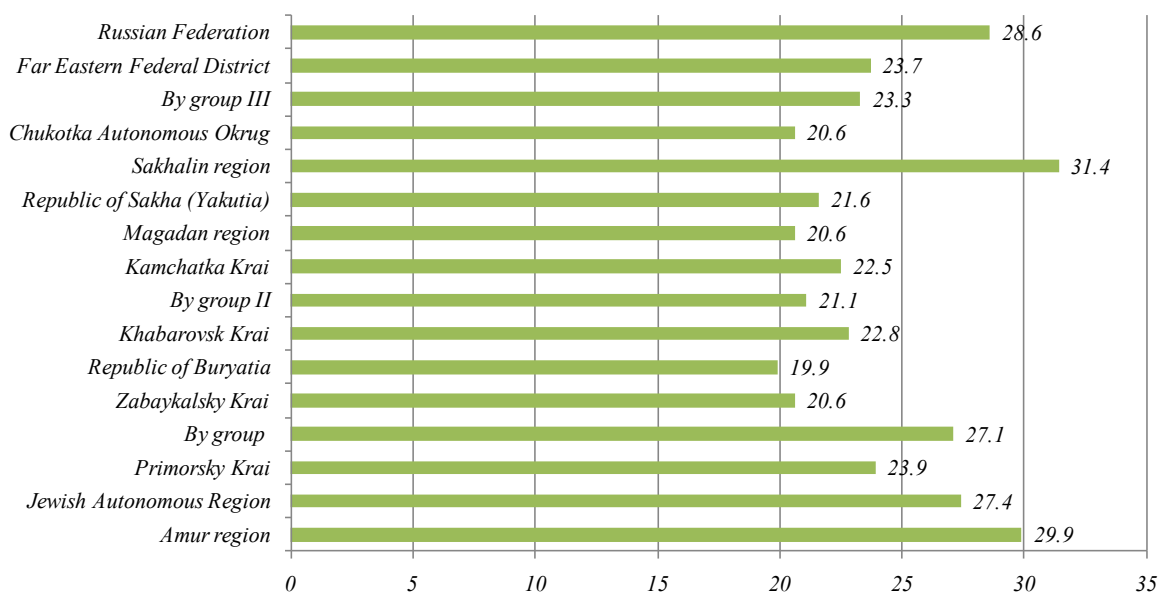


Fig. 2. Feed consumption per conventional head of cattle in 2022 (hundredweight of feed units)  
Compiled according to the source [10]

Молочная продуктивность коров определяется такими основными факторами, как порода коров, технологии содержания и кормления, качество кормовой базы. Качество кормовой базы молочного скотоводства, в свою очередь, зависит от уровня развития растениеводства и кормопроизводства. Это сложнейшие, комплексные процессы, требующие координированного управления и поддержки государства.

Региональная статистика не располагает сведениями о расходе кормов на одну молочную корову, но по параметрам расхода кормов на одну условную голову крупного рогатого скота можно сделать об-

щие выводы (рис. 2). Выявлено, что молочная продуктивность коров дифференцирована по группам регионов пропорционально расходу кормов на одну условную голову скота.

В среднем по России на одну условную голову крупного рогатого скота расход кормов за рассматриваемый период снизился, однако на годовых на доях это заметно не отразилось. Вместе с тем вызывает интерес уровень расхода кормов. Учитывая экстремальность природно-климатических условий большинства дальневосточных регионов, расход кормов гипотетически должен быть выше, чем в среднем по России, однако это не так. В регионах

ДФО кормовой рацион на одну условную голову крупного рогатого скота в рассматриваемом периоде составляет не выше 86 % от общероссийского.

Наивысшая продуктивность коров – в Приморском крае, Сахалинской и Амурской областях (см. таблицу 4). Очевидно, потому, что именно в этих регионах обеспечено повышение энергетической питательности кормового рациона (в Приморском крае – чуть ниже). Благодаря этому в указанных регионах получены не только наивысшие удельные годовые надои, но также заметный годовой их прирост.

Важнейшим фактором роста продуктивности животных, как мясного, так и молочного направлений, является повышение в кормовых рационах энергетической питательности, протеина и других пищевых и биологически активных веществ [15]. Также, по мнению ряда исследователей, необходимо обеспечить сбалансированность кормовых рационов по основным контролируемым элементам [16; 17], в том числе за счет инновационных технологий [18]. Немаловажным фактором роста продуктивности животных является обеспечение сохранности молодняка и разведение адаптированных пород скота.

Таблица 5  
Производство молока в хозяйствах всех категорий (тысяч тонн)

№ группы	Регионы	На начало года			
		2020	2021	2022	
				Тыс. тонн	% к ДФО
I	Амурская область	138,1	137,2	140,9	14,4
	Еврейская автономная область	9,6	9,4	9,5	1,0
	Приморский край	124,7	125,2	137,6	14,1
	По группе I	272,4	271,8	288,1	29,5
II	Забайкальский край	330,1	328,4	325,3	33,3
	Республика Бурятия	121,7	110,2	100,0	10,3
	Хабаровский край	25,4	23,5	23,0	2,4
	По группе II	477,2	462,1	448,3	45,9
III	Камчатский край	22,7	22,8	22,7	2,3
	Магаданская область	6,1	6,3	6,3	0,6
	Республика Саха (Якутия)	161,5	162,3	158,3	16,2
	Сахалинская область	41,7	48,3	52,8	5,4
	Чукотский автономный округ	0,0	0,0	0,0	0
	По группе III	232	239,7	240,1	24,6
	ДФО, всего	981,6	973,6	976,5	100,0
	ДФО к РФ, %	3,1	3,0	3,0	–
	РФ, всего	31 360,4	32 225,5	32 339,3	–

Составлено и рассчитано по источнику [10].

Table 5  
Milk production in farms of all categories (thousands of tons)

Group number	Regions	At the beginning of the year			
		2020	2021	2022	
				Thousand tons	% of the Far Eastern Federal District
I	Amur region	138.1	137.2	140.9	14.4
	Jewish Autonomous Region	9.6	9.4	9.5	1.0
	Primorsky Krai	124.7	125.2	137.6	14.1
	By group I	272.4	271.8	288.1	29.5
II	Zabaykalsky Krai	330.1	328.4	325.3	33.3
	Republic of Buryatia	121.7	110.2	100.0	10.3
	Khabarovsk Krai	25.4	23.5	23.0	2.4
	By group II	477.2	462.1	448.3	45.9
III	Kamchatka Krai	22.7	22.8	22.7	2.3
	Magadan region	6.1	6.3	6.3	0.6
	The Republic of Sakha (Yakutia)	161.5	162.3	158.3	16.2
	Sakhalin region	41.7	48.3	52.8	5.4
	Chukotka Autonomous Okrug	0.0	0.0	0.0	0
	By group III	232	239.7	240.1	24.6
	Far Eastern Federal District	981.6	973.6	976.5	100.0
	% of the Russian Federation	3.1	3.0	3.0	–
	Russian Federation	31 360.4	32 225.5	32 339.3	–

Compiled and calculated according to the source [10].

## Годовой надой молока на одну корову (кг)

№ группы	Регионы	На начало года		
		2020	2021	2022
I	Амурская область	5936	6404	6603
	Еврейская автономная область	2245	2211	2721
	Приморский край	5613	6893	7062
	По группе I	4598	5169	5462
II	Забайкальский край	1758	1542	1336
	Республика Бурятия	3285	3810	4114
	Хабаровский край	3139	3436	3357
	По группе II	2727	2929	2936
III	Камчатский край	5023	5198	5147
	Магаданская область	0	0	0
	Республика Саха (Якутия)	2207	2494	2385
	Сахалинская область	6467	6552	6774
	Чукотский автономный округ	н. д.	н. д.	3018
	По группе III	3285	3435	3465
	ДФО, всего	4059	4609	4840
	РФ, всего	6290	6728	7007

Составлено по источнику [10]

Table 6  
Annual milk yield per cow (kg)

Group number	Regions	At the beginning of the year		
		2020	2021	2022
I	Amur region	5936	6404	6603
	Jewish Autonomous Region	2245	2211	2721
	Primorsky Krai	5613	6893	7062
	By group I	4598	5169	5462
II	Zabaykalsky Krai	1758	1542	1336
	Republic of Buryatia	3285	3810	4114
	Khabarovsk Krai	3139	3436	3357
	By group II	2727	2929	2936
III	Kamchatka Krai	5023	5198	5147
	Magadan region	0	0	0
	Republic of Sakha (Yakutia)	2207	2494	2385
	Sakhalin region	6467	6552	6774
	Chukotka Autonomous Okrug	no data available	no data available	3018
	By group III	3285	3435	3465
	Far Eastern Federal District	4059	4609	4840
	% of the Russian Federation	6290	6728	7007
	Russian Federation			

Compiled according to the source [10].

Пока же скотоводство (как в целом в России, так и в ДФО) хронически испытывает существенные организационно-экономические проблемы, нуждается в комплексной государственной поддержке, в первую очередь, в части совершенствования технологий содержания и кормления сельскохозяйственных животных. Господдержка скотоводства позволит повысить самообеспеченность дальневосточного населения качественной, свежей мясной и молочной продукцией.

Наряду с мясомолочными продуктами важным богатым белком продуктом являются яйца, объемы производства которых, как в России, так и в ДФО, за исследуемый период увеличились, однако в последний год сократились (таблица 7).

Производство яиц размещено преимущественно в регионах первой и второй групп. На хозяйства Хабаровского, Приморского краев и Амурской области приходится 59,4 % совокупного объема их производства в ДФО.

Таблица 7

Производство яиц в хозяйствах всех категорий (млн шт.)

№ группы	Регионы	На начало года			
		2020	2021	2022	
				Млн шт.	% к ДФО
I	Амурская область	192,4	195,1	198,1	14,5
	Еврейская автономная область	12,9	12,8	12,7	0,9
	Приморский край	246,3	272,9	275,0	20,2
	<i>По группе I</i>	<i>451,6</i>	<i>480,8</i>	<i>485,8</i>	<i>35,7</i>
II	Забайкальский край	57,2	56,4	51,3	3,8
	Республика Бурятия	86,7	94,6	94,3	7,0
	Хабаровский край	306,4	332,8	336,6	24,7
	<i>По группе II</i>	<i>450,3</i>	<i>483,8</i>	<i>482,2</i>	<i>35,5</i>
III	Камчатский край	50,6	59,8	57,0	4,2
	Магаданская область	32,0	29,0	30,5	2,2
	Республика Саха (Якутия)	133,6	134,0	160,0	11,8
	Сахалинская область	142,5	142,4	140,9	10,4
	Чукотский автономный округ	2,8	5,6	3,8	0,3
	<i>По группе III</i>	<i>361,5</i>	<i>370,8</i>	<i>392,2</i>	<i>28,8</i>
	ДФО, всего	1 263,4	1 335,4	1 360,2	100,0
	ДФО к РФ, %	2,8	3,0	3,0	–
	РФ, всего	44 857,9	44 909,0	44 893,4	–

Составлено и рассчитано по источнику [10]

Table 7

Egg production in farms of all categories (million pieces)

Group number	Regions	At the beginning of the year			
		2020	2021	2022	
				Million units	% of the Far Eastern Federal District
I	<i>Amur region</i>	<i>192.4</i>	<i>195.1</i>	<i>198.1</i>	<i>14.5</i>
	<i>Jewish Autonomous Region</i>	<i>12.9</i>	<i>12.8</i>	<i>12.7</i>	<i>0.9</i>
	<i>Primorsky Krai</i>	<i>246.3</i>	<i>272.9</i>	<i>275.0</i>	<i>20.2</i>
	<i>By group I</i>	<i>451.6</i>	<i>480.8</i>	<i>485.8</i>	<i>35.7</i>
II	<i>Zabaykalsky Krai</i>	<i>57.2</i>	<i>56.4</i>	<i>51.3</i>	<i>3.8</i>
	<i>Republic of Buryatia</i>	<i>86.7</i>	<i>94.6</i>	<i>94.3</i>	<i>7.0</i>
	<i>Khabarovsk Krai</i>	<i>306.4</i>	<i>332.8</i>	<i>336.6</i>	<i>24.7</i>
	<i>By group II</i>	<i>450.3</i>	<i>483.8</i>	<i>482.2</i>	<i>35.5</i>
III	<i>Kamchatka Krai</i>	<i>50.6</i>	<i>59.8</i>	<i>57.0</i>	<i>4.2</i>
	<i>Magadan region</i>	<i>32.0</i>	<i>29.0</i>	<i>30.5</i>	<i>2.2</i>
	<i>Republic of Sakha (Yakutia)</i>	<i>133.6</i>	<i>134.0</i>	<i>160.0</i>	<i>11.8</i>
	<i>Sakhalin region</i>	<i>142.5</i>	<i>142.4</i>	<i>140.9</i>	<i>10.4</i>
	<i>Chukotka Autonomous Okrug</i>	<i>2.8</i>	<i>5.6</i>	<i>3.8</i>	<i>0.3</i>
	<i>By group III</i>	<i>361.5</i>	<i>370.8</i>	<i>392.2</i>	<i>28.8</i>
	<i>Far Eastern Federal District</i>	<i>1 263.4</i>	<i>1 335.4</i>	<i>1 360.2</i>	<i>100.0</i>
	<i>% of the Russian Federation</i>	<i>2.8</i>	<i>3.0</i>	<i>3.0</i>	<i>–</i>
	<i>Russian Federation</i>	<i>44 857.9</i>	<i>44 909.0</i>	<i>44 893.4</i>	<i>–</i>

В формировании эффективности производства определяющее значение имеет стоимость электроэнергии, составляющая одну из немалых статей в структуре себестоимости. Именно от издержек наряду с выручкой от продаж зависят финансовые результаты и рентабельность. Как и другие отрасли животноводства, птицеводство требует существенных затрат электроэнергии и высокоразвитой

кормовой базы, основу которой составляет зернопроизводство. Поэтому большое значение имеет развитие растениеводства и перерабатывающих производств, выпускающих комплексные кормовые добавки.

Возможности развития агропродовольственных систем и сельского хозяйства как первичного их звена, а также полноценность продовольственного



обеспечения населения значительно сдерживаются суровостью климата и высокой ресурсоемкостью аграрного производства. Необходимо на самом высоком управленческом уровне принятие мер комплексной поддержки развития агропродовольственных систем.

#### **Концептуальные направления повышения уровня продовольственного обеспечения**

В Стратегии пространственного развития России до 2035 года одной из задач выступает обеспечение опережающего социально-экономического развития и устойчивого прироста численности постоянного населения в дальневосточном макрорегионе [1]. Это возможно только при условии достижения сбалансированного развития агропродовольственных систем как приоритетного и неременного фактора жизнеобеспечения общества и государства. Без достаточного по количеству и качеству питания сохранить и приумножить человеческий капитал представляется затруднительным. Главной задачей государства на сегодняшний день является обеспечение всемерной поддержки развития агропродовольственных систем регионов, в первую очередь в сохранении и приращении поголовья скота и птицы, в улучшении кормовой базы, в регулировании тарифов на электроэнергию, в т. ч. субсидированием, контролем над поставщиками-монополистами. В условиях высокой инфляции в целях повышения экономической доступности

продовольствия для всех категорий населения необходимо увеличение реальных денежных доходов, а также государственное регулирование цен на основные продукты питания.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Продовольственная проблема в силу жизненной значимости для людей и геостратегической важности для государства требует особого внимания со стороны последнего. В повышенной заботе нуждаются регионы с неблагоприятными природно-климатическими условиями и диспропорциями отраслевого развития. Уровень жизни в дальневосточных регионах в настоящее время существенно дифференцирован, сильна социальная сегрегация. Многие жители дальневосточных регионов питаются нерационально: в недостаточной мере потребляют молочную, мясную продукцию, яйцо, свежие овощи-бахчевые и фрукты при переизбытке хлеба и картофеля как более дешевых продуктов. Несбалансированный пищевой рацион отрицательно влияет на здоровье. Человеческий капитал утрачивает свое количество и качество. Учитывая то, что на Дальний Восток возложены амбициозные крупномасштабные проекты, необходимо обеспечить сохранение и приумножение народонаселения, а также всемерное повышение уровня жизни в регионах. Государству необходимо обратить особое внимание на исследование и решение этих вопросов.

#### **Библиографический список**

1. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р (ред. от 30.09.2022) [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/35733/> (дата обращения: 16.05.2024).
2. Колесняк А. А., Полянская Н. М., Шапорова З. Е. Методические подходы к типологизации регионов по уровню развития агропродовольственной системы (на материалах Дальневосточного федерального округа) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 9. С. 48–56. DOI: 10.31442/0235-2494-2023-0-9-48-56.
3. Суховеева А. Б. Качество среды жизнедеятельности населения дальневосточных регионов России: социально-экологический аспект // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2019. Т. 16, № 2. С. 230–236. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-230-236.
4. Тагирова Э. И. Эколого-экономический подход к оценке инвестиционных проектов трансформации социально-экономических территорий // Фундаментальные исследования. 2021. № 11. С. 180–184. DOI: 10.17513/fr.43109.
5. Полянская Н. М., Колесняк А. А., Коваль А. Н. Обеспечение продовольствием населения северных территорий России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 5. С. 40–50. DOI: 10.31442/0235-2494-2023-0-5-40-50.
6. Продовольственное обеспечение населения регионов с континентальным климатом: теория и практика / А. А. Колесняк, Н. И. Пыжикова, Н. М. Полянская ; под ред. Н. М. Полянской. Красноярск: КрасГАУ, 2021. 216 с.
7. Трифонова Е. Н. Оценка факторов, влияющих на экспорт продовольствия российских регионов // Экономика региона. 2023. Т. 19, № 4. С. 1209–1223. DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-4-19.
8. Логинов В. Г., Игнатьева М. Н., Балашенко В. В. Методический подход к оценке комфортности проживания населения в границах северных территорий // Экономика региона. 2018. Т. 14, № 4. С. 1399–1410. DOI: 10.17059/2018-4-26.
9. Кадомцева М. Е. Система индикаторов устойчивого развития национального АПК // Проблемы прогнозирования. 2024. № 1 (202). С. 144–156. DOI: 10.47711/0868-6351-202-144-156.

10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: статистический сборник. Москва: Росстат, 2022. 1122 с.

11. Суходолов Я. А. Внешняя торговля Дальневосточного федерального округа в 2018–2020 гг. // Экономические исследования по проблемам развития Дальнего Востока: материалы научно-практической конференции с международным участием. Хабаровск, 2022. С. 115–124.

12. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Минздрава РФ от 19.08.2016 г. № 614 (с изм.) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения: 25.05.2024).

13. Яковенко Н. А., Иваненко И. С. Возможности и ограничения развития рынка мяса и мясной продукции России в условиях санкционного давления // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 4. С. 567–578. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-04-567-578.

14. Слепнева Л. Р., Найданова Э. Б. Перспективы развития внешнеэкономического сотрудничества приграничного региона России в мясной отрасли // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2024. № 1. С. 111–119. DOI: 10.18101/2304-4446-2024-1-111-119.

15. Хорошайло Т. А., Алексеева Ю. А., Хаткова М. Х., Кувика И. С. Мероприятия по улучшению продуктивности дойного стада крупного рогатого скота // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2 (191). С. 113–121.

16. Зюзя Е. В., Пыжикова Н. И. Развитие мясопродуктового подкомплекса на основе оптимизации бизнес-процессов в условиях трансформации рыночных отношений (теория, методология, практика): монография. Ачинск: Издательство Ачинского филиала Красноярского государственного аграрного университета, 2019. 317 с.

17. Чугунов А. В., Попова А. В., Петрова А. П. Продуктивность и воспроизводство в скотоводстве республики Саха (Якутия) // Академический вестник Якутской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 6 (11). С. 22–26.

18. Китаев Ю. А. Особенности развития молочного скотоводства в России и за рубежом // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 167–172.

#### Об авторах:

**Наталья Михайловна Полянская**, кандидат экономических наук, доцент, Бурятский государственный университет имени Д. Банзарова, Улан-Удэ, Россия; ORCID 0000-0002-6387-6494, AuthorID 633267.

*E-mail: natali\_mz@mail.ru*

**Эржена Батожаргаловна Найданова**, кандидат экономических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, Россия; ORCID 0000-0002-9487-2664, AuthorID 795346. *E-mail: erzhena\_bolotova@mail.ru*

**Лариса Владимировна Тушкаева**, директор центра довузовской подготовки и приема абитуриентов, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им В. Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия; ORCID 0009-0007-9127-6393, AuthorID 757614. *E-mail: lary78@mail.ru*

**Надежда Валерьевна Шобдоева**, кандидат экономических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им В. Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия; ORCID 0009-0003-0773-5325, AuthorID 660753. *E-mail: Shnv2019@mail.ru*

#### References

1. On the approval of the Spatial Development Strategy of the Russian Federation for the period up to 2025. Decree of the Government of the Russian Federation dated 02/13/2019 No. 207-r [Internet] [cited 2024 May 16]. Available from: <http://government.ru/docs/35733/>. (In Russ.)

2. Kolesnyak A. A., Polyanskaya N. M., Shaporova Z. E. Methodological approaches to the typologization of regions according to the level of development of the agro-food system (based on the materials of the Far Eastern Federal District). *Economics of Agricultural and Processing Enterprises*. 2023; 9: 48–56. DOI: 10.31442/0235-2494-2023-0-9-48-56. (In Russ.)

3. Sukhoveeva A. B. The quality of the living environment of the population of the Far Eastern regions of Russia: socio-ecological aspect. *Bulletin of the Ural Medical Academic Science*. 2019; 16 (2): 230–236. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-230-236. (In Russ.)

4. Tagirova E. I. Ecological and economic approach to the assessment of investment projects for the transformation of socio-economic territories. *Fundamental Research*. 2021; 11: 180–184. DOI: 10.17513/fr.43109. (In Russ.)

5. Polyanskaya N. M., Kolesnyak A. A., Koval A. N. Food supply to the settlements of the northern territories of Russia. *The Economics of Agricultural and Processing Enterprises*. 2023; 5: 40–50. DOI: 10.31442/0235-2494-2023-0-5-40-50. (In Russ.)
6. Polyanskaya N. M. (ed.) *Food supply to the population of regions with a continental climate: theory and practice*. Krasnoyarsk: KrasGAU, 2021. 216 p. (In Russ.)
7. Trifonova E. N. Assessment of factors affecting the export of products from Russian regions. *Economy of Regions*. 2023; 19 (4): 1209–1223. DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-4-19. (In Russ.)
8. Loginov V. G., Ignatyeva M. N., Balashenko V. V. Methodological approach to assessing the comfort of living of the population within the borders of the northern territories. *Economy of Regions*. 2018; 14 (4): 1399–1410. DOI: 10.17059/2018-4-26. (In Russ.)
9. Kadomtseva M. E. The system of indicators of sustainable development of the national agro-industrial complex. *Problems of Forecasting*. 2024; 1 (202): 144–156. DOI: 10.47711/0868-6351-202-144-156. (In Russ.)
10. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2022: statistical collection. Moscow: Rosstat, 2022. 1122 p. (In Russ.)
11. Sukhodolov Ya. A. Foreign trade of the Far Eastern Federal District in 2018–2020. *Economic Research on the Problems of Development of the Far East: the materials of the scientific and practical conference with the international participation*. Khabarovsk, 2022. Pp. 115–124. (In Russ.)
12. On the approval of Recommendations on rational norms of food consumption that meet modern requirements of a healthy diet. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 08/19/2016 No. 614 (as amended) [Internet] [cited 2024 May 24]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/>.
13. Yakovenko N. A., Ivanenko I. S. Opportunities and limitations of the development of the meat and meat products market in Russia under the conditions of sanctions pressure. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (4): 567–578. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-04-567-578. (In Russ.)
14. Slepneva L. R., Naidanova E.B. Prospects for the development of foreign economic cooperation in the Russian border region in the meat industry. *Bulletin of the Buryat State University. Economics and management*. 2024; 1: 111–119. DOI: 10.18101/2304-4446-2024-1-111-119. (In Russ.)
15. Khoroshailo T. A., Alekseeva Yu. A., Khatkova M. Kh., Kuvika I. S. Measures to improve the productivity of dairy cattle herds. *Bulletin of the KrasGAU*. 2023; 2 (191): 113–121. (In Russ.)
16. Zyuzya E. V., Pyzhikova N. I. *The development of a meat-product subcomplex based on the optimization of business processes in the conditions of transformation of market relations (theory, methodology, practice): a monograph*. Achinsk: Publishing House of the Achinsk branch of the Krasnoyarsk State Agrarian University, 2019. 317 p. (In Russ.)
17. Chugunov A. V., Popova A. V., Petrova A. P. Productivity and reproduction in cattle breeding of the Republic of Sakha (Yakutia). *Academic Bulletin of the Yakut State Agricultural Academy*. 2020; 6 (11): 22–26. (In Russ.)
18. Kitaev Yu. A. Features of the development of dairy cattle breeding in Russia and abroad. *Innovations in agriculture: problems and prospects*. 2021; 1 (29): 167–172. (In Russ.)

#### **Authors' information:**

**Natalya M. Polyanskaya**, candidate of economic sciences, associate professor, D. Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia; ORCID 0000-0002-6387-6494, AuthorID 633267. *E-mail: natali\_mz@mail.ru*

**Erzhena B. Naydanova**, candidate of economic sciences, associate professor, East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia; ORCID 0000-0002-9487-2664, AuthorID 795346. *E-mail: erzhena\_bolotova@mail.ru*

**Larisa V. Tushkaeva**, director of the Center for pre-university training and admission of applicants, V. R. Filippov Buryat State Academy, Ulan-Ude, Russia; ORCID 0009-0007-9127-6393, AuthorID 757614. *E-mail: lary78@mail.ru*

**Nadezhda V. Shobdoeva**, candidate of economic sciences, associate professor, V. R. Filippov Buryat State Agricultural Academy, Ulan-Ude, Russia; ORCID 0009-0003-0773-5325, AuthorID 660753. *E-mail: Shnv2019@mail.ru*

## Вклад малых форм агробизнеса в обеспечение продовольственной безопасности России

О. В. Прущак<sup>1</sup>✉, И. М. Кублин<sup>1</sup>, А. А. Воронов<sup>2</sup>, О. А. Рущицкая<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Саратов, Россия

<sup>2</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: prushchakov@sstu.ru

**Аннотация.** Цель исследования заключается в обосновании направлений агропродовольственной политики, ориентированной на активизацию процессов импортозамещения по всем элементам продовольственной цепочки и вовлечение в формирование продовольственных ресурсов всех форм хозяйствования, особенно малых форм агробизнеса. **Методы.** Методологической основой исследования послужила совокупность следующих научных методов: диалектический анализ, абстрактно-логический, гипотетико-дедуктивный и функционально-целевой подходы, общенаучные и специальные методы синтеза, анализа, статистики, экспертных оценок, системного подхода, прогнозирования, в том числе законодательные и нормативные акты РФ, финансово-экономические и сравнительно-эмпирические данные, собственные исследования авторов. **Результаты.** Проведена оценка продовольственной безопасности России в разрезе самообеспечения, уровня экономической и физической доступности продовольствия. Исследованы проблемы и условия обеспечения продовольственной безопасности России: санкционное давление, высокая зависимость от импорта семенного и генетического материала, вакцин, машин и оборудования для сельского хозяйства и пищевых производств. В контексте концепции устойчивого развития рассматриваются функции малых форм российского агробизнеса: экономическая (формирование продовольственных ресурсов и обеспечение продовольственной безопасности), социальная (устойчивое развитие сельских территорий и повышения качества жизни), экологическая (вовлечение в оборот неиспользуемых сельхозугодий, производство экологически чистой продукции). **Научная новизна** заключается в обосновании приоритетов государственной агропродовольственной политики: формирование новых продовольственных цепочек на основе импортозамещения и развития региональной сети перерабатывающих предприятий, поддержка внутреннего спроса, содействие развитию потребительской и сельскохозяйственной кооперации. Это будет способствовать вовлечению малых форм агробизнеса в обеспечение продовольственной независимости России.

**Ключевые слова:** устойчивое развитие, продовольственная безопасность, самообеспечение продовольствием, экономическая доступность продовольствия, физическая доступность продовольствия, государственная поддержка, малые формы агробизнеса

**Для цитирования:** Прущак О. В., Кублин И. М., Воронов А. А., Рущицкая О. А. Вклад малых форм агробизнеса в обеспечение продовольственной безопасности России // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 150–162. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-150-162>.

**Дата поступления статьи:** 28.10.2024, **дата рецензирования:** 02.12.2024, **дата принятия:** 17.12.2024.



## Contribution of small forms of agribusiness to food security in Russia

O. V. Prushchak<sup>1✉</sup>, I. M. Kublin<sup>1</sup>, A. A. Voronov<sup>2</sup>, O. A. Rushchitskaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

<sup>2</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia;

✉ E-mail: prushchakov@sstu.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to substantiate the directions of agri-food policy aimed at activating import substitution processes in all elements of the food chain and involving all forms of management, especially small forms of agribusiness, in the formation of food resources. **Methods.** The methodological basis of the research was a set of the following scientific methods: dialectical analysis, abstract logical, hypotic-deductive and functional-target approach, general scientific and special methods of synthesis, analysis, statistics, expert assessments, a systematic approach, forecasting, including legislative and regulatory acts of the Russian Federation, financial, economic and comparative empirical data, the authors' own research. **Results.** The assessment of Russia's food security in the context of self-sufficiency, the level of economic and physical accessibility of food has been carried out. An assessment of Russia's food security in the context of self-sufficiency, the level of economic and physical availability of food was carried out. The problems and conditions for ensuring food security in Russia are studied: sanctions pressure, high dependence on imports of seed and genetic material, vaccines, machinery and equipment for agriculture and food production. In the context of the concept of sustainable development, the functions of small forms of Russian agribusiness are considered: economic (formation of food resources and ensuring food security), social (sustainable development of rural areas and improving the quality of life), environmental (involvement of unused farmland in circulation, production of environmentally friendly products). **Scientific novelty** lies in the substantiation of the priorities of the state agri-food policy: the formation of new food chains based on import substitution and the development of a regional network of processing enterprises, support for domestic demand, and assistance in the development of consumer and agricultural cooperation. This will contribute to the involvement of small forms of agribusiness in ensuring food independence of Russia.

**Keywords:** sustainable development, food security, food self-sufficiency, economic accessibility of food, physical accessibility of food, state support, small forms of agribusiness

**For citation:** Prushchak O. V., Kublin I. M., Voronov A. A., Rushchitskaya O. A. Contribution of small forms of agribusiness to food security in Russia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 150–162. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-150-162>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 28.10.2024, **date of review:** 02.12.2024, **date of acceptance:** 17.12.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Изменения в экономике, новые внешние и внутренние вызовы актуализируют уточнение роли и задач малого агробизнеса на текущем этапе развития России. Беспрецедентное санкционное давление на российскую экономику направлено на разрушение рынков потребления, в том числе и продовольственного рынка. Нарушение логистических и технологических цепочек осложнило поставки необходимых ресурсов для производства сельскохозяйственной и пищевой продукции (машины и оборудование, семенной и генетический материал, удобрения, вакцины и т. п.). Заметно сузились возможности расширенного воспроизводства в отраслях агропромышленного комплекса, обострились проблемы технологической и продовольственной безопасности России.

В этих условиях необходима оперативная и гибкая реакция, направленная на поддержание продовольственного рынка и обеспечение экономической независимости России. Поэтому развитие потребительской и сельскохозяйственной кооперации, вовлечение в формирование продовольственных ресурсов всех форм малого агробизнеса, обладающего такими необходимыми свойствами гибкости и мобильности, является инструментом не только сохранения, но и устойчивого развития агропродовольственного рынка России. Малый агробизнес уверенно занимает позиции структурообразующего элемента в российском АПК и укрепляет свои конкурентные позиции, что подтверждается весомым вкладом малых форм хозяйствования в агробизнесе в формировании ассортимента сельскохозяйственной продукции по всем позициям.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Обеспечение продовольственной безопасности – глобальная мировая проблема, которая, несмотря на пристальное внимание мирового и национального научного сообщества, до сих пор не получила решения [1]. Продовольственная безопасность является сложной категорией, затрагивающей многие социальные, экономические, технологические аспекты. Поэтому и критериев оценки продовольственной безопасности тоже много, причем они могут быть как количественными, так и качественными.

Данное исследование предполагает оценку уровня продовольственной безопасности с учетом трех аспектов:

1) уровня самообеспечения основными видами продовольствия в соответствии с обозначенными в Доктрине продовольственной безопасности целевыми показателями [2];

2) показателей физической достаточности продовольствия, определяемой через соотношение уровня потребления пищевых продуктов и рациональных норм потребления, соответствующих принципам здорового питания [3];

3) показателей экономической доступности продовольствия, зависящих от уровня затрат на продукты питания в структуре потребительских расходов.

Ведущие российские ученые предлагают оценивать уровень продовольственной безопасности с учетом региональных особенностей и значительной дифференциацией населения по уровню жизни [4]. Исследователи отмечают, что в последнее время населению удастся обеспечить почти достаточный уровень физической доступности продовольствия, но при этом страдает уровень экономической доступности, поскольку рост цен на продовольствие часто опережает рост доходов [5].

Поэтому считаем необходимым не только пересмотр критериев оценки продовольственной безопасности, но и вовлечение в формирование качественных и доступных продовольственных ресурсов как крупных производителей, так и малых форм агробизнеса.

**Результаты (Results)**

Следует отметить, что целью малых форм агробизнеса не является замена продукции крупных сельскохозяйственных товаропроизводителей и их вытеснение с продовольственного рынка. Так, основной задачей кооперативов становится решение социально-экономических проблем сельских территорий и закрепление сельских жителей на земле. Необходимо обеспечить занятость сельского населения посредством создания рабочих мест [6–8]. Это позволит обеспечить продовольствием и промышленными товарами отдаленные и труднодоступные населенные пункты.

Территория России заселена неравномерно. Почти четверть сельских населенных пунктов (23,6 %) насчитывает не более 10 жителей, во многих не более 100 жителей. Обслуживание таких населенных пунктов не столько экономическая, сколько социальная задача. Потребительская кооперация охватывает 89 тыс. российских населенных пунктов, предоставляет различные услуги, в т. ч. организует выездную торговлю, работу автолавок в малых населенных пунктах.

Развитие сельскохозяйственной и потребительской кооперации способствует повышению эффективности работы малого агробизнеса, давно уже ставшего неотъемлемой частью российского агропромышленного комплекса [9]. В настоящее время в структуре продукции сельского хозяйства в России преобладают сельскохозяйственные организации, на их долю в 2023 году приходилось 59,9 % продукции, а в 2022 году – 60,1 %. На втором месте по вкладу в общий объем сельскохозяйственной продукции находятся хозяйства населения: их вклад вырос с 24,1 % в 2022 году до 25,3 % в 2023 году. При этом удельный вес сельскохозяйственной продукции крестьянских (фермерских) хозяйств сократился с 15,8 % в 2022 году до 14,8 % в 2023 году.

Анализ структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур выявил, что их большая часть сосредоточена в сельскохозяйственных организациях (65,5 %). Крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели обрабатывают 31,5 % посевной площади. А на долю хозяйств населения приходится лишь 3 % посевной площади. Очевидно, что выход продукции с единицы площади в хозяйствах населения значительно выше, чем в других категориях хозяйств.

Анализ показал, что из всего объема посевной площади в хозяйствах населения (2,4 млн га) большая часть занята картофелем (36,9 %), зерновыми и зернобобовыми культурами (22,9 %), кормовыми культурами (21,7 %) и овощами (13,5 %). Незначительную долю в структуре посевных площадей хозяйств населения занимают бахчевые продовольственные культуры (2,8 %) и технические культуры (2,2 %).

Следует отметить, что значение малых форм агробизнеса в России состоит не только в реализации экономической функции, заключающейся в производстве сельскохозяйственной продукции и продуктов питания как для собственного потребления, так и для получения дохода. Экономическая функция малых форм агробизнеса определяет их участие в формировании продовольственных ресурсов и обеспечении продовольственной безопасности России. Также малый бизнес снижает угрозы продовольственной безопасности посредством диверсификации производства и способствует насыщению продовольственных локальных рынков [10; 11].

Таблица 1

## Удельный вес малых форм агробизнеса в производстве основных видов сельхозпродукции, %

Вид продукта	Категория хозяйства	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Зерновые и зернобобовые культуры	Хозяйства населения	1,0	0,9	0,7	1,1	1,1	1,0
	КФХ	21,9	26,4	29,5	30,3	30,2	31,0
Семена подсолнечника	Хозяйства населения	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4
	КФХ	26,4	29,3	35,0	36,0	38,4	38,8
Сахарная свекла	Хозяйства населения	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
	КФХ	10,9	10,6	7,6	8,3	8,7	10,6
Картофель	Хозяйства населения	84,0	70,3	65,2	65,7	61,4	58,0
	КФХ	5,5	11,4	13,9	13,3	15,6	16,5
Овощи	Хозяйства населения	71,5	59,9	50,1	49,6	46,5	47,7
	КФХ	11,4	18,2	21,4	21,0	22,3	23,4
Скот и птица на убой	Хозяйства населения	36,5	22,1	16,2	15,6	14,3	13,5
	КФХ	2,9	3,0	3,1	3,2	3,1	3,1
Молоко	Хозяйства населения	49,9	44,0	35,7	34,7	33,3	31,7
	КФХ	4,7	6,7	8,8	9,1	9,0	8,9
Яйца	Хозяйства населения	22,4	20,5	18,0	17,6	16,9	16,3
	КФХ	0,8	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3
Шерсть	Хозяйства населения	54,5	49,1	44,3	45,5	44,2	44,2
	КФХ	25,8	33,8	38,1	39,3	39,6	40,8
Мед	Хозяйства населения	93,2	93,7	94,1	94,3	93,9	93,6
	КФХ	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0	5,4

Источник: составлено по данным Росстата.

Table 1

## Share of small forms of agribusiness in production of main types of agricultural products, %

Type of product	Category of farm	2010	2015	2020	2021	2022	2023
Cereals and leguminous crops	Private farms	1.0	0.9	0.7	1.1	1.1	1.0
	Peasant (farmer) farms	21.9	26.4	29.5	30.3	30.2	31.0
Sunflower seeds	Private farms	0.6	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4
	Peasant (farmer) farms	26.4	29.3	35.0	36.0	38.4	38.8
Sugar beet	Private farms	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
	Peasant (farmer) farms	10.9	10.6	7.6	8.3	8.7	10.6
Potatoes	Private farms	84.0	70.3	65.2	65.7	61.4	58.0
	Peasant (farmer) farms	5.5	11.4	13.9	13.3	15.6	16.5
Vegetables	Private farms	71.5	59.9	50.1	49.6	46.5	47.7
	Peasant (farmer) farms	11.4	18.2	21.4	21.0	22.3	23.4
Livestock and poultry for slaughter	Private farms	36.5	22.1	16.2	15.6	14.3	13.5
	Peasant (farmer) farms	2.9	3.0	3.1	3.2	3.1	3.1
Milk	Private farms	49.9	44.0	35.7	34.7	33.3	31.7
	Peasant (farmer) farms	4.7	6.7	8.8	9.1	9.0	8.9
Eggs	Private farms	22.4	20.5	18.0	17.6	16.9	16.3
	Peasant (farmer) farms	0.8	0.9	1.2	1.2	1.3	1.3
Wool	Private farms	54.5	49.1	44.3	45.5	44.2	44.2
	Peasant (farmer) farms	25.8	33.8	38.1	39.3	39.6	40.8
Honey	Private farms	93.2	93.7	94.1	94.3	93.9	93.6
	Peasant (farmer) farms	3.4	3.7	4.1	4.5	5.0	5.4

Source: compiled on the basis of Rosstat data.

Не менее значимы и другие функции малого агробизнеса – социальная и экологическая. Социальная функция проявляется в создании рабочих мест и закреплении кадров на селе, в росте доходов и повышении качества жизни сельского населения, в решении многочисленных проблем развития сельских территорий.

Экологическая функция агробизнеса связана с вовлечением в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий и сохранением плодородия почв. Перспективным направлением развития малого агробизнеса может стать производство экологически чистых или органических продуктов питания, за которые потребители готовы платить дороже [12].

Малый агробизнес уверенно занимает позиции структурообразующего элемента в российском АПК и укрепляет свои конкурентные позиции. Исследования выявили весомый вклад малых форм агробизнеса в формирование сельскохозяйственной продукции по всем позициям. Практически весь мед и большая часть шерсти (85 %) произве-

дены крестьянскими (фермерскими) хозяйствами и хозяйствами населения [13; 14]. Хозяйства населения специализируются на производстве картофеля (58 % от производимого всеми категориями хозяйств картофеля), овощей (47,7 %), молока (31,6 %). А крестьянские (фермерские) хозяйства производят 38,8 % семян подсолнечника, 31 % зерновых и зернобобовых культур, 23,4 % овощей (таблица 1).

Очевидны определенные успехи российского АПК в обеспечении продовольственной безопасности. Сложившаяся в последнее время обстановка, связанная с санкционным давлением, привела к активизации политики импортозамещения. Россия смогла нарастить производство основных продовольственных товаров и практически решить проблему самообеспечения продовольствием [15]. Однако не достигнуты целевые показатели самообеспечения в отношении овощей, плодов и ягод, мяса и мясопродуктов, молока и молочных продуктов (рис. 1).

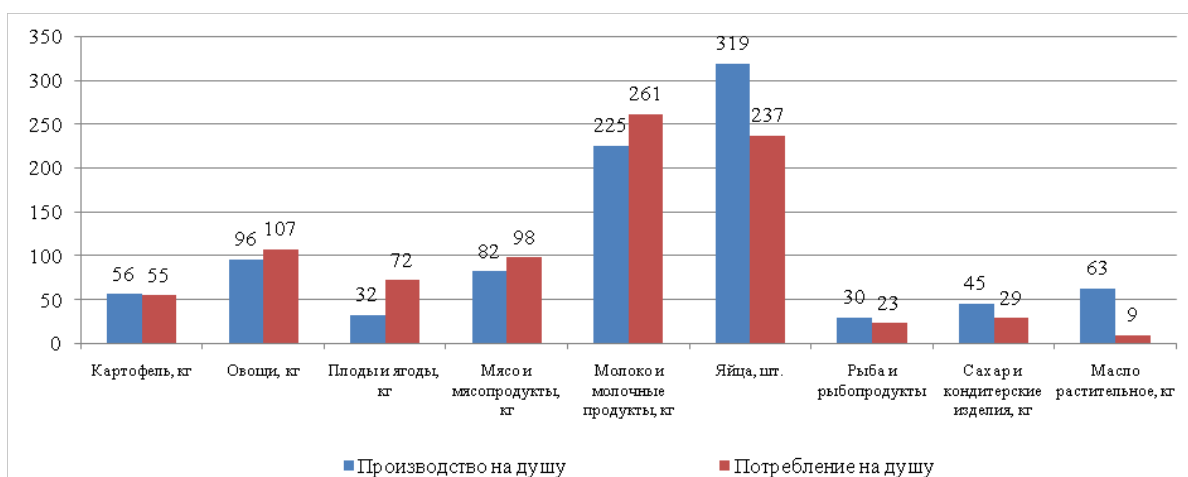


Рис. 1. Соотношение производства и потребления основных продуктов питания в расчете на душу населения по данным 2023 года

Источник: составлено по данным Росстата

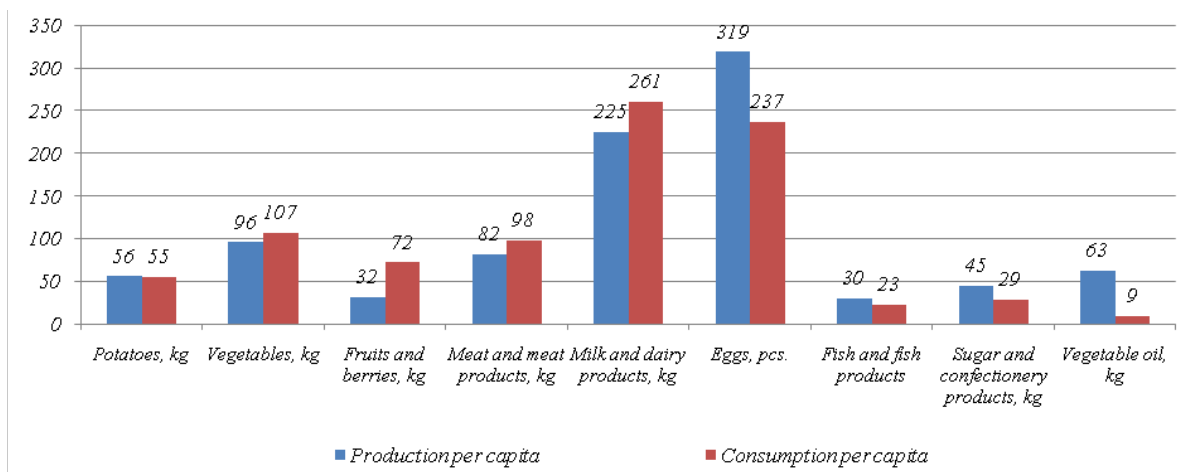


Fig. 1. Ratio of production and consumption of basic foodstuffs per capita according to 2023 data

Source: compiled on the basis of Rosstat data



В качестве базового количественного критерия продовольственной безопасности Доктриной продовольственной безопасности РФ определен уровень самообеспечения основными видами продовольствия. Рассчитывается уровень самообеспечения через соотношение объема производства основных продуктов питания к объему их потребления в расчете на душу населения [16]. Анализ динамики уровня самообеспечения показал, что наиболее сложна ситуация с производством российских молочных продуктов, овощей, фруктов и ягод (таблица 2).

Во всех названных секторах достаточно велика доля малых форм агробизнеса. Здесь не теряет своей актуальности проблема импортозамещения. В последнее время действительно снизился импорт продовольствия в Россию, однако сохраняется еще сильная зависимость в отношении импортных семян, вакцин, техники для сельского хозяйства и пищевых производств и т. п. Эксперты отмечают, что наиболее остро эта проблема ощущается предприятиями, производящими овощи, фрукты, молоко и молочные продукты.

В этой ситуации целесообразно развитие сети региональных производителей сельскохозяйственной и пищевой продукции и формирование на этой основе продовольственных цепочек. Это предусматривает также формирование системы транспортировки, хранения, переработки этой продукции. В процессе формирования продовольственных цепочек важным моментом является согласование интересов всех участников: производителей, переработчиков, сбытовых организаций [17].

Развернутый анализ уровня продовольственной безопасности базируется на исследовании динамики собственного производства, импорта, производственных ресурсов. В работе дана оценка уровня физической достаточности пищевых продуктов для населения России. Этот показатель определяется отношением фактического уровня потребления к рациональной норме потребления пищевых продуктов. Низкое значение коэффициента физической доступности выявлено в отношении картофеля, овощей, фруктов, молочной продукции (таблица 2).

Таблица 2  
Динамика уровня продовольственной безопасности РФ

Показатели	2015 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г. к 2015 г.
<b>Уровень самообеспечения<sup>1</sup>, %</b>						
– зерном (не менее 95 %)	149,1	165,6	148,3	191,4	173,5	1,16
– сахаром (не менее 90 %)	112,9	127,4	135,3	137,4	155,2	1,37
– растительным маслом (не менее 90 %)	289,2	507,7	461,3	555,8	700,0	2,42
– мясом и мясопродуктами (не менее 85 %)	76,5	82,6	81,9	85,1	83,7	1,09
– молоком и молокопродуктами (не менее 90 %)	76,3	84,0	84,3	85,7	86,2	1,13
– рыбой и рыбопродуктами (не менее 85 %)	124,5	133,6	137,0	129,0	130,4	1,05
– картофелем (не менее 95 %)	109,4	89,2	88,7	94,5	101,8	0,93
– овощами и бахчевыми (не менее 90 %)	91,5	86,3	86,5	88,5	89,7	0,98
– фруктами и ягодами (не менее 60 %)	31,0	42,4	44,4	47,3	44,4	1,43
<b>Коэффициенты физической доступности продовольствия<sup>2</sup>, %</b>						
– картофель (90 кг)	64,4	62,2	57,8	57,8	61,1	0,95
– овощи (140 кг)	70,7	74,3	72,1	74,3	76,4	1,08
– фрукты (100 кг)	71,0	77,0	72,0	70,0	72,0	1,01
– сахар (24 кг)	129,2	129,2	125,0	125,0	120,8	0,94
– мясопродукты (73 кг)	116,4	126,0	128,8	128,8	134,2	1,15
– рыбопродукты (22 кг)	95,5	100,0	100,0	100,0	104,5	1,10
– молокопродукты (325 кг)	81,8	83,4	81,5	81,2	80,3	0,98
– яйца (260 шт.)	83,8	91,9	89,6	92,3	91,2	1,09
– масло растительное (12 кг)	91,7	83,3	83,3	83,3	75,0	0,82
Энергетическая ценность продуктов питания в расчете на душу населения в сутки, ккал	2575	2661	2577	2 600	2 569	0,99
в т. ч. продуктов животного происхождения, ккал	855	912	925	941	954	1,12
<b>Показатели экономической доступности продовольствия</b>						
Удельный вес расходов на питание в расходах на потребление, %	37,3	37,0	36,3	37,2	35,9	0,96
Удельный вес расходов на питание в располагаемых ресурсах, %	24,7	24,3	24,1	25,2	24,5	0,99

Примечание. <sup>1</sup> В скобках приведены значения целевых показателей, установленных Доктриной продовольственной безопасности РФ [2].

<sup>2</sup> В скобках приведены рациональные (соответствующие принципам здорового питания) нормы потребления пищевых продуктов [3].

Источник: составлено по данным Росстата.

Table 2  
Dynamics of the level of food security in the Russian Federation

Indicators	2015	2020	2021	2022	2023	2023 to 2015
<b>Level of self-sufficiency<sup>1</sup>, %</b>						
– grain (at least 95 %)	149.1	165.6	148.3	191.4	173.5	1.16
– sugar (at least 90 %)	112.9	127.4	135.3	137.4	155.2	1.37
– vegetable oil (at least 90 %)	289.2	507.7	461.3	555.8	700.0	2.42
– meat and meat products (at least 85 %)	76.5	82.6	81.9	85.1	83.7	1.09
– milk and milk products (at least 90 %)	76.3	84.0	84.3	85.7	86.2	1.13
– fish and fish products (at least 85 %)	124.5	133.6	137.0	129.0	130.4	1.05
– potatoes (at least 95 %)	109.4	89.2	88.7	94.5	101.8	0.93
– vegetables and melons (at least 90 %)	91.5	86.3	86.5	88.5	89.7	0.98
– fruits and berries (at least 60%)	31.0	42.4	44.4	47.3	44.4	1.43
<b>Food availability ratios<sup>2</sup>, %</b>						
– potatoes (90 kg)	64.4	62.2	57.8	57.8	61.1	0.95
– vegetables (140 kg)	70.7	74.3	72.1	74.3	76.4	1.08
– fruits (100 kg)	71.0	77.0	72.0	70.0	72.0	1.01
– sugar (24 kg)	129.2	129.2	125.0	125.0	120.8	0.94
– meat products (73 kg)	116.4	126.0	128.8	128.8	134.2	1.15
– fish products (22 kg)	95.5	100.0	100.0	100.0	104.5	1.10
– dairy products (325 kg)	81.8	83.4	81.5	81.2	80.3	0.98
– eggs (260 pcs.)	83.8	91.9	89.6	92.3	91.2	1.09
– vegetable oil (12 kg)	91.7	83.3	83.3	83.3	75.0	0.82
Energy value of foodstuffs per capita per day, kcal	2575	2661	2577	2 600	2 569	0.99
including products of animal origin, kcal	855	912	925	941	954	1.12
<b>Indicators of economic accessibility of food</b>						
Share of food expenditures in consumption expenditures, %	37.3	37.0	36.3	37.2	35.9	0.96
Share of food expenditures in disposable resources, %	24.7	24.3	24.1	25.2	24.5	0.99

Note. <sup>1</sup> The values of target indicators established by the Doctrine of Food Security of the Russian Federation [2] are given in parentheses.

<sup>2</sup> Rational (corresponding to the principles of healthy nutrition) norms of food consumption are given in parentheses [3].

Source: compiled on the basis of Rosstat data.

Представленный выше анализ уровня самообеспечения и уровень физической достаточности потребления основных видов продовольствия не учитывает доходы домохозяйств, структуру потребительских расходов. Поэтому считаем необходимым оценить экономическую доступность продовольствия для всех слоев населения. По данным 2023 года наибольший разрыв в уровнях потребления первой и десятой децильной группы отмечен в отношении фруктов и ягод (в 2,7 раза), рыбы (в 2,4 раза), молока (в 2 раза), овощей (в 2 раза), мяса (в 1,9 раза). Существенным является то, что этот разрыв не сокращается, а даже и растет в последнее время (фрукты и ягоды, овощи и бахчевые, рыбные, мясные и молочные продукты). Недостаток белка в рационе, связанный с низким потреблением продуктов животного происхождения, и нерациональная структура питания негативно влияют на здоровье населения (особенно детей) из первых децильных групп. В настоящее время удельный вес продуктов животного происхождения в рационе растет и достигает 37 %. В 2015 году этот показатель составлял 33 % (таблица 2).

Экономическая доступность продовольствия – значимая экономическая категория не только для России, но и для зарубежных стран, в том числе и развитых [18]. Экономическая доступность продовольствия более труднодостижима в сравнении с физической доступностью продовольствия. В последнее время появляется даже понятие социальной доступности продовольствия, предусматривающей равный доступ к продовольствию независимо от места проживания, возраста, пола и социального статуса [19]. Повышение уровня развития национальной продовольственной системы ведет к сокращению удельного веса расходов на продовольствие в расходах населения [20]. Если в развитых странах этот показатель не превышает 15 %, то в России в 2023 году он достиг 35,9 % (таблица 2). Поскольку этот показатель сильно связан с величиной доходов населения, нами проанализирован удельный вес расходов на покупку продуктов питания в потребительских расходах домохозяйств. Было выявлено, что в первой децильной группе данный показатель составил 48 %, а в десятой – 18 %.

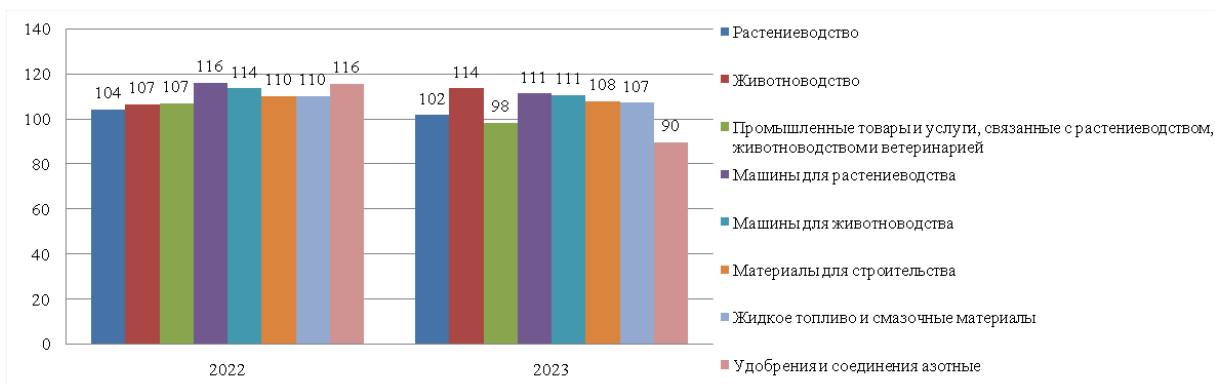


Рис. 2. Сравнение индексов цен на сельскохозяйственную продукцию, на промышленные товары и услуги, приобретенные сельхозорганизациями (в процентах к предыдущему году)

Источник: составлено по данным Росстата

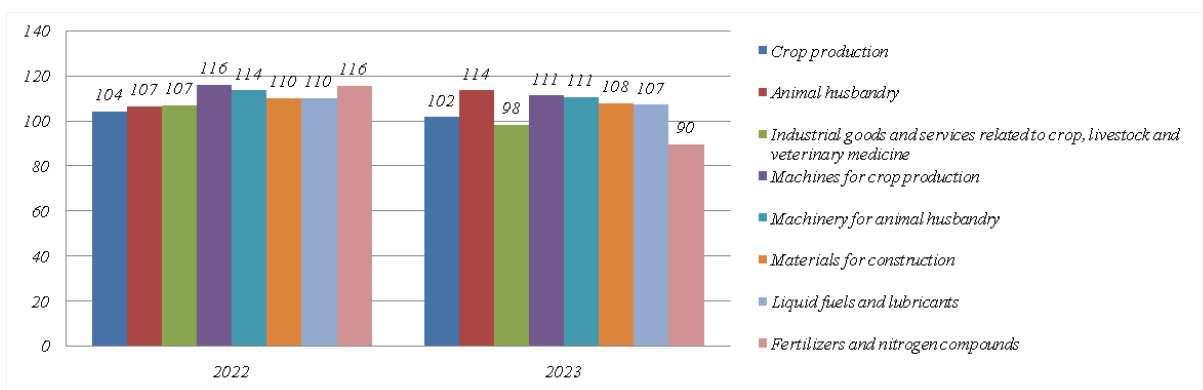


Fig. 2. Comparison of price indices for agricultural products, industrial goods and services purchased by agricultural organizations (as a percentage of the previous year)

Source: compiled on the basis of Rosstat data

Устойчивое развитие АПК в целях обеспечения продовольственной безопасности России стало приоритетом государственной агропродовольственной политики. В последнее время меры господдержки в сельском хозяйстве менялись, в частности, расширена программа поддержки фермерских хозяйств [21; 22]. В 2024 году объем господдержки сельского хозяйства по базовым отраслевым программам достиг 558,6 млрд руб. При этом поддержка фермерских хозяйств составит 8 млрд руб. На поддержку малого и среднего агробизнеса отведено 15 млрд руб., что на 2 млрд руб. превышает уровень 2022 года. Государственная поддержка предусматривает субсидии, гранты, льготные кредитование и лизинг, компенсацию затрат. Получают расширенную государственную поддержку и сельскохозяйственные потребительские кооперативы и причисленные к ним потребительские общества, занятые заготовкой, переработкой, хранением сельскохозяйственной продукции [23].

Сейчас в России уже действует ряд проектов, направленных на формирование глобальной продовольственной безопасности, однако эффективность их реализации оставляет желать лучшего. Существенным препятствием на пути устойчивого развития агропродовольственной системы стал рост цен на материалы для строительства, технику и

оборудование, семена, вакцины и ветеринарные услуги, горюче-смазочные материалы и электроэнергию, транспортные и логистические услуги и т. п. В 2022 году рост практически всех индексов цен на промышленные товары и услуги, приобретаемые сельхозорганизациями, обогнал рост индексов цен производителей продукции сельского хозяйства. В 2023 году ситуация несколько стабилизировалась, в частности, снизились цены на минеральные удобрения, значительно выросшие в 2021 году (в 1,3 раза) и в 2022 году (в 1,2 раза) (рис. 2). Таким образом, контроль над ценообразованием чрезвычайно важен для устойчивого функционирования агропродовольственного рынка и достижения продовольственной безопасности.

Обеспечению продовольственной безопасности будет способствовать формирование особой инфраструктуры, включающей следующие элементы:

- мониторинг, оценка и прогнозирование угроз и рисков природного, техногенного, экономического характера с применением современных интеллектуальных систем, цифровых решений;
- продовольственные базы, представляющие собой зоны переработки и хранения продовольствия, а также новые торговые площадки, позволяющие сочетать интересы продавцов и покупателей сельскохозяйственного сырья и продовольствия;

– стимулирование инновационной и инвестиционной активности в целях импортозамещения по всем направлениям (семена и генетический материал, машины и оборудование, удобрения и вакцины, транспортная и логистическая инфраструктура) [24];

– разработка стандартов качества продукции и создание центров контроля качества, развитие системы подготовки кадров в сочетании с формированием сети технопарков пищевой промышленности (фуд-кластеров);

– государственное регулирование агропродовольственного рынка, управление агролобби.

В настоящее время Россия обладает определенными ресурсами для практического формирования системы глобальной или коллективной продовольственной безопасности. Так, в рамках БРИКС важнейшими экспортёрами продовольствия являются Россия и Бразилия, наибольшей емкостью обладают продовольственные рынки Индии и Китая, а Египет и Эфиопия наиболее уязвимы в отношении продовольственной безопасности. Помимо различий в отношении продовольственной безопасности, страны БРИКС обладают разным уровнем технологического развития. Поэтому такое сотрудничество полезно в плане обеспечения не только глобальной продовольственной, но и технологической безопасности.

#### **Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Достижение продовольственной безопасности – комплексная задача, решение которой зависит от многих составляющих и проявляется во многих аспектах. Продовольственная безопасность должна оцениваться не только уровнем самообеспечения продовольствием, но и физической и экономической доступностью продовольствия. Физическую доступность продовольствия определяют уровень развития ресурсного потенциала (посевная площадь, внесение удобрений, поголовье, обеспеченность семенным и генетическим материалом, техникой и оборудованием), объемы производства и потребления продовольствия, импорт продовольственных ресурсов [25]. При этом достаточный уровень физической доступности продовольствия не означает ее экономическую доступность. На экономическую доступность продовольствия влияют уровень бедности населения, динамика и структура потребительских доходов, диспаритет цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию.

Для достижения продовольственной безопасности необходимо совершенствовать агропродовольственную политику России в части улучшения механизмов поддержки малых форм агробизнеса, социальной защиты населения (особенно беднейших слоев) и повышения реальных доходов населения, снижения инфляционных рисков. Необходимо формирование продовольственных резервов, надеж-

ность которых определяется наличием контролируемой складской инфраструктуры. Актуальным является комплексное развитие биржевой и складской инфраструктуры для хранения урожаев (например, зерновых культур).

Кроме того, в условиях действия санкционного давления предприятия малого бизнеса находятся в сложной финансово-экономической ситуации, когда собственные материальные и финансовые ресурсы находятся в дефиците, а их нехватка сказывается на привлечении технических средств в инновационное развитие. В этой связи значительная роль должна отводиться государственной и региональной поддержке малого предпринимательства в целях наращивания объемов сельскохозяйственного производства и выводу малого бизнеса из зоны опасного функционирования, что возможно достичь с помощью национальных проектов. Повышению продовольственной безопасности также будет способствовать внедрение современных информационно-цифровых технологий в сферу аграрного производства, что обеспечит форсированное вовлечение научных разработок в процесс наращивания объема продовольствия отечественными предприятиями малого бизнеса.

Таким образом, внедрение концепции развития малых форм хозяйствования в аграрный сектор представляет комплексный процесс, направленный на вовлечение в практическую сферу деятельности разнообразных рыночных инструментов для совершенствования отдельных параметров обеспечения продовольственной безопасности страны. При этом следует учитывать влияние человеческих ресурсов на обеспечение аграрного сектора экономики квалифицированными кадрами с сохранением традиционных ценностей сельских территорий страны.

Российская агропродовольственная политика должна быть нацелена на создание условий для устойчивого развития сельских территорий, на вовлечение малых форм агробизнеса в формирование качественных и доступных ресурсов продовольствия, на формирование уровня доходов населения, достаточного для достижения как физической, так и экономической доступности продовольствия. К приоритетным направлениям государственной поддержки малого агробизнеса можно отнести государственную поддержку сельскохозяйственных потребительских кооперативов, крестьянских (фермерских) хозяйств.

В связи с постоянными изменениями и усложнениями условий функционирования сельскохозяйственных предприятий малого бизнеса необходима систематическая диверсификация их деятельности, которая должна быть направлена на гибкую переориентацию производства и бизнеса. В условиях сохранения угроз продовольственной безопасности в перспективе стратегической задачей государства



и региональных властей должно быть укрепление материально-технической базы малого предпринимательства для сохранения их направления деятельности. Важнейшим приоритетом в политике государства должно стать наращивание объемов производства сельскохозяйственной продукции

для обеспечения продовольственной безопасности и ликвидации структурных диспропорций в экономике страны, являющихся существенным фактором уязвимости отечественного агропромышленного комплекса.

#### Библиографический список

1. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/ru> (дата обращения: 16.11.2024).
2. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/> (дата обращения: 18.11.2024).
3. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19 августа 2016 г. № 614 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/> (дата обращения: 18.11.2024).
4. Шагайда Н. И., Узун В. Я., Терновский Д. С., Шишкина Е. А. Оценка экономической доступности продовольствия в России в контексте продовольственной безопасности // Вопросы экономики. 2024. № 6. С. 73–95.
5. Объем продукции и индексы производства продукции сельского хозяйства по категориям хозяйств по Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (дата обращения: 18.11.2024).
6. Барышникова Н. А., Киреева Н. А., Прущак О. В. Экономическая безопасность продовольственной системы: теоретико-методологические подходы к исследованию // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 1 (391). С. 85–91.
7. Организационно-экономические и правовые механизмы реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации / Б. А. Воронин, Я. В. Воронина, Л. А. Журавлева [и др.]. Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2022. 220 с.
8. Davydov S. Ya., Semin A. N. Thermal Enrichment of Gold-Bearing Sulfide Mineral Material Using Centrifugal Flotation // Refractories and Industrial Ceramics. 2024. Vol. 64, No. 5. Pp. 470–473. DOI: 10.1007/s11148-024-00872-y.
9. Ильина А. В., Кузнецова Н. А., Кублин И. М., Тинякова В. И. Развитие кооперативных связей субъектов малого агробизнеса (на примере Саратовской области) // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2019. № 3. С. 94–100.
10. Наговицын В. Роль потребительской кооперации в нынешних условиях значительно возрастает [Электронный ресурс]. URL: <http://council.gov.ru/events/committees/143699> (дата обращения: 17.11.2024).
11. Рущицкая О. А., Куликова Е. С., Кружкова Т. И., Зырянова Т. В. Роль малых предприятий в аграрной экономике: оценка вклада в сельскохозяйственное производство // Московский экономический журнал. 2024. Т. 9, № 8. С. 50–69. DOI: 10.55186/2413046X\_2024\_9\_8\_343.
12. Воронкова Е. А., Астратова Г. В., Кублин И. М. Экологическое предпринимательство в сфере утилизации пластмассовых отходов: анализ и вектор развития [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2018. Т. 5, № 4. URL: <https://resources.today/PDF/05NZOR418.pdf> (дата обращения: 22.11.2024). DOI: 10.15862/05NZOR418.
13. Кублин И. М., Найденов В. И., Пугаева А. Р., Воронов А. А. Отраслевые особенности цифровой трансформации основных видов экономической деятельности в Российской Федерации // Экономика устойчивого развития. 2023. № 3 (55). С. 41–45.
14. Voronin B. A., Voronina Ya. V., Fateeva N. B., et al. Employment in rural areas // E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAIC2023). Ekaterinburg, 2023. Vol. 395. Article number 05009. DOI: 10.1051/e3sconf/202339505009.
15. Воронина Я. В., О Рущицкая А., Симачкова Н. Н. [и др.] К проблеме эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения в АПК // Право и управление. 2024. № 5. С. 101–105. DOI: 10.24412/2224-9133-2024-5-101-105.
16. Davydov S. Ya., Semin A. N. Thermal Enrichment of Gold-Bearing Sulfide Mineral Material Using Centrifugal Flotation // Refractories and Industrial Ceramics. 2024. Vol. 64, No. 5. Pp. 470–473. DOI: 10.1007/s11148-024-00872-y.

17. Семин А. Н., Третьяков А. П., Пильщикова К. А., Сбитнев Н. А. Управление внешнеэкономической деятельностью на продовольственном рынке России и зарубежных стран: реалии и новые возможности: монография. Москва: Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2024. 322 с.

18. Куликова Е. С., Рущицкая О. А., Рущицкая О. Е., Кружкова Т. И. Анализ внедрения цифрового маркетинга на предприятии АПК // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 2-1. С. 64–70. DOI: 10.17513/vaael.2693.

19. Захарова С. В., Ергалиева Е. В., Кублин И. М., Воронов А. А. Операционные и маркетинговые аспекты привлечения иностранных инвестиций в мире и России // Экономика и предпринимательство. 2022. № 3 (140). С. 596–602. DOI: 10.34925/EIP.2022.140.03.109.

20. Derunova E., Kireeva N., Pruschak O. The level and quality of inclusive growth agri-food system in modern conditions // Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development. 2020. Vol. 20, No. 3. Pp. 193–206.

21. Воронин Б. А., Воронина Я. В., Тарасов И. А., Парфинчук К. В. Развитие сельского хозяйства региона на основе согласованности федерального и регионального законодательства [Электронный ресурс] // Электронное сетевое издание «Международный правовой курьер». 2024. № 3. С. 121–124. URL: <https://inter-legal.ru/razvitie-selskogo-hozyajstva-regiona-na-osnove-soglasovannosti-federalnogo-i-regionalnogo-zakonodatelstva> (дата обращения: 19.11.2024).

22. Государственная поддержка развития сельскохозяйственной кооперации малых форм хозяйствования: аналитический обзор / А. П. Королькова, Н. А. Кузнецова, Е. В. Худякова [и др.]. Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. 72 с.

23. Derunova E., Kireeva N., Pruschak O. Typology of regions according to the level of food security: methodological approaches and solutions // Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development. 2019. Vol. 19, No. 1. Pp. 135–146.

24. Кружкова Т. И., Рущицкая О. А., Ручкин А. В., Фетисова А. В. Разработка мероприятий по управлению рисками на предприятии АПК // Право и управление. 2023. № 11. С. 74–80. DOI: 10.24412/2224-9133-2023-11-74-80.

25. Yakovenko N. A., Rodionova I. A., Ivanenko I. S., et al. Export potential as the competitiveness indicator of the agri-food complex // International Journal of Engineering and Technology (UAE). 2018. Vol. 7, No. 4.38. Pp. 654–658. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.38.24640.

#### Об авторах:

**Олеся Владимировна Прущак**, доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и маркетинг», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Саратов, Россия; ORCID 0000-0001-5201-2650, AuthorID 416214. E-mail: [prushchakov@sstu.ru](mailto:prushchakov@sstu.ru)

**Игорь Михайлович Кублин**, доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и маркетинг», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., Саратов, Россия; ORCID 0000-0001-8985-6160, AuthorID 358178. E-mail: [kublinim@sstu.ru](mailto:kublinim@sstu.ru)

**Александр Александрович Воронов**, доктор экономических наук, профессор кафедры «Логистика и коммерческая работа», Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия; ORCID 0000-0001-8505-7345, AuthorID 643548.

E-mail: [voronov.a@mail.ru](mailto:voronov.a@mail.ru)

**Ольга Александровна Рущицкая**, доктор экономических наук, профессор, директор института экономики, финансов и менеджмента, Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия; ORCID 0000-0002-6854-5723, AuthorID 518696. E-mail: [dekanat.ifim@urqau.ru](mailto:dekanat.ifim@urqau.ru)

#### References

1. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024* [Internet] [cited 2024 Nov 16]. Available from: <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-security-and-nutrition-in-the-world/ru>. (In Russ.)

2. *On Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation: Presidential Decree No. 20 of January 21, 2020* [Internet] [cited 2024 Nov 18]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425>. (In Russ.)

3. *On Approval of Recommendations on rational norms of food consumption that meet modern requirements of healthy nutrition: Order of the Ministry of Health of the Russian Federation from August 19, 2016 № 614* [Internet] [cited 2024 Nov 18]. Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784>. (In Russ.)

4. Shagayda N. I., Uzun V. Ya., Ternovskiy D. S., Shishkina E. A. Estimation of economic availability of food in Russia in the context of food security. *Voprosy Ekonomiki*. 2024; 6: 73–95. DOI: 10.32609/0042-8736-2024-6-73-95. (In Russ.)
5. Volume of production and indices of agricultural output by categories of farms in the Russian Federation [Internet] [cited 2024 Nov 18]. Available from: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy). (In Russ.)
6. Baryshnikova N. A., Kireeva N. A., Prushchak O. V. Economic security of the food system: theoretical and methodological approaches to the study. *International Agricultural Journal*. 2023; 1 (391): 85–91. DOI: 10.55186/25876740-2023-66-1-85. (In Russ.)
7. Organizational, economic and legal mechanisms for the implementation of the Doctrine of food security of the Russian Federation / B. A. Voronin, Ya. V. Voronina, L. A. Zhuravleva, et al. Ekaterinburg: Publishing House of the Ural State Agrarian University, 2022. 220 p. (In Russ.)
8. Davydov S. Ya. Thermal Enrichment of Gold-Bearing Sulfide Mineral Material Using Centrifugal Flotation. *Refractories and Industrial Ceramics*. 2024; 64 (5): 470–473. DOI: 10.1007/s11148-024-00872-y.
9. Ilyina A. V., Kuznetsova N. A., Kublin I. M., Tinyakova V. I. Development of cooperative relations of small agribusiness entities (on the example of the Saratov region). *Fundamental and Applied Research of the Cooperative Sector of the Economy*. 2019; 3: 94–100. (In Russ.)
10. Nagovitsyn V. *The role of consumer cooperation in the current conditions is significantly increasing* [Internet] [cited 2024 Nov 17]. Available from: <http://council.gov.ru/events/committees/143699>. (In Russ.)
11. Rushchitskaya O. A., Kulikova E. S., Kruzhkova T. I., Zyryanova T. V. The role of small enterprises in the agricultural economy: assessment of the contribution to agricultural production. *Moscow Economic Journal*. 2024; 9 (8): 50–69. DOI: 10.55186/2413046X-2024-9-8-343. (In Russ.)
12. Voronkova E. A., Astratova G. V., Kublin I. M. Environmental entrepreneurship in the field of recycling of plastic waste: an analysis of the development. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling* [Internet] 2018 [cited 2024 Nov 22]; 5 (4). DOI: 10.15862/05NZOR418. [cited 2024 Nov 22]. Available from: <https://resources.today/PDF/05NZOR418.pdf> (In Russ.)
13. Kublin I. M., Naidenkov V. I., Pugaeva A. R., Voronov A. A. Sectoral features of the digital transformation of the main types of economic activity in the Russian Federation. *The Economics of Sustainable Development*. 2023; 3 (55): 41–45. (In Russ.)
14. Voronin B. A., Voronina Ya. V., Fateeva N. B., et al. Employment in rural areas. *E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference “Ensuring the Technological Sovereignty of the Agro-Industrial Complex: Approaches, Problems, Solutions” (ETSAC2023)*. Ekaterinburg, 2023. Vol. 395. Article number 05009. DOI: 10.1051/e3sconf/202339505009.
15. Voronina Ya. V., Rushchitskaya O. A., Simachkova N. N., et al. On the problem of effective use of agricultural lands in agriculture. *Law and Management*. 2024; 5: 101–105. DOI: 10.24412/2224-9133-2024-5-101-105. (In Russ.)
16. Davydov S. Ya., Semin A. N. Thermal Enrichment of Gold-Bearing Sulfide Mineral Material Using Centrifugal Flotation. *Refractories and Industrial Ceramics*. 2024. 64 (5): 470–473. DOI: 10.1007/s11148-024-00872-y.
17. Semin A. N., Tretyakov A. P., Pilshchikova K. A., Sbitnev N. A. *Management of foreign economic activity in the food market of Russia and foreign countries: realities and new opportunities*. Moscow: Economics of agricultural and processing enterprises, 2024. 322 p. (In Russ.)
18. Kulikova E. S., Rushchitskaya O. A., Rushchitskaya O. E., Kruzhkova T. I. Analysis of the implementation of digital marketing in the agro-industrial complex. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2023; 2-1: 64–70. DOI :10.17513/vaael.2693. (In Russ.)
19. Zakharova S. V., Ergalieva E. V., Kublin I. M., Voronov A. A. Operational and marketing aspects of attracting foreign investments in the world and Russia. *Economics and Entrepreneurship*. 2022; 3 (140): 596–602. DOI: 10.34925/EIP.2022.140.03.109. (In Russ.)
20. Derunova E., Kireeva N., Pruschak O. The level and quality of inclusive growth agri-food system in modern conditions. *Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development*. 2020; 20 (3): 193–206.
21. Voronin B. A., Voronina Ya. V., Tarasov I. A., Parfinchuk K. V. The development of agriculture in the region based on the consistency of federal and regional legislation. *Electronic online publication “International Legal Courier”* [Internet]. 2024 [cited 2024 Nov 19]; 3: 121–124. Available from: <https://inter-legal.ru/razviti-selskogo-hozyajstva-regiona-na-osnove-soglasovannosti-federalnogo-i-regionalnogo-zakonodatelstva>. (In Russ.)
22. *State support for the development of agricultural cooperation of small business entities: an analytical review* / A. P. Korolkova, N. A. Kuznetsova, E. V. Khudyakova, et al. Moscow: Russian Scientific Research

Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex, 2020. 72 p. (In Russ.)

23. Derunova E., Kireeva N., Pruschak O. Typology of regions according to the level of food security: methodological approaches and solutions. *Scientific Papers. Series: Management, Economic Engineering and Rural Development*. 2019; 19 (1): 135–146.

24. Kruzhkova T. I., Rushchitskaya O. A., Ruchkin A. V., Fetisova A. V. Development of risk management measures at the agro-industrial complex enterprise. *Law and Management*. 2023; 11: 74–80. DOI: 10.24412/2224-9133-2023-11-74-80. (In Russ.)

25. Yakovenko N. A., Rodionova I. A., Ivanenko I. S., et al. Export Potential as the Competitiveness Indicator of the Agri-Food Complex. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*. 2018; 7 (4.38): 654–658. DOI: 10.14419/ijet.v7i4.38.24640.

**Authors' information:**

**Olesya V. Prushchak**, doctor of economic sciences, professor of the department of economics and marketing, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; ORCID 0000-0001-5201-2650, AuthorID 416214. *E-mail: prushchakov@sstu.ru*

**Igor M. Kublin**, doctor of economic sciences, professor, of the department of economics and marketing, Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia; ORCID 0000-0001-8985-6160, AuthorID 358178. *E-mail: kublinim@sstu.ru*

**Aleksandr A. Voronov**, doctor of economic sciences, professor of the department of logistics and commercial work, St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Saint Petersburg, Russia; ORCID 0000-0001-8505-7345, AuthorID 643548. *E-mail: voronov.a@mail.ru*

**Olga A. Ruschitskaya**, doctor of economic sciences, professor, director of the Institute of Economics, Finance and Management, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia; ORCID 0000-0002-6854-5723, AuthorID 518696. *E-mail: dekanat.ifim@urqau.ru*



**Учредитель и издатель:**

**Уральский государственный аграрный университет**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**

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



**Уральский государственный  
аграрный университет**

**Founder and publisher:**

**Ural State Agrarian University**

**Address of founder, publisher and editorial board:**

**620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebknecht str.**

**Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»**

**Редакция журнала:**

*В. С. Кухарь* – кандидат экономических наук, шеф-редактор

*А. В. Ерофеева* – редактор

*Н. А. Предеина* – верстка, дизайн

**Editorial:**

*V. S. Kukhar* – candidate of economic sciences, chief editor

*A. V. Erofeeva* – editor

*N. A. Predeina* – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

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

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

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

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

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

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

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

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

Отпечатано в ООО Издательский Дом «Ажур».

620075, г. Екатеринбург, ул. Восточная, д. 54.

Дата выхода в свет: 31.01.2025 г. Усл. печ. л. 18,83. Авт. л. 15,4.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.



ВЫСШАЯ  
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ  
(ВАК)  
При Министерстве образования и науки



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations



**ULRICHSWEB™**  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

**eLIBRARY.RU**

**CYBERLENINKA**

