



Уральский государственный
аграрный университет

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

**AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS**

2023
T. 23, № 10
Vol. 23, No. 10

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

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 ГАУ (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. Исмуратов, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова (Костанай, Казахстан)

В. В. Калашников, академик РАН, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства (Рязань, Россия)

А. Г. 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 Шириншох 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. Самodelкин, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижний Новгород, Россия)

А. А. Стекольников, академик РАН, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)

В. Г. Турин, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (Москва, Россия)

И. Г. Ушачев, академик РАН, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (Москва, Россия)

С. В. Шабунин, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)

И. А. Шкуратова, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (Екатеринбург, Россия)

А. В. Щур, Белорусско-Российский университет (Могилев, Беларусь)

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 Sótónyi (Deputy chief editor) of doctor of veterinary sciences, professor, academician of Hungarian Academy of Sciences, academician of Polish Medical Academy, rector, University of Veterinary Medicine of Budapest (Budapest, Hungary)

Editorial Team

Nikolay V. Abramov, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)

Rao Zahid Abbas, University of Agriculture (Faisalabad, Pakistan)

Vladimir D. Bogdanov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)

Vladimir N. Bolshakov, academician of the Russian Academy of Sciences, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)

Olga A. Bykova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)

Eduard D. Dzhavadov, 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. Ismurov, 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, “Uralplemstentr” (Ekaterinburg, Russia)

Mastibek S. Norov, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)

Vladimir S. Pashetskii, 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. Gorbato Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Olga A. Ruschitskaya, 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 and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)

Irina A. Shkuratova, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

Aleksandr V. Shchur, Belarusian-Russian University (Mogilev, Belarus)

Содержание

Агротехнологии

- Ю. С. Иванова, М. Н. Фомина 2
Оценка технологических показателей
коллекционных сортов овса в Тюменской области

- В. Ю. Скороходов 11
Влияние температурного стресса
на урожайность ячменя в Оренбуржье

- А. А. Шаманин, Л. А. Попова 22
Двухукосное использование
многолетних кормовых агроценозов
в условиях северных регионов России

Биология и биотехнологии

- Ф. Т. Гериева, З. И. Ревазова 34
Результаты испытаний перспективных сортов
картофеля в почвенно-климатических условиях
предгорной зоны РСО-Алания

- Г. Я. Кривошеев, А. С. Игнатъев Н. А. Шевченко 49
Селекция раннеспелых гибридов кукурузы
универсального использования.

- О. Е. Мережко, Е. В. Аминова 58
Оценка гибридных сеянцев яблони по основным
хозяйственно-биологическим признакам
в Оренбургской области

- Н. В. Ряго 69
Особенности микроклонального размножения
некоторых представителей смородины
рода *Ribes* spp.: обзор

- Н. И. Татаркина, М. А. Связженина, 81
Е. А. Пономарева
Применение экстерьерной оценки в селекции
крупного рогатого скота голштинской породы

- Е. В. Шацких, Д. Е. Королькова-Субботкина 91
Развитие поджелудочной железы
у цыплят-бройлеров при включении
в рацион синбиотиков и фитобиотика

- А. А. Южаков, С. М. Зуев, 103
В. В. Елсаков, К. А. Лайшев
Особенности организации
изгородного содержания северных оленей
в лесной зоне Тюменского Севера

Экономика

- О. Г. Афанасьева, Е. А. Иванов, А. Е. Макушев 114
Хмелеводство Чехии: пути организации
производства и решения современных проблем

- А. А. Дубовицкий, Э. А. Климентова 124
Оценка влияния интенсивности использования
сельскохозяйственных земель
на экономическую эффективность

- Ю. В. Копылова 134
Миграционные процессы на селе
и альтернативная занятость сельского населения

- Л. В. Сабурова, Е. М. Кот, П. Е. Иванюшина 145
Вопросы расширения видов государственной
поддержки учебно-опытных хозяйств
аграрных образовательных учреждений

Contents

Agrotechnologies

- Yu. S. Ivanova, M. N. Fomina
Evaluation of technological indicators of collection
varieties of oats in the Tyumen region

- V. Yu. Skorokhodov
The effect of temperature stress
on the barley yield in the Orenburg region

- A. A. Shamanin, L. A. Popova
Two-cut use of perennial
fodder agrocenoses in the conditions
of the northern regions of Russia

Biology and biotechnologies

- F. T. Gerieva, Z. I. Revazova
The results of testing promising varieties
of potatoes in the foothills
Republic of North Ossetia – Alania

- G. Ya. Krivosheev, A. S. Ignatiev, N. A. Shevchenko
Selection of early ripe corn hybrids
of universal use

- O. E. Merezko, E. V. Aminova
Evaluation of hybrid apple seedlings according
to the main economic and biological characteristics
in the Orenburg region

- N. V. Ryago
Features of micro clone reproduction
of some currant representatives
of the genus *Ribes* spp.: review

- N. I. Tatarkina, M. A. Svyazhenina,
E. A. Ponomareva
The use of exterior assessment
in the selection of Holstein cattle

- E. V. Shatskikh, D. E. Korolkova-Subbotkina
Development of the pancreas
in broiler chickens when synbiotics
and phytobiotics are included in the diet

- A. A. Yuzhakov, S. M. Zuev,
V. V. Elsakov, K. A. Layshev
Features of the organization
of fence keeping of reindeer in the forest zone
of the Tyumen North

Economy

- O. G. Afanaseva, E. A. Ivanov, A. E. Makushev
Hop growing in the Czech Republic: ways of
organizing production and solving modern problems

- A. A. Dubovitskiy, E. A. Klimentova
Assessment of the impact
of the intensity of agricultural land
use on economic efficiency

- Yu. V. Kopylova
Migration processes in rural areas
and alternative employment of rural population

- L. V. Saburova, E. M. Kot, P. E. Ivanyushina
Issues of expanding state support for educational
and experimental agricultural
and educational institutions

Оценка технологических показателей коллекционных сортов овса в Тюменской области

Ю. С. Иванова¹✉, М. Н. Фомина¹, М. В. Брагина¹

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Московский, Россия

✉ E-mail: averyasova-ulyi@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты многолетнего изучения коллекционных сортов ярового овса в условиях юга Тюменской области. **Цель исследования** – изучить коллекцию ярового овса, формирующего высокие технологические показатели, для вовлечения его в селекционный процесс. **Материалы и методы исследования.** Опыт проводили в 2019–2021 гг. в условиях Тюменской области на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья (Россия) с использованием общепринятых методов анализа и стандартных методик. Была проведена оценка 167 сортов овса различного эколого-географического происхождения по основным технологическим показателям (натура зерна, масса 1000 семян и пленчатость), в качестве стандарта использовали сорт Отрада. **Результаты.** Установлена, положительная связь урожайности зерна с массой 1000 семян по всем годам изучения ($r = 0,21 \dots 0,45$), отрицательная связь наблюдалась по всем годам с пленчатостью зерна ($r = -0,21; -0,31; -0,36$). Регрессионным анализом определено существенное положительное влияние на увеличении урожайности массы 1000 семян, отрицательное – пленчатости. Выделены сорта овса со стабильно высоким натурным весом зерна: к-15272 (США), 15254 (США), к-15234 (Литва), к-15340 (Омская область), с массой 1000 семян: к-15278 (Московская область), 15013 (Алтайский край), к-15330 (Ульяновская область), к-14402 (США), а также с низким процентным содержанием пленок: к-15301 (Канада), к-15272 (США), к-15280 (Московская область), к-15048 (Финляндия). Выделившиеся сорта овса по ряду признаков являются особо ценными, их можно использовать в селекционной работе в качестве источников, они обладают высоким потенциалом и качеством продукции: к-15013 (Алтайский край), к-13911 Ленинградская область, к-15330 (Ульяновская область), к-15425 (Германия), к-15272 (США), к-15301 (Канада). **Научная новизна.** Проведена комплексная оценка 167 сортов ярового овса и выявлены наиболее перспективные, отличающиеся лучшими технологическими показателями качества, которые могут быть рекомендованы в селекционной работе с целью улучшения качества зерна.

Ключевые слова: селекция, качество зерна, источники, натура зерна, масса 1000 зерен, пленчатость.

Для цитирования: Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Брагина М. В. Оценка технологических показателей коллекционных сортов овса в Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-2-10.

Дата поступления статьи: 17.04.2023, **дата рецензирования:** 16.05.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Evaluation of technological indicators of collection varieties of oats in the Tyumen region

Yu. S. Ivanova¹✉, M. N. Fomina¹, M. V. Bragina¹

¹ Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – a branch of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Moskovskiy, Russia

✉ E-mail: averyasova-ulyi@mail.ru

Abstract. This article presents the results of a long-term study of collectible varieties of oats in the Tyumen region. **The purpose** of the study is to study the collection of spring oats, which forms high technological indicators, to increase grain production and to improve its quality. **Materials and methods of research.** The experiment

was conducted in 2019–2021 in the conditions of the Tyumen Region at the experimental field of the Northern Trans-Urals Research Institute (Russia), using generally accepted methods of analysis and standard techniques. 167 varieties of oats of various ecological and geographical origins were evaluated according to the main technological indicators (grain type, weight of 1000 seeds and filminess), the Otrada variety was used as a standard. **Results.** A positive relationship of grain yield with the mass of 1000 seeds was established for all years of study ($r = 0.21 \dots 0.45$), a negative relationship was observed for all years with the film content of grain ($r = -0.21; -0.31; -0.36$). Regression analysis determined a significant positive effect on increasing the yield of 1000 seeds, negative – film content. Varieties of oats with a consistently high natural grain weight were identified: k-15272 (USA), 15254 (USA), k-15234 (Lithuania), k-15340 (Omsk region), weight of 1000 seeds: k-15278, (Moscow region), 15013 (Altai Krai), k-15330 (Ulyanovsk region), k-14402 (USA). As well as a low percentage of films: k-15301 (Canada), k-15272 (USA), k-15280 (Moscow region), k-15048 (Finland). The distinguished varieties of oats are particularly valuable for a number of reasons, they can be used in breeding work as sources, and they have high potential and product quality: k-15013 (Altai Krai), k-13911 (Leningrad region), k-15330 (Ulyanovsk region), k-15425 (Germany), k-15272 (USA), k-15301 (Canada). **Scientific novelty.** A comprehensive assessment of 167 varieties of spring oats was carried out and the most promising ones were identified, differing in the best technological quality indicators, which can be recommended in breeding work in order to improve the quality of grain, not inferior in yield.

Keywords: breeding, grain quality, sources, grain nature, mass 1000, filminess.

For citation: Ivanova Yu. S., Fomina M. N., Bragina M. V. Otsenka tekhnologicheskikh pokazateley kollektsonnykh sortov ovsa v Tyumenskoy oblasti [Evaluation of technological indicators of collection varieties of oats in the Tyumen region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 2–10. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-2-10. (In Russian.)

Date of paper submission: 17.04.2023, **date of review:** 16.05.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Ключевой проблемой развития сельского хозяйства было и остается увеличение производства зерна [1]. Человек испокон веков с благоговением относился к хлебу и ценил его больше, чем другие материальные блага. Хлебная нива и сейчас не потеряла своего значения, зерновое хозяйство – основа всего сельскохозяйственного производства. Страна нуждается в возрастающем объеме продуктов питания, легкая и пищевая промышленность – в сырье. Но только на базе высокоразвитого зернового хозяйства можно высокими темпами развивать животноводство и решать все другие задачи хозяйственного и культурного строительства. Именно поэтому необходимо продолжать работу по селекции новых сортов пшеницы, овса, ячменя, которую ведут ученые-селекционеры. Результативность создания сорта в значительной степени зависит от генетического разнообразия изучаемого исходного материала [2]. Плохо изученный материал может снижать устойчивость культивируемых сортов к биотическим и абиотическим факторам [3]. Создание новых сортов сельскохозяйственных культур, максимально адаптированных к конкретным условиям выращивания в каждой экологической зоне, обусловлено большим разнообразием почвенно-климатических условий России. Многие авторы считают, что для обеспечения стабильной урожайности и формирования высококачественного зерна сорта должны обладать широким спектром реакции на изменяющиеся факторы окружающей среды [4; 5].

В настоящее время селекция овса достигла высокого уровня. Возделываемые сорта способны давать высокий урожай зерна и зеленой массы. Но дальнейшая селекция невозможна без привлечения мировых образцов. Большинство новых сортов созданы путем гибридизации с привлечением для скрещивания образцов из мировой коллекции. Образцы различного эколого-географического происхождения имеют большую селекционную ценность. Роль коллекции как исходного материала в будущем будет только расти. Так, например, 60 % новых сортов созданы с использованием мировой коллекции как источников хозяйственно ценных признаков.

Овес обладает рядом ценных свойств и является перспективной сельскохозяйственной культурой с точки зрения новых способов переработки зерна [6]. Введение в производство новых отечественных сортов сельскохозяйственных культур вызвало необходимость более детального изучения влияния сортовых особенностей на технологические свойства зерна с целью его дальнейшего использования. В этом и состояла основная задача нашей исследовательской работы [7].

В последние годы большое внимание уделяется получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур с одновременным улучшением их технологических характеристик.

Оценку качества зерна проводят в соответствии с направлением его использования. Фуражное зерно оценивают по степени выполненности зерна, натуре, химическому составу и пленчатости [8].

Для животноводства значительный интерес представляют тонкопленчатые сорта овса, так как пленки овса плохо усваиваются животными. Для крупяного производства имеют значение такие показатели качества, как масса 1000 семян, крупность, натура, выровненность, пленчатость и др. [9].

Натура косвенно характеризует выполненность зерна. Выполненностью зерна называют степень его налива и созревания. Выполненному зерну свойственна законченность процессов синтеза веществ, входящих в состав зерна. Выполненность зерна имеет большое технологическое значение и характеризует его пищевую ценность. В выполненном зерне содержится больше эндосперма, а значит, и крахмала, сахара, белков [10].

Натура является одним из важнейших показателей мукомольных и крупяных качеств зерна овса. Чем больше объемная масса зерна, тем выше натура, значит, в нем больше содержится полезных веществ. В высоконатурном зерне относительно больше содержится эндосперма и меньше – оболочек, оно хорошо развито, выполнено [11]. При прочих благоприятных условиях из высоконатурного зерна получают больший выход муки, как и выход крупы.

Большой выход готовой продукции (муки, крупы), а значит, и лучшие технологические свойства имеет зерно с высокими показателями массы 1000 семян. Это происходит потому, что при большей массе зерна и, следовательно, больших геометрических размерах в нем на оболочечные частицы, обычно удаляемые при переработке, приходится меньшая относительная доля и, соответственно, большая на более ценную часть зерна – ядро [12].

В зависимости от сорта, года урожая, района произрастания и степени выровненности весовая и

объемная масса у отдельных зерен и одной и той же культуры колеблется в больших пределах.

Процентное содержание цветковых пленок по отношению к массе необрушенного зерна называется пленчатостью. Самое высокое содержание пленок у овса составляет 20–42 % (чаще 24–32 %) [13]. Пленчатость проса равна 14–23 % (чаще 15–18 %), гречихи – 17–26 % (чаще 19–22 %), риса – 15–30 % (чаще 17–22 %), ячменя – 8–17 % (чаще 10–12 %).

На переработку к зерну овса предъявляются определенные требования. Одним из них является низкий процент пленчатости (18–25 %), который в наибольшей степени зависит от метеорологических условий. В южных районах с высокой температурой и малой обеспеченностью влагой образуется зерно с толстой пленкой, в северных районах при невысоких температурах и с достаточным увлажнением формируется зерно с тонкой пленкой.

Выход крупы зависит от содержания доброкачественного ядра. Чтобы определить, сколько ядра содержится в зерне крупяных культур, определяют пленчатость. В кормопроизводстве зерно с высоким процентным содержанием пленок имеет меньшую ценность, так как в нем содержится много клетчатки и невысокий коэффициент перевариваемости [14].

Таким образом, для повышения урожайности и качества зерна ярового овса немаловажное значение имеет селекция, сорта с высокой продуктивностью не теряют свою актуальность в сельскохозяйственном производстве. Исходным материалом для создания таких сортов служат как районированные сорта, так и образцы из мировой коллекции ВИР. Поэтому исследования по данной тематике являются актуальными и ценными для получения исходного материала в селекционной работе.

Таблица 1
Статистические данные и корреляционная связь урожайности с технологическими показателями зерна, Тюмень 2019–2021 гг.

Год	Натура зерна, г/л			Масса 1000 семян, г			Пленчатость зерна, %		
	Среднее	Коэффициент		Среднее	Коэффициент		Среднее	Коэффициент	
		вариации	корреляции		вариации	корреляции		вариации	корреляции
2019	4,25	0,06	0,22 ± 0,09*	36,4	0,08	0,30 ± 0,10*	24,6	0,06	-0,21 ± 0,09*
2020	4,21	0,07	-0,14 ± 0,07*	38,4	0,09	0,21 ± 0,09*	26,5	0,07	-0,36 ± 0,01*
2021	4,20	0,09	0,32 ± 0,11*	36,8	0,09	0,45 ± 0,06*	24,6	0,10	-0,31 ± 0,07*

* Достоверно на уровне 5 %.

Table 1
Statistical data and correlation of yield with technological indicators of grain, Tyumen 2019–2021

Year	Grain size, g/l			Weight of 1000 seeds, g			Grain fineness, %		
	Average	Coefficient		Average	Coefficient		Average	Coefficient	
		of variation	of correlation		of variation	of correlation		of variation	of correlation
2019	4.25	0.06	0.22 ± 0.09*	36.4	0.08	0.30 ± 0.10*	24.6	0.06	-0.21 ± 0.09*
2020	4.21	0.07	-0.14 ± 0.07*	38.4	0.09	0.21 ± 0.09*	26.5	0.07	-0.36 ± 0.01*
2021	4.20	0.09	0.32 ± 0.11*	36.8	0.09	0.45 ± 0.06*	24.6	0.10	-0.31 ± 0.07*

* Reliably at level 5 %.

В связи с этим цель проведения исследования – изучить коллекцию ярового овса, формирующего высокие технологические показатели, для вовлечения его в селекционный процесс.

Методология и методы исследования (Methods)

Опыт закладывался в 2019–2021 гг. в условиях Тюменской области на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья. Технологическую оценку зерна 167 сортов овса коллекции ВИР проводили в соответствии со следующими государственными стандартами: натура зерна – ГОСТ 10840-2017, масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89, пленчатость – ГОСТ 10843-76. Полевые наблюдения, оценки и учеты проводили в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Изучение проводили в коллекционном питомнике на делянках с учетной площадью 10 м². Норма высева – 550 всхожих семян на 1 м². В качестве стандарта использовали сорт Отрада. На опытном участке почва серая лесная, оподзоленная, тяжелосуглинистая. Мощность пахотного горизонта – 18...30 см, содержание гумуса в почве (по Тюрину, ГОСТ 23740-79) – 1,50...4,75 %, кислотность солевой вытяжки (по Алямовскому) – 5,5...6,8 ед. pH, содержание нитратного азота (по Грандваль – Ляжу) – 6,6...7,9 мг/кг почвы; подвижных форм (по Чирикову) фосфора и калия – 19,8...24,5 и 19,0...20,6 мг/100 г почвы соответственно. Предшественник – яровая пшеница. Основную и предпосевную обработку почвы проводили в соответствии с зональной системой земледелия Тюменской области.

В работе применялись статистические методы с использованием методики полевого опыта [16]. Математическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа в пакете прикладных программ Microsoft Excel 2010.

Метеорологические условия анализировались по наблюдениям Тюменского ЦГМС за 2019–2021 гг. Погодные условия были различными по обеспеченности теплом и влагой в годы проведения исследований. Агроклиматические условия 2019 года были контрастными. Теплым с достаточным количеством осадков был май (ГТК = 1,04). Июнь и первая декада июля характеризовались недобором тепла и избыточным увлажнением (ГТК = 1,74). Вторая половина июля и август были достаточно теплыми и влажными. Сумма активных температур за май – август составила 1906 °С (при норме 1844 °С), ГТК = 1,57 (при норме 1,31). Вегетационный период 2020 года характеризовался как сухой и теплый. Сумма активных температур за период с мая по август составила 2133 °С, ГТК = 0,89. В целом вегетационный период 2021 года характеризовался как засушливый и отличался острым недостатком осадков – 39,7 % к норме, повышенной

суммой активных температур 2266 °С (+23 % к норме) и низким показателем ГТК – 0,42.

Результаты (Results)

В период роста и развития растений формирование технологических показателей зерна овса зависело от погодных условий и сортовых особенностей изучаемого материала. Натура зерна, масса 1000 семян и пленчатость являются важными показателями качества зерна овса [3; 4]. В таблице 1 представлены основные показатели качества зерна ярового овса. Так, среднее значение показателя «натура зерна» варьировало от 4,20 (2021 г.) до 4,25 г/10 см³ (2019 г.). Масса 1000 семян и пленчатость ярового овса в годы исследований имели размах варьирования – 28,4 г (к-15284, Украина) и 50,5 г (Новосибирский 5), пленчатость 18,5 % (к-15301, Канада) 38,5 % (к- 12325, Канада) соответственно. Коэффициент вариации по годам у исследуемых признаков изменялся незначительно.

Установлена положительная связь урожайности зерна с массой 1000 семян по всем годам изучения ($r = 0,21...0,45$), отрицательная связь наблюдалась по всем годам с пленчатостью зерна ($r = -0,21; -0,31; -0,36$). Положительна связь, урожайности и натурального веса отмечалась в 2019 ($r = 0,22$), 2020 ($r = 0,32$) году.

Для выяснения силы и направленности связи между признаками рассчитывают коэффициент корреляции, но этим не заканчивается возможности изучения их сопряженности. Для изучения не только силы связи, но и характера изменения одного признака от изменения другого используют регрессионный анализ. Учитывая целесообразность и существенность значения коэффициентов регрессии, мы установили, что увеличение массы 1000 семян на 1 г приводит в среднем к увеличению урожайности на 33 г. А при увеличении пленчатости зерна на 1 % урожайность снижается на 16 %.

При анализе коллекции ярового овса по показателям качества в условиях Тюменской области установлено, что сорта овса формируют высококачественное зерно. За годы исследований (2019–2021 гг.) натура зерна у коллекционных сортов ярового овса изменялась по годам. В 2019 году в разрезе сортов этот показатель изменялся от 3,14 г/см³ (к-15284, Украина) до 4,81 г/см³ (к-14440, США), в 2020 году – от 3,55 г/см³ (к-15312, Ленинградская область; к-14900, США) до 4,85 г/см³ (к-15275, США), в 2021 году – 2,75 г/см³ (к-14922, Китай), 4,95 г/см³ (к-15275, США). Наибольший интерес представляю сорта, представленные в таблице 2. Они за годы изучения коллекции овса показали стабильно высокий натуральный вес зерна: к-15272 (США), 15254 (США), к-15234 (Литва), к-15340 (Омская область) и превысили стандартный сорт Отрада на 11,48; 10,77; 6,09; 1,87 % соответственно.

Таблица 2
Коллекция ярового овса с высокими показателями натурального веса, Тюмень, 2019–2021 гг.

№ каталога ВИР	Сорт	Происхождение	Годы			Среднее
			2019	2020	2021	
	Отрада (st)	Тюменская область	4,18	4,25	4,38	4,27
15340	Уран	Омская область	4,36	4,55	4,15	4,35
15279	55h2035	Московская область	4,20	4,65	4,55	4,47
15234	Jitovsij nagie	Литва	4,19	4,75	4,65	4,53
15240	Doron	Великобритания	4,11	4,55	4,45	4,37
14770	Cofer 60-059	США	4,22	4,55	4,65	4,47
14402	TAMO-301	США	4,27	4,55	4,65	4,49
15256	PA 7836-61	США	4,38	4,75	4,40	4,51
15272	Trucker	США	4,48	4,85	4,95	4,76
15254	AC Mustang	Канада	4,58	4,85	4,75	4,73
15302	AC Francis	Канада	4,38	4,55	3,95	4,29
HCP _{0,5}			0,19	0,11	0,23	

Table 2
Collection of spring oats with high natural weight indicators, Tyumen, 2019–2021

No. of VIR catalog	Variety	Origin	Year			Average
			2019	2020	2021	
	Otrada (st)	Tyumen region	4.18	4.25	4.38	4.27
15340	Uran	Omsk region	4.36	4.55	4.15	4.35
15279	55h2035	Moscow region	4.20	4.65	4.55	4.47
15234	Jitovsij nagie	Lithuania	4.19	4.75	4.65	4.53
15240	Doron	Great Britain	4.11	4.55	4.45	4.37
14770	Cofer 60-059	USA	4.22	4.55	4.65	4.47
14402	TAMO-301	USA	4.27	4.55	4.65	4.49
15256	PA 7836-61	USA	4.38	4.75	4.40	4.51
15272	Trucker	USA	4.48	4.85	4.95	4.76
15254	AC Mustang	Canada	4.58	4.85	4.75	4.73
15302	AC Francis	Canada	4.38	4.55	3.95	4.29
LSD _{0,5}			0,19	0,11	0,23	

Таблица 3
Коллекция ярового овса с высокими показателями массы 1000 семян, Тюмень, 2019–2021 гг.

№ каталога ВИР	Сорт	Происхождение	Годы			Среднее
			2019	2020	2021	
	Отрада (st)	Тюменская область	36,8	39,1	40,1	36,67
15013	Аргумент	Алтайский край	43,0	40,6	44,5	42,70
15330	КСИ590/05	Ульяновская область	40,0	44,6	40,0	41,53
15278	23h2201	Московская область	43,0	42,2	41,5	42,23
14362	Adamo	Нидерланды	45,0	36,2	40,5	40,57
15425	Rocky	Германия	43,0	39,0	38,5	40,17
14402	TAMO-301	США	39,6	43,8	41,0	41,13
15301	CDE Denicr	Канада	39,8	44,6	39,5	40,97
15484	Ursquana	Бразилия	44,0	41,4	35,6	40,33
HCP _{0,5}			2,44	2,89	4,56	

Table 3

Collection of spring oats with high mass indices of 1000 seeds, Tyumen, 2019–2021

No. of VIR catalog	Variety	Origin	Year			Average
			2019	2020	2021	
	Otrada (st)	Tyumen region	36.8	39.1	40.1	36.67
15013	Argument	Altai Krai	43.0	40.6	44.5	42.70
15330	KSI590/05	Ulyanovsk region	40.0	44.6	40.0	41.53
15278	23h2201	Moscow region	43.0	42.2	41.5	42.23
14362	Adamo	Netherlands	45.0	36.2	40.5	40.57
15425	Rocky	Germany	43.0	39.0	38.5	40.17
14402	TAMO-301	USA	39.6	43.8	41.0	41.13
15301	CDE Denicr	Canada	39.8	44.6	39.5	40.97
15484	Ursquana	Brazil	44.0	41.4	35.6	40.33
LSD _{0,5}			2.44	2.89	4.56	

Таблица 4

Коллекция ярового овса с низкими показателями пленчатости, Тюмень, 2019–2021 гг.

№ каталога ВИР	Сорт	Происхождение	Годы			Среднее
			2019	2020	2021	
	Отрада (st)	Тюменская область	24,1	23,4	23,9	23,80
15311	Косарь	Ленинградская область	21,6	23,4	22,3	22,43
15280	55h2106	Московская область	20,9	23,0	20,3	21,40
15048	Raiaca	Финляндия	21,9	21,9	20,8	21,53
15237	Anak	Швеция	21,3	23,8	22,3	22,47
15425	Rocky	Германия	21,7	24,8	22,2	22,83
14402	TAMO-301	США	21,5	22,4	21,2	21,70
15272	Trucker	США	20,9	21,7	20,7	21,10
15269	Dallas	США	20,1	23,8	23,2	22,37
15301	CDE Denicr	Канада	21,5	20,8	18,5	20,27
HCP _{0,5}			1,76	2,08	1,09	

Table 4

Collection of spring oats with low filminess, Tyumen, 2019–2021

No. of VIR catalog	Variety	Origin	Year			Average
			2019	2020	2021	
	Otrada (st)	Tyumen region	24.1	23.4	23.9	23.80
15311	Kosar'	Leningrad region	21.6	23.4	22.3	22.43
15280	55h2106	Moscow region	20.9	23.0	20.3	21.40
15048	Raiaca	Finland	21.9	21.9	20.8	21.53
15237	Anak	Sweden	21.3	23.8	22.3	22.47
15425	Rocky	Germany	21.7	24.8	22.2	22.83
14402	TAMO-301	USA	21.5	22.4	21.2	21.70
15272	Trucker	USA	20.9	21.7	20.7	21.10
15269	Dallas	USA	20.1	23.8	23.2	22.37
15301	CDE Denicr	Canada	21.5	20.8	18.5	20.27
LSD _{0,5}			1.76	2.08	1.09	

Выполненность семян во многом зависит от погодных условий во время формирования зерна. Так, в 2019 году влажная погода и благоприятная температура способствовали формированию семян с большой массой 1000 семян. А вот в 2021 году недостаток влаги (ГТК = 0,42) в период «выметывание – восковая спелость» неблагоприятно сказался на наливе зерна. В 2019 году в разрезе сортов этот показатель изменялся от 28,3 г (к-15284, Украина)

до 44,7 г (к-14362, Нидерланды), в 2020 году – от 31,4 г (к-15284, Украина) до 47,8 г (к-15328, Ульяновская область), в 2021 году – 29,5 г (к-14922, Китай), 50,5 г (Новосибирский 5). Наибольший интерес представляю крупнозерные сорта: к-15278 (Московская область), 15013 (Алтайский край), к-15330 (Ульяновская область), к-14402 (США) (таблица 3). Они превысили стандартный сорт Отрада на 15,16; 16,44; 13,25; 12,16 % соответственно.

Таблица 5
Коллекционные сорта ярового овса с комплексом хозяйственно-ценных признаков,
Тюмень, 2019–2021 гг.

№ каталога ВИР	Сорт	Происхождение	Натура зерна, г/см ³	Масса 1000 семян, г	Пленча- тость зерна, %	Урожай- ность, г/м ²
	Отрада (st)	Тюменская область	4,27	36,67	23,80	515
15013	Аргумент	Алтайский край	4,22	42,70	23,81	487
13911	Камбулинский	Ленинградская область	4,20	39,53	24,70	456
15330	КСИ590/05	Ульяновская область	4,41	38,23	24,67	442
15278	23h2201	Московская область	4,47	42,23	21,40	416
15425	Rocky	Германия	4,55	40,17	22,83	447
15272	Trucker	США	4,76	39,11	21,10	380
15301	CDE Denicr	Канада	4,21	40,97	20,27	442

Table 5
Collectible varieties of spring oats with a complex of economically valuable traits, Tyumen, 2019–2021

No. of VIR catalog	Variety	Origin	Grain size, g/cm ³	Weight of 1000 seeds, g	Grain filminess, %	Yield, g/m ²
	Otrada (st)	Tyumen region	4.27	36.67	23.80	515
15013	Argument	Altai Krai	4.22	42.70	23.81	487
13911	Kambulinsky	Leningrad region	4.20	39.53	24.70	456
15330	КСИ590/05	Ulyanovsk region	4.41	38.23	24.67	442
15278	23h2201	Moscow region	4.47	42.23	21.40	416
15425	Rocky	Germany	4.55	40.17	22.83	447
15272	Trucker	USA	4.76	39.11	21.10	380
15301	CDE Denicr	Canada	4.21	40.97	20.27	442

Одним из главных признаков, по которому ведется большая селекционная работа, является уменьшение содержания пленок в зерне. Проводимые исследования имеют большое значение для оценки качества зерна, как на крупяные цели, так и на кормовые. Пленчатость овса варьирует в широких пределах и зависит от условий произрастания, сорта, крупности и степени зрелости зерна, также она влияет на пищевую ценность зерна: чем она меньше, тем больше в нем питательных веществ. Максимальное значение пленчатости практически у всех исследуемых сортов отмечалось в 2020 году, а минимальное – в 2019, 2021 гг. (таблица 4). Из этого можно предположить, что метеорологические условия 2019, 2021 гг. являются наиболее благоприятными для возделывания ярового овса с пониженным содержанием пленок. Наибольший интерес представляют сорта, представленные в таблице 4: к-15301 (Канада), к-15272 (США), к-15280 (Московская область), к-15048 (Финляндия). Средний процент пленок составил соответственно 20,27; 21,10; 21,40; 21,53 % соответственно.

Проанализировав данные за три года изучения коллекции пленчатого овса, мы отметили, что стандартный сорт Отрада выделялся по годам высоким стабильным урожаем (515 г/м²), но уступал коллекционным сортам по технологическим показателям. Так, по комплексу положительных свойств и признаков выделились сорта овса: к-15013 (Алтайский край), к-13911 Ленинградская область, к-15330 (Ульяновская область) и т. д. Они отличались не

только высокими показателями качества, но и давали стабильно высокий урожай по годам (таблица 5).

Таким образом, в условиях Тюменской области овес способен формировать ценную кормовую и продовольственную продукцию. Он имеет высокий биологический потенциал продуктивности, который может быть в полной мере реализован с помощью селекции.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По результатам комплексного изучения коллекционных сортов ярового овса из мировой коллекции ВИР по технологическим показателям выделены источники по отдельным хозяйственно ценным признакам: натура зерна – к-15272 (США), 15254 (США), к-15234 (Литва), к-15340 (Омская область); масса 1000 семян – к-15278 (Московская область), к-15013 (Алтайский край), к-15330 (Ульяновская область), к-14402 (США); пленчатость – к-15301 (Канада), к-15272 (США), к-15280 (Московская область), к-15048 (Финляндия); по комплексу – к-15013 (Алтайский край), к-13911 (Ленинградская область), к-15330 (Ульяновская область), к-15425 (Германия), к-15301 (Канада). Анализируя полученные данные, можно утверждать, что коллекционные сорта сочетают в себе высокую продуктивность и технологические показатели.

Используя выделенные сорта в практической селекции, возможно повысить качество зерна. Знание о характере изменчивости признаков, их взаимосвязей позволит увеличить эффективность отбора уникальных генотипов и более целенаправленно проводить селекцию на продуктивность и качество.

Библиографический список

1. Баталова Г. А. Селекция овса на качество зерна в Волго-Вятском регионе // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3 (27). С. 81–87. DOI: 1024411/2309-348X-2018-11038.
2. Кротова Н. В., Баталова Г. А. Изучение коллекционных образцов голозерного овса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182. № 4. С. 18–26. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-18-26.
3. Shvachko N. A., Loskutov I. G., Semilet T. V. et al. Bioactive Components in Oat and Barley Grain as a Promising Breeding Trend for Functional Food Production // Molecules. 2021. Vol. 26. No. 8. Article number 2260. DOI: 10.3390/molecules26082260.
4. Polonskiy V., Loskutov I., Sumina A. Biological role and health benefit of antioxidant compounds in cereals // Biological Communications. 2020. Vol. 65. No. 1. Pp. 53–67.
5. Paudel D., Dhungana B., Caffè M. et al. A Review of Health-Beneficial Properties of Oats // Foods. 2021. Vol. 10. No. 11. Article number 2591. DOI: 10.3390/foods10112591.
6. Poonia A., Phogat D. S., Versha et al. Biochemical assessment of oat genotypes revealed variability in grain quality with nutrition and crop improvement implications // Food Chemistry. 2022. Vol. 377. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621029885> (date of reference: 07.04.2023).
7. Лоскутов И. Г., Бутрис В., Косарева И. А., Блинова Е. В., Новикова Л. Ю. Аллюмотолерантность и микроэлементный состав зерновки сортов овса из коллекции ВИР с различной степенью селекционной проработки // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183. № 3. С. 96–110. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-96-110.
8. Любимова А. В., Еремин Д. И., Мамаева В. С. [и др.] Каталог биохимических паспортов сортов овса посевного сибирской селекции // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5 (182). С. 73–83. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-73-83.
9. Васина Е. А., Бутовец Е. С., Лукьянчук Л. М. Результаты изучения исходного материала сои в условиях Приморского края для селекционных целей // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183. № 4. С. 19–29. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-19-29.
10. Фомина М. Н., Иванова Ю. С., Пай О. А., Брагин Н. А. 'Тоболяк' – сорт овса ярового универсального использования // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182. № 2. С. 107–113. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-107-113.
11. Ivanova Yu., Fomina M., Yaroslavtsev A. Ecological plasticity and stability of collection samples of naked oats in the conditions of the Northern TRANS-Urals // Bioscience research. 2020. Vol. 17. No. 2. Pp. 1183–1185.
12. Еремин Д. И., Любимова А. В., Таутекенова А. К., Кочнева Д. А. Элементы продуктивности и характер их наследования гибридами F1 овса ярового (*Avena sativa* L.) в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 7. С. 25–30. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_7_25.
13. Еремин Д. И. Моисеева М. Н. Сортная отзывчивость овса на минеральные удобрения в условиях Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 45–48.
14. Зобнина И. В. Перспективные образцы овса ярового (*Avena sativa*), адаптированные к природно-климатическим условиям Северного региона РФ // Аграрный вестник Урала. 2019. № 3 (182). С. 4–11.
15. Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Лоскутов И. Г. Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 38–41. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10609.
16. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: ГУП РПО СО РАХН, 2004. 162 с.

Об авторах:

Юлия Семеновна Иванова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции семеноводства зернофуражных культур, ORCID 0000-0002-3376-490X, AuthorID 1054282; +7 904 493-31-24, averyasova-ulya@mail.ru

Мария Николаевна Фомина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции семеноводства зернофуражных культур, ORCID 0000-0003-2923-9448, AuthorID 742822; +7 922 488-18-54, maria_f72@mail.ru

Мария Владимировна Брагина¹, научный сотрудник лаборатории селекции семеноводства зернофуражных культур, ORCID 0000-0003-3156-8574, AuthorID 1078057; +7 992 301-64-98, masha.bragina22@mail.ru

¹ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, Московский, Россия

References

1. Batalova G. A. Seleksiya ovsa na kachestvo zerna v Volgo-Vyatkom regione [Selection of oats for grain quality in the Volga-Vyatka region] // Legumes and Groat Crops. 2018. No. 3 (27). Pp. 81–87. DOI: 1024411/2309-348X-2018-11038. (In Russian.)

2. Krotova N. V., Batalova G. A. Izuchenie kollektsionnykh obraztsov golozernogo ovsa [Studying germplasm collection accessions of naked oats] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2021. Vol. 182. No. 4. Pp. 18–26. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-18-26. (In Russian.)
3. Shvachko N. A., Loskutov I. G., Semilet T. V. et al. Bioactive Components in Oat and Barley Grain as a Promising Breeding Trend for Functional Food Production // Molecules. 2021. Vol. 26. No. 8. Article number 2260. DOI: 10.3390/molecules26082260.
4. Polonskiy V., Loskutov I., Sumina A. Biological role and health benefit of antioxidant compounds in cereals // Biological Communications. 2020. Vol. 65. No. 1. Pp. 53–67.
5. Paudel D., Dhungana B., Caffè M. et al. A Review of Health-Beneficial Properties of Oats // Foods. 2021. Vol. 10. No. 11. Article number 2591. DOI: 10.3390/foods10112591.
6. Poonia A., Phogat D. S., Versha et al. Biochemical assessment of oat genotypes revealed variability in grain quality with nutrition and crop improvement implications // Food Chemistry. 2022. Vol. 377. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621029885> (date of reference: 07.04.2023).
7. Loskutov I. G., Butris V., Kosareva I. A., Blinova E. V., Novikova L. Yu. Alyumotolerantnost' i mikroelementnyy sostav zernovki sortov ovsa iz kollektsii VIR s razlichnoy stepen'yu selektsionnoy prarabotki [Aluminum tolerance and micronutrient content in the grain of oat cultivars with different levels of breeding improvement from the VIR collection] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2022. Vol. 183. No. 3. Pp. 96–110. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-3-96-110. (In Russian.)
8. Lyubimova A. V., Eremin D. I., Mamaeva V. S. Katalog biokhimicheskikh pasportov sortov ovsa posevnogo sibirskoy selektsii [Catalog of biochemical passports of Siberian oat varieties] // Bulletin of KrasGAU. 2022. No. 5 (182). Pp. 73–83. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-5-73-83. (In Russian.)
9. Vasina E. A., Butovets E. S., Lukyanchuk L. M. Rezul'taty izucheniya iskhodnogo materiala soi v usloviyakh Primorskogo kraia dlya selektsionnykh tseley [Results of a study of soybean source material for breeding purposes under the conditions of Primorsky Territory] // Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2022. Vol. 183. No. 4. Pp. 19–29. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-4-19-29. (In Russian.)
10. Fomina M. N., Ivanova Yu. S., Pay O. A., Bragin N. A. 'Tobolyak' – sort ovsa yarovogo universal'nogo ispol'zovaniya ['Tobolyak' – a variety of spring oats of universal use] // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2021. Vol. 182. No. 2. Pp. 107–113. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-107-113. (In Russian.)
11. Ivanova Yu., Fomina M., Yaroslavl'tsev A. Ecological plasticity and stability of collection samples of naked oats in the conditions of the Northern TRANS-Urals // Bioscience research. 2020. Vol. 17. No. 2. Pp. 1183–1185.
12. Eremin D. I. Lyubimova A. V., Tautekenova A. K., Kochneva D. A. Elementy produktivnosti i kharakter ikh nasledovaniya gibridami F1 ovsa yarovogo (*Avena sativa* L.) v Zapadnoy Sibiri [Productivity elements and the nature of their inheritance by F1 hybrids of spring oats (*Avena sativa* L.) in Western Siberia] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2022. Vol. 36. No. 7. Pp. 25–30. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_7_25. (In Russian.)
13. Eremin D. I., Moiseeva M. N. Sortovaya otzyvchivost' ovsa na mineral'nyye udobreniya v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Varietal responsiveness of oats to mineral fertilizers in the conditions of the Northern Trans-Urals] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2021. No. 2 (88). Pp. 45–48. (In Russian.)
14. Zobnina I. V. Perspektivnye obraztsy ovsa yarovogo (*Avena sativa*), adaptirovannye k prirodno-klimaticheskim usloviyam Severnogo regiona RF [Obecavajuci uzorci proljetnog zobi (*Avena sativa*) prilagozeni prirodni i klimatskim uslovima sjevernog regiona Ruske Federacije] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 3 (182). Pp. 4–11. (In Russian.)
15. Ivanova Yu. S., Fomina M. N., Loskutov I. G. Biokhimicheskiye pokazateli kachestva zerna u kollektsionnykh obraztsov ovsa golozernogo v usloviyakh severnoy lesostepi [Biochemical indicators of grain quality in collection samples of naked oats in the conditions of the northern forest-steppe] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. Vol. 32. No. 6. Pp. 38–41. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10609. (In Russian.)
16. Sorokin O. D. Prikladnaya statistika na komp'yutere [Applied statistics on a computer]. Novosibirsk: GUP RPO SO RAKHN, 2004. 162 p. (In Russian.)

Authors' information:

Yuliya S. Ivanova¹, candidate of agricultural sciences, researcher at the laboratory of seed breeding of grain crops, ORCID 0000-0002-3376-490X, AuthorID 1054282; +7 904 493-31-24, averyasova-ulyi@mail.ru

Maria N. Fomina¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of seed breeding of grain crops, ORCID 0000-0003-2923-9448, AuthorID 742822; +7 922 488-18-54, maria_f72@mail.ru

Maria V. Bragina¹, researcher at the laboratory of seed breeding of grain crops, ORCID 0000-0003-3156-8574, AuthorID 1078057; +7 992 301-64-98, masha.bragina22@mail.ru

¹ Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – a branch of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Moskovskiy, Russia

Влияние температурного стресса на урожайность ячменя в Оренбуржье

В. Ю. Скороходов¹✉

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

✉E-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Аннотация. Цель – выявить потенциальные возможности урожайности ячменя при влиянии температурного стресса в сопряжении с пролонгированным действием минеральных удобрений и предшественников в условиях степной зоны Южного Урала. **Методы.** Содержание макроэлементов в почве определялось следующим образом: нитратный азот – ионометрическим методом по Тюрину, подвижный фосфор – по Мачигину, обменный калий – по Масловой. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом. Математическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы Statistica 12.0. **Результаты.** Эксперимент проводился на двух фонах почвенного питания: с минеральными удобрениями $N_{40}P_{80}K_{40}$ и на неудобренном. Установлено, что вегетационный период в среднем за 1993–2022 гг. был теплее нормы ($19,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) на $0,9 \pm 1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в годы с очень сильной засухливостью – на $1,3 \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. К уборке ячменя в острозасушливые годы в метровом слое почвы увеличилось потребление почвенной влаги культурой в севообороте на 21,0 %, при бессменном возделывании – на 31,8 %. Систематическое внесение под культуры севооборота минеральных удобрений увеличивает их содержание в почве и обеспечивает пролонгированное действие. При возделывании ячменя в севообороте в острозасушливые годы увеличивается потребление калия по двум фонам питания (на удобренном фоне – до 35,7 мг, на неудобренном – до 22,7 мг/кг), в монопосевах – до 3,4 и 17,4 мг/кг соответственно фонам. Средняя урожайность ячменя за 30 лет исследований составила на удобренном фоне 1,29–1,45 т, на неудобренном – 1,38–1,66 т/га. **Научная новизна.** При повышенном температурном стрессе и водном дефиците за 18 очень засушливых лет произошло заметное снижение урожайности ячменя по всем вариантам опыта, особенно наибольшему влиянию засухи подверглись монопосевы, когда урожайность культуры на удобренном фоне снизилась на 0,45 т, без удобрения – на 0,38 т/га.

Ключевые слова: урожайность, ячмень, удобрение, севооборот, монопосев, влажность почвы, осадки, засушливые годы, занятые пары.

Для цитирования: Скороходов В. Ю. Влияние температурного стресса на урожайность ячменя в Оренбуржье // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 11–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-11-21.

Дата поступления статьи: 14.04.2023, **дата рецензирования:** 16.05.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

The effect of temperature stress on the barley yield in the Orenburg region

V. Yu. Skorokhodov¹✉

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

✉E-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Abstract. The purpose is to identify the potential yield of barley under the influence of temperature stress in conjunction with the prolonged action of mineral fertilizers and predecessors in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals. **Methods.** The content of macrolelements in the soil was determined: nitrate nitrogen – by the ionometric method according to Tyurin, mobile phosphorus according to Machigin, exchangeable potassium according to Maslova. Soil moisture was determined by the thermostatic-weight method. Mathematical process-

ing of the obtained data was performed using the Statistica 12.0 program. **Results.** The experiment was carried out on two backgrounds of soil nutrition (with mineral fertilizers $N_{40}P_{80}K_{40}$ and unfertilized). It was established that the growing season on average for 1993–2022 was warmer than the norm (19.1°C) by $0.9 \pm 1.6^{\circ}\text{C}$, and in years with very strong aridity by $1.3 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$. By harvesting barley in the dry years in a meter-long layer of soil, the consumption of soil moisture by the crop in the crop rotation increased by 21.0 %, with permanent cultivation by 31.8 %. The systematic introduction of mineral fertilizers under crop rotation increases their content in the soil and provides a prolonged effect. When cultivating barley in crop rotation, in severely dry years, potassium consumption increases for two backgrounds of nutrition (on a fertilized background up to 35.7 mg, on an unfertilized background up to 22.7 mg/kg), in single crops up to 3.4 and 17.4 mg/kg according to backgrounds. The average yield of barley over 30 years of research was 1.29–1.45 tons on a fertilized background, and 1.38–1.66 t/ha on an unfertilized background. Scientific novelty: with increased temperature stress and water deficit, over 18 very dry years, there was a noticeable decrease in barley yield in all variants of the experiment, especially single crops were most affected by drought, when crop yield on a fertilized background decreased by 0.45 tons, without fertilizer by 0, 38 t/ha.

Keywords: yield, barley, fertilizer, crop rotation, monopower, soil moisture, precipitation, dry years, occupied pairs.

For citation: Skorokhodov V. Yu. Vliyanie temperaturnogo stressa na urozhaynost' yachmenya v Orenburzh'e [The effect of temperature stress on the barley yield in the Orenburg region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 11–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-11-21. (In Russian.)

Date of paper submission: 14.04.2023, **date of review:** 16.05.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Приоритетным агротехническим мероприятием является использование севооборотов с правильно подобранными предшественниками? обеспечивающими улучшение фитосанитарного состояния посевов, влагообеспеченность, структурно-агрегатное состояние и плодородие почв. В сравнении с возделыванием в монокультуре севооборотом обеспечивается повышение почвенного плодородия. Возделывание сельскохозяйственных культур в севообороте (в том числе и ярового ячменя) сопровождается ослаблением действия различных видов засух и сопротивлением культур температурному стрессу за счет различного потребления продуктивной влаги предшественниками. Внесение минеральных удобрений в посевах длительное время приводит к их пролонгированному действию. В условиях нарастающих засух большое значение имеет накопление и сохранение продуктивной почвенной влаги предыдущих периодов (лет). Возделывание ячменя в севооборотах на фоне засушливых лет увеличивает выход зерновой и кормовой продукции. В остро-засушливые годы отмечается потребление макроэлемента калия, особенно на фоне применения минеральных удобрений. Использование различных агроприемов, противодействующих губительному влиянию засухи, и возделывание сельскохозяйственных культур (в том числе ячменя), устойчивых к температурному стрессу, является одним из условий разрешения проблемы получения зерновой и кормовой продукции в остро-засушливые годы. В связи с этим нами рассматривается возможность получения продукции ячменя в условиях повторяющегося температурного стресса.

В условиях Южного Урала влага является основным лимитирующим фактором при формировании урожайности полевых культур, в том числе и ячменя [1–3]. На урожайность ячменя наибольшее влияние оказывают запасы продуктивной почвенной влаги [4–6]. В связи с тем, что на территории Оренбургской области фиксируются часто повторяющиеся виды засухи, возникает различное влияние антропогенных факторов и почвенной влаги на величину урожайности ярового ячменя. Данное обстоятельство является важнейшим препятствием увеличения урожайности ячменя в сельскохозяйственном производстве [7–9].

Яровой ячмень формирует высококачественные урожаи не только в благоприятных, но и в засушливых условиях [10–12]. Яровой ячмень устойчив к высокому летнему температурному режиму и в условиях засухи формирует более высокую урожайность в сравнении с яровыми пшеницами (твердой и мягкой) [13–15].

Зернофуражная культура ярового ячменя самая отзывчивая на улучшение условий возделывания и, несмотря на короткий период вегетации, способна к формированию высокой урожайности [16–18]. В севооборотах, как правило, ячмень является заключительным полем, в котором отмечается дефицит элементов питания в почве и при этом возникает потребность в применении минеральных удобрений [19–21].

Цель исследования – выявить потенциальные возможности урожайности ячменя при влиянии температурного стресса в сопряжении с пролонгированным действием минеральных удобрений и предшественников в условиях степной зоны Южного Урала.

Таблица 1
Схема эксперимента

Севооборот, моно-посев	Номер поля, пары, культура					
	1	2	3	4	5	6
Шестипольные севообороты	Пар черный	Озимая рожь	Твердая пшеница	Кукуруза на силос	Мягкая пшеница	Ячмень I
	Пар черный	Твердая пшеница	Мягкая пшеница	Кукуруза на силос	Мягкая пшеница	Ячмень II
	Пар занятый (почвозащитный)	Твердая пшеница	Мягкая пшеница	Кукуруза на силос	Мягкая пшеница	Ячмень III
	Пар занятый (сидеральный)	Твердая пшеница	Мягкая пшеница	Кукуруза на силос	Мягкая пшеница	Ячмень IV
Монопосев	Ячмень	Ячмень	Ячмень	Ячмень	Ячмень	Ячмень V

Table 1
The scheme of the experiment

Crop rotation, mono-seeding	Field number, pairs, culture					
	1	2	3	4	5	6
Six - field crop rotations	Black fallow	Winter rye	Durum wheat	Corn for silage	Soft wheat	Barley I
	Black fallow	Durum wheat	Soft wheat	Corn for silage	Soft wheat	Barley II
	Occupied fallow (soil protection)	Durum wheat	Soft wheat	Corn for silage	Soft wheat	Barley III
	busy fallow (sideral)	Durum wheat	Soft wheat	Corn for silage	Soft wheat	Barley IV
Mono-seeding	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley	Barley V

Методология и методы исследования (Methods)

Полевые исследования проводились в центральной зоне Оренбургской области (в селе Нежинка) на стационарном опытном участке с 1993 по 2022 гг. Место расположения стационарного опытного участка в координатах: 51.775125° с. ш., 55.306547° в. д. Почва опытного участка относится к черноземам южным карбонатным среднесиловым тяжелосуглинистым с содержанием гумуса (в пахотном 0–30 см слое почвы) 3,2–4,0 %, общего азота 0,20–0,30 %, доступного фосфора 150–250 мг и обменного калия 300–380 мг/кг почвы, pH = 7,0...8,1.

Схема эксперимента представлена пятью вариантами опытов, из которых четыре с возделыванием ячменя в системе шестипольных зернопаропропашных севооборотов, где исследуемая культура выращивается в замыкающем севообороте поле. Один вариант эксперимента представлен монопосевом ячменя с 1993 по 2022 гг.

Схема эксперимента имеет вид: 2А × 5В, где А – фон почвенного питания (удобренный $N_{40}P_{80}K_{40}$ и неудобренный) и В – вариант предшественника (севооборот, монопосев) (таблица 1).

Исследование проводилось на двух фонах почвенного питания: удобренным минеральными удобрениями ($N_{40}P_{80}K_{40}$) и без удобрения. В качестве предшественника в шестипольных севооборотах

выступает яровая пшеница мягкая в последствии различных (черный, занятый почвозащитный, сидеральный) видов пара. Размеры опытных делянок ячменя в шестипольных севооборотах составляют 3,6 × 90 м ($S = 324 \text{ м}^2$), из которых 3,6 × 30 м ($S = 108 \text{ м}^2$) – удобренный ($N_{40}P_{80}K_{40}$) фон, 3,6 × 60 м ($S = 216 \text{ м}^2$) – фон без удобрения.

В монопосевах ячменя ширина делянки составляет 7,2 м, длина такая же, как и в севооборотах. Соответственно при монопосеве ячменя площадь делянки удобренного фона 216 м², неудобренного 432 м². Учетная площадь ячменя при комбайновой уборке «Сампо 500» составляет на удобренном фоне 60 м², на неудобренном – 120 м². Опыты закладывались по методике Б. А. Доспехова в четырехкратной повторности во времени и пространстве. Расположение делянок в повторностях систематическое.

Содержание макроэлементов в почве определялось следующим образом: нитратный азот – ионометрическим методом по Тюрину, подвижный фосфор – по Мачигину, обменный калий – по Масловой. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом. Математическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы Statistica 12.0.

Таблица 2
Среднемноголетние метеорологические показатели в годы проведения исследований

Показатели вегетационного периода		Годы эксперимента				
		Среднее за 1993–2022, отклонение	НСР ₀₅	Среднее в очень засушливые годы, отклонение	НСР ₀₅	Среднемного- летнее значение
Средняя <i>t</i> воздуха, °С	<i>t</i>	20,0 ± 1,6	0,67	2,04 ± 1,7	0,89	19,1
	%	4,7 ± 7,8	3,29	6,4 ± 8,4	4,31	–
Сумма осадков	<i>W</i>	135 ± 66,6	24,97	92,0 ± 28,5	14,56	155
	%	–12,7 ± 43,0	18,05	–40,6 ± 18,4	9,39	–

Примечание. *T* – температура воздуха; *W* – выпавшие осадки; очень засушливые годы – 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2004, 2005, 2009–2012, 2014–2018, 2020, 2021.

Table 2
Average long-term meteorological indicators during the years of research

Indicators of the growing season		Years of experiment				
		Average for 1993–2022, deviation	LSD ₀₅	Average in very dry years, deviation	LSD ₀₅	Average-long- term value
Average air temperature, °C	<i>t</i>	20.0 ± 1.6	0.67	2.04 ± 1.7	0.89	19.1
	%	4.7 ± 7.8	3.29	6.4 ± 8.4	4.31	–
Precipitation amount	<i>W</i>	135 ± 66.6	24.97	92.0 ± 28.5	14.56	155
	%	–12.7 ± 43.0	18.05	–40.6 ± 18.4	9.39	–

Note. *T* – air temperature; *W* – precipitation; very dry years – 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2004, 2005, 2009–2012, 2014–2018, 2020, 2021.

Таблица 3
Влажность почвы под посевами ячменя в период посева и уборки культуры
в среднем за 1993–2022 и очень засушливые годы, мм

Средняя за период исследований	Времена года	Варианты предшественника				Разница по вариантам	
		Кукуруза по мягкой пшенице в шестипольном севообороте		Монопосев ячменя			
		0–30	0–100	0–30	0–100	0–30	0–100
За 1993–2022	Весна	45,8 ± 13,8	150,1 ± 40,7	41,9 ± 14,0	144,4 ± 38,1	–3,9	–5,7
	Осень	14,1 ± 12,4	48,5 ± 32,8	13,8 ± 16,2	48,4 ± 34,4	–0,3	–0,1
	Расход	–31,7	–101,6	–28,1	–96,0	–	–
В очень засушливые	Весна	42,5 ± 13,8	144,6 ± 45,9	40,2 ± 13,6	134,5 ± 37,4	–2,3	–10,1
	Осень	9,8 ± 6,6	38,3 ± 23,9	7,1 ± 6,7	33,0 ± 20,5	–2,7	–5,3
	Расход	–32,7	–106,3	–33,1	–101,5	–	–
Разница в среднем по периодам	Весна	–3,3/7,2	–5,5/3,7	–1,7/4,0	–9,9/6,8	–	–
	Осень	–4,3/30,5	–10,2/21,0	–6,7/48,5	–15,4/31,8	–	–

Примечание. Перед косой чертой – разница между средними за период 1993–2022 и в очень засушливые годы в мм, после черты – в %.

Table 3
Soil moisture under barley crops during sowing and harvesting
of crops on average for 1993–2022 and very dry years, mm

Average for the research period	Seasons	Variants of the predecessor				The difference in options	
		Corn for soft wheat in a six-field crop rotation		Mono-seeding barley			
		0–30	0–100	0–30	0–100	0–30	0–100
For 1993–2022	Spring	45.8 ± 13.8	150.1 ± 40.7	41.9 ± 14.0	144.4 ± 38.1	–3.9	–5.7
	Autumn	14.1 ± 12.4	48.5 ± 32.8	13.8 ± 16.2	48.4 ± 34.4	–0.3	–0.1
	Consumption	–31.7	–101.6	–28.1	–96.0	–	–
In very arid	Spring	42.5 ± 13.8	144.6 ± 45.9	40.2 ± 13.6	134.5 ± 37.4	–2.3	–10.1
	Autumn	9.8 ± 6.6	38.3 ± 23.9	7.1 ± 6.7	33.0 ± 20.5	–2.7	–5.3
	Consumption	–32.7	–106.3	–33.1	–101.5	–	–
The difference in the average by period	Spring	–3.3/7.2	–5.5/3.7	–1.7/4.0	–9.9/6.8	–	–
	Autumn	–4.3/30.5	–10.2/21.0	–6.7/48.5	–15.4/31.8	–	–

Note. Before the slash is the difference between the averages for the period 1993–2022 and in very dry years in mm, after the slash – in %.

Результаты (Results)

В таблице 2 приведены среднееголетние показатели температуры воздуха и осадков за вегетационный период 30 лет исследований (1993–2022 гг.) и очень засушливых лет (ГТК по Селянину менее 0,4 единицы).

Вегетационный период в среднем за 1993–2022 годы исследований был теплее нормы ($19,1^{\circ}\text{C}$) на $0,9 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$, т. е. на $4,7 \pm 7,8\%$. В годы с очень сильной засушливостью (ГТК $< 0,4$) температура воздуха в вегетационный период в среднем превышала на $1,3 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ ($6,4 \pm 8,4\%$ относительно климатической нормы). Недобор осадков за вегетационный период относительно уровня климатической нормы в среднем за 1993–2022 гг. составил $19,7 \pm 66,6$ мм (или $12,7 \pm 43,0\%$). В острозасушливые годы недобор осадков за вегетацию в среднем составил $59,5 \pm 31,4$ мм (или $40,6 \pm 18,4\%$).

Для создания оптимальных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур и, в частности ярового ячменя, особое значение имеет накопление и сохранение продуктивной влаги как в

верхнем, так и в глуболежащих слоях почвы. На количественное содержание продуктивной почвенной влаги оказывают влияние предшествующие культуры в севообороте.

Так, в таблице 3 представлена влажность почвы под посевами ячменя в период посева и уборки культуры.

Даны средние значения продуктивной влаги в верхнем пахотном и метровом слоях почвы при возделывании ячменя в системе шестипольного севооборота и монопосева за 1993–2022 и очень засушливые годы.

В среднем за все годы исследований (1993–2022) при возделывании ячменя не отмечается большой разницы в содержании продуктивной почвенной влаги по вариантам предшественников. Так, незначительная разница наблюдается в весенний период в верхнем пахотном слое, на $3,9$ мм и метровом на $5,7$ мм превышающая при посеве ячменя в севооборотах.

Таблица 4
Содержание макроэлементов под монопосевами ячменя и возделываемого в шестипольном севообороте с озимой рожью на двух фонах почвенного питания в среднем за 1993–2022 и очень засушливые годы

Вариант	Годы исследований	Период	Содержание макроэлементов в почве, мг/кг					
			Удобрённый фон			Неудобрённый фон		
			Азот	Фосфор	Калий	Азот	Фосфор	Калий
Ячмень в шестипольном севообороте с озимой рожью	1993–2022	Весна	$78,7 \pm 42,43$	$57,6 \pm 14,73$	$445,8 \pm 102,28$	$71,0 \pm 46,44$	$40,6 \pm 8,50$	$416,0 \pm 94,33$
		НСР ₀₅	1,78	0,62	4,29	1,95	0,36	3,96
		Осень	$73,2 \pm 56,27$	$55,8 \pm 15,61$	$435,2 \pm 85,36$	$59,2 \pm 41,45$	$39,8 \pm 9,88$	$397,3 \pm 77,87$
		НСР ₀₅	2,40	0,66	3,64	1,77	0,42	3,33
		Расход	–5,5	–1,8	–10,6	–11,8	–0,8	–18,7
	Очень засушливые	Весна	$74,5 \pm 26,65$	$57,7 \pm 16,17$	$459,9 \pm 105,51$	$78,0 \pm 50,79$	$40,8 \pm 7,88$	$405,9 \pm 85,73$
		НСР ₀₅	1,36	0,83	5,40	2,60	0,40	4,39
		Осень	$86,8 \pm 63,85$	$58,5 \pm 19,32$	$424,2 \pm 94,15$	$66,3 \pm 47,48$	$41,8 \pm 9,29$	$383,2 \pm 62,49$
		НСР ₀₅	3,38	0,95	4,78	2,40	0,47	3,38
		Расход	+12,3	+0,8	–35,7	–11,7	+1,0	–22,7
Монопосев ячменя	1993–2022	Весна	$91,6 \pm 50,85$	$59,3 \pm 24,21$	$421,6 \pm 77,88$	$70,6 \pm 31,47$	$40,5 \pm 11,63$	$403,4 \pm 72,69$
		НСР ₀₅	2,13	1,01	3,27	1,32	0,49	3,05
		Осень	$68,8 \pm 47,64$	$53,2 \pm 13,76$	$414,2 \pm 80,92$	$63,5 \pm 47,90$	$38,5 \pm 11,10$	$377,5 \pm 65,84$
		НСР ₀₅	2,06	0,59	3,50	2,07	0,48	2,85
		Расход	–22,8	–6,1	–7,4	–7,1	–2,0	–25,9
	Очень засушливые	Весна	$94,1 \pm 52,13$	$62,5 \pm 29,55$	$422,5 \pm 70,91$	$72,8 \pm 24,92$	$42,0 \pm 13,66$	$395,6 \pm 57,40$
		НСР ₀₅	2,67	1,51	3,62	1,27	0,70	2,94
		Осень	$82,2 \pm 55,44$	$53,7 \pm 14,62$	$419,1 \pm 78,41$	$76,2 \pm 53,18$	$39,0 \pm 12,33$	$378,2 \pm 60,48$
		НСР ₀₅	2,91	0,77	4,13	2,80	0,65	3,18
		Расход	–11,9	–8,8	–3,4	+3,4	–3,0	–17,40

Table 4

The content of macronutrients under mono-seeding of barley and cultivated in a six-field crop rotation with winter rye on two backgrounds of soil nutrition on average for 1993–2022 and very dry years

Option	Years of research	Period	The content of macronutrients in the soil, mg/kg					
			Fertilized background			Non-fertilized background		
			Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Nitrogen	Phosphorus	Potassium
Barley in a six-field crop rotation with winter rye	1993–2022	Spring	78.7 ± 42.43	57.6 ± 14.73	445.8 ± 102.28	71.0 ± 46.44	40.6 ± 8.50	416.0 ± 94.33
		LSD ₀₅	1.78	0.62	4.29	1.95	0.36	3.96
		Autumn	73.2 ± 56.27	55.8 ± 15.61	435.2 ± 85.36	59.2 ± 41.45	39.8 ± 9.88	397.3 ± 77.87
		LSD ₀₅	2.40	0.66	3.64	1.77	0.42	3.33
		Expenditure	–5.5	–1.8	–10.6	–11.8	–0.8	–18.7
	Very arid	Spring	74.5 ± 26.65	57.7 ± 16.17	459.9 ± 105.51	78.0 ± 50.79	40.8 ± 7.88	405.9 ± 85.73
		LSD ₀₅	1.36	0.83	5.40	2.60	0.40	4.39
		Autumn	86.8 ± 63.85	58.5 ± 19.32	424.2 ± 94.15	66.3 ± 47.48	41.8 ± 9.29	383.2 ± 62.49
		LSD ₀₅	3.38	0.95	4.78	2.40	0.47	3.38
		Expenditure	+12.3	+0.8	–35.7	–11.7	+1.0	–22.7
Monoposev barley	1993–2022	Spring	91.6 ± 50.85	59.3 ± 24.21	421.6 ± 77.88	70.6 ± 31.47	40.5 ± 11.63	403.4 ± 72.69
		LSD ₀₅	2.13	1.01	3.27	1.32	0.49	3.05
		Autumn	68.8 ± 47.64	53.2 ± 13.76	414.2 ± 80.92	63.5 ± 47.90	38.5 ± 11.10	377.5 ± 65.84
		LSD ₀₅	2.06	0.59	3.50	2.07	0.48	2.85
		Expenditure	–22.8	–6.1	–7.4	–7.1	–2.0	–25.9
	Very arid	Spring	94.1 ± 52.13	62.5 ± 29.55	422.5 ± 70.91	72.8 ± 24.92	42.0 ± 13.66	395.6 ± 57.40
		LSD ₀₅	2.67	1.51	3.62	1.27	0.70	2.94
		Autumn	82.2 ± 55.44	53.7 ± 14.62	419.1 ± 78.41	76.2 ± 53.18	39.0 ± 12.33	378.2 ± 60.48
		LSD ₀₅	2.91	0.77	4.13	2.80	0.65	3.18
		Expenditure	–11.9	–8.8	–3.4	+3.4	–3.0	–17.40

В осенний период, после уборки культуры во влажные и средней влажности годы, содержание продуктивной влаги по вариантам ячменя одинаково и не имеет значительной разницы в метровом слое почвы. В очень засушливые годы растения ячменя испытывают температурный стресс, при этом усиливается потребление запасов продуктивной почвенной влаги глубинных слоев. К уборке ячменя в острозасушливые годы в метровом слое почвы увеличивается потребление почвенной влаги культурой в севообороте на 21,0 % (10,2 мм), при бессменном возделывании – на 31,8 % (15,4 мм). Большее потребление продуктивной влаги в монопосевах ячменя достигается за счет увеличения засоренности посевов, особенно многолетниками. В очень засушливые годы отмечается преимущество севооборотов над монопосевами ячменя в накоплении, сохранении и расходе продуктивной почвенной влаги с метрового слоя почвы (в весенний период – на 10,1 мм, осенью – на 5,3 мм).

В таблице 4 представлены данные по содержанию макроэлементов под монопосевами ячменя и при возделывании его в шестипольном севообороте на двух почвенных разностях в среднем за 1993–2022 и очень засушливые годы.

Систематическое внесение под культуры севооборота минеральных удобрений увеличивает их содержание в почве и обеспечивает пролонгиро-

ванное действие. Так, содержание калия на удобренном фоне в среднем за все годы исследований составило 445,8 ± 102,28 мг/кг, на фоне без удобрения – 416,0 ± 94,33 мг/кг почвы. Содержание фосфора за годы исследований также увеличивается по фону с применением минеральных удобрений.

Расход азота посевами ячменя в севообороте с применением минеральных удобрений в среднем за 30 лет исследований составил 5,5 мг/кг, в очень засушливые годы отмечается даже увеличение его к осени до 12,3 мг/кг. В монопосевах на удобренном фоне средний расход азота за 30 лет составил 22,8 мг/кг. В очень засушливые годы его потребление снижается до 11,9 мг/кг. При возделывании ярового ячменя в севообороте увеличивается потребление калия по двум фонам питания (на удобренном фоне – до 35,7 мг, на неудобренном – до 22,7 мг/кг) в очень засушливые годы. В очень засушливые годы в монопосевах ячменя отмечается меньшее потребление калия: до 3,4 мг на удобренном и до 17,4 мг/кг на неудобренном фоне. В среднем за 30 лет исследований на неудобренном фоне монопосевами ячменя используется до 25,9 мг/кг калия. В целом в засушливые годы отмечается большее потребление калия на двух фонах почвенного питания в вариантах возделывания ячменя в севооборотах и монокультуре.

Таблица 5

Урожайность ячменя при возделывании в севооборотах и монокультуре на двух агрофонах в среднем за период 1993–2022 и очень засушливые годы, т/га

Показатели		Вариант севооборота, монопосева									
		В ₁ . С озимой рожью		В ₂ . С черным паром под твердую пшеницу		В ₃ . С занятым почвозащитным паром		В ₄ . С занятым сидеральным паром		В ₅ . Монопосев ячменя	
		A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
Средняя за 1993–2022 годы	Урожайность	1,48 ± 0,98	1,33 ± 0,78	1,66 ± 1,06	1,45 ± 0,87	1,53 ± 1,03	1,45 ± 0,96	1,61 ± 1,01	1,40 ± 0,82	1,38 ± 0,95	1,29 ± 0,85
	НСР ₀₅	–0,42	0,33	0,45	0,37	0,44	0,41	0,43	0,35	0,41	0,36
Средняя в очень засушливые годы	Урожайность	1,16 ± 0,91	1,06 ± 0,76	1,30 ± 0,99	1,17 ± 0,82	1,21 ± 0,96	1,13 ± 0,83	1,26 ± 0,93	1,17 ± 0,77	0,93 ± 0,79	0,91 ± 0,70
	НСР ₀₅	0,48	0,38	0,52	0,43	0,50	0,44	0,49	0,41	0,41	0,37
Разница		–0,32	–0,27	–0,36	–0,28	–0,32	–0,32	–0,35	–0,23	–0,45	–0,38

Примечание. A₁ – удобренный фон, A₂ – неудобренный, В_{1–5} – предшественник (севооборот, бессменный посев ячменя). Очень засушливые годы: 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2004, 2005, 2009–2012, 2014–2018, 2020, 2021.

Agrotechnologies

Table 5

The yield of barley during cultivation in crop rotations and monoculture on two agrofields on average for the period 1993–2022 and very dry years, t/ha

Indicators		Crop rotation option, mono-seeding									
		B _r With winter rye		B ₂ With black fallow for durum wheat		B ₃ With busy soil-protecting fallow		B ₄ With a busy sideral fallow		B ₅ Mono-seeding barley	
		A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂	A ₁	A ₂
Average for 1993–2022	Yield	1.48 ± 0.98	1.33 ± 0.78	1.66 ± 1.06	1.45 ± 0.87	1.53 ± 1.03	1.45 ± 0.96	1.61 ± 1.01	1.40 ± 0.82	1.38 ± 0.95	1.29 ± 0.85
	LSD ₀₅	–0.42	0.33	0.45	0.37	0.44	0.41	0.43	0.35	0.41	0.36
Average in very dry years	Yield	1.16 ± 0.91	1.06 ± 0.76	1.30 ± 0.99	1.17 ± 0.82	1.21 ± 0.96	1.13 ± 0.83	1.26 ± 0.93	1.17 ± 0.77	0.93 ± 0.79	0.91 ± 0.70
	LSD ₀₅	0.48	0.38	0.52	0.43	0.50	0.44	0.49	0.41	0.41	0.37
Difference		–0.32	–0.32	–0.27	–0.36	–0.28	–0.32	–0.32	–0.35	–0.23	–0.45

Note. A₁ – fertilized background, A₂ – non-fertilized, B_{1–5} – predecessor (crop rotation, permanent sowing of barley). Very dry years: 1995, 1996, 1998, 2001, 2002, 2004, 2005, 2009–2012, 2014–2018, 2020, 2021.

Ячмень положительно реагирует на внесение минеральных удобрений по всем вариантам опыта. Так, средняя урожайность ячменя за 30 лет исследований составила на обычном неудобренном фоне 1,29–1,45 т/га, при применении минеральных удобрений 1,38–1,66 т/га (таблица 5).

Наименьшую урожайность за годы исследований ячмень сформировал в варианте его моно-возделывания на двух фонах почвенного питания (1,38 т – на удобренном, 1,29 т/га – на неудобренном фоне).

В шестипольных севооборотах с черным и занятыми парами отмечается положительный эффект пролонгированного действия минеральных удобрений. Так, среднемноголетняя урожайность ячменя в севообороте с черным паром под твердую пшеницу при применении минеральных удобрений составила 1,66 ± 1,06 т, с почвозащитным занятым летним посевом суданской травы 1,53 ± 1,03 т, с сидеральным 1,61 ± 1,01 т/га. Без применения минеральных удобрений получена урожайность ячменя соответ-

ственно 1,45 ± 0,87 т, 1,45 ± 0,96 т, 1,40 ± 0,82 т/га по второму, третьему и четвертому вариантам с севооборотом. Бессменное возделывание ячменя в течение 30 лет исследований привело к снижению среднемноголетней урожайности в сравнении с полученной в севооборотах. Прибавка урожайности ячменя от применения минеральных удобрений в среднем за период 1993–2022 гг. в севообороте с озимой рожью составила 0,15 т, с черным паром под твердую пшеницу – 0,21 т, с занятым суданской почвозащитному пару – 0,08 т, с сидеральным паром – 0,21 т/га. В монопосеве получена прибавка 0,09 т/га. В острозасушливые годы (18 лет) прибавка урожайности ячменя при применении минеральных удобрений по тем же вариантам, что и в обычные годы, составила в севообороте с озимыми 0,10 т (т. е. снизилась на 0,05 т), с черным паром под твердую пшеницу – 0,13 т (снижение на 0,08 т), с занятым почвозащитным паром – 0,08 т, с сидеральным паром – 0,09 т/га (снижение на 0,12 т). При бессменном возделывании ячменя в острозасушли-

вые годы прибавка урожайности культуры от применения минеральных удобрений минимальная – 0,02 т/га (снижение относительно полученной за весь период исследований составило 0,07 т/га).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Важным достоинством ячменя является очень высокая отзывчивость на применение минеральных удобрений и их пролонгированное действие [22]. По данным Н. А. Максютова и др., во влажные годы прибавка урожайности ячменя при применении минеральных удобрений достигает 0,8 т зерна с 1 га [23]. При наступлении неблагоприятных условий для произрастания ячменя (при водном дефиците и повышенном температурном стрессе) происходит заметное снижение урожайности культуры. Так, в среднем за 18 очень засушливых лет ($ГТК < 0,4$) урожайность ячменя в севообороте с озимой рожью снизилась на удобренном фоне на 0,32 т, на неудобренном – на 0,27 т; с черным паром под твердую пшеницу – на 0,36 и 0,28 т; с занятым почвозащитным паром – на 0,32 т (на двух фонах питания); с сидеральным – на 0,35 и 0,23 т. Наибольшему влиянию засухи подвергались монопосевы ячменя, урожайность которого снизилась на фоне удобрения на 0,45 т, без удобрения – на 0,38 т/га.

В условиях Южного Урала за последние 30 лет (1993–2022) произошло потепление вегетационного периода на $0,9 \pm 0,6$ °С относительно нормы (19,1 °С). В годы с сильной засушливостью ($ГТК < 0,4$) температура воздуха за вегетационный

период в среднем превысила климатическую норму на $1,3 \pm 1,7$ °С. В среднем за все годы исследований (1993–2022) при возделывании ячменя не отмечается большой разницы в содержании продуктивной почвенной влаги по вариантам предшественников. В очень засушливые годы растения ячменя испытывают температурный стресс, при этом усиливается потребление запасов продуктивной влаги глубинных слоев почвы на 21,0 % в метровом слое в севообороте и на 31,8 % в монопоसेве. Систематическое внесение под культуры севооборотов минеральных удобрений увеличивает их содержание в почве и обеспечивает пролонгированное действие. При возделывании ячменя в севообороте в острозасушливые годы увеличивает потребление калия по двум фонам питания (на удобренном фоне – до 35,7 мг, на неудобренном – до 22,7 мг/кг), в монопосевах – соответственно до 3,4 и 17,4 мг/кг. За 18 очень засушливых лет (при повышенном температурном стрессе и водном дефиците) произошло заметное снижение урожайности ячменя по всем вариантам опыта. Особенно наибольшему влиянию засухи подвергались монопосевы ячменя, когда урожайность культуры на удобренном фоне снизилась на 0,45 т, без удобрения – на 0,38 т/га.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2022-2024 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2022-0014).

Библиографический список

1. Прядун Ю. П., Шаталина Л. П. Результаты экологического испытания сортов ярового ячменя в южной лесостепи Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 12–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-12-20.
2. Оленин О. А., Зудилин С. Н. Элементы органической технологии возделывания ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный вестник Урала. 2022. № 03 (218). С. 13–23. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23.
3. Постников П. А. Воздействие предшественников и метеорологических условий на урожайность ярового ячменя // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 4. С. 48–53.
4. Голова Т. Г., Ершова Л. А., Кузьменко С. А. Формирование продуктивности ярового ячменя в стрессовых условиях // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 2 (42). С. 98–105. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-98-105.
5. Kendal E. Effect of ecological factors on spring barley genotypes // *Hordeum vulgare: Production, Cultivation and Uses* / N. Eslem (ed.). New-York: Nova Science Publishers, 2021. Pp. 87–114.
6. Николаев П. Н., Юсова О. А., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Реализация биологической урожайности ячменя ярового в условиях южной лесостепи Омской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 12 (203). С. 22–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-22-34.
7. Горянин О. И., Джангабаев Б. Ж., Пронович Л. В. Формирование качества зерна ячменя при современных технологиях в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2021. № 6. С. 13–16. DOI: 10.28983/asj.y2021i6pp13-16.
8. Горянин О. И., Пронович Л. В., Джангабаев Б. Ж., Щербинина Е. В. Оптимизация технологических операций при возделывании ярового ячменя в Среднем Поволжье // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 8. С. 55–60. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_8_49.
9. Chen H., Deng A., Zhang W., Chen F. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat // *The Crop Journal*. 2018. No. 6. Pp. 589–599.

10. Наумова Н. А. Особенности формирования зерновой продукции и ее элементов у сортов ярового ячменя в условиях Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 2–34. DOI: 10.28983/asj.y2021i5pp29-34.
11. Горянин О. И., Мадякин Е. В., Пронович Л. В., Джангабаев Б. Ж., Яковлева Н. А. Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 9. С. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908.
12. Гаевая Э. А. Элементы агротехнологии возделывания ярового ячменя в почвозащитных севооборотах // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2019. № 3 (75). С. 137–143.
13. Морозов Н. А., Хрипунов А. И., Общия Е. Н. Урожайность ярового ячменя по полупару в зерновых севооборотах с чистым и занятым паром в засушливой зоне // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 27–32.
14. Гольдварг Б. А., Боктаев М. В., Филиппов Е. Г. Формирование урожая ярового ячменя в аридной зоне юга России // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5 (59). С. 31–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-31-34.
15. Vijaya Bhaskar A. V., Weedon O., Finckh M. R. Exploring the differences between organic and conventional breeding in early vigour traits of winter wheat // European Journal of Agronomy. 2019. No. 6. Pp. 589–599.
16. Бабунов А. Б., Бадин А. Е. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество ярового ячменя Саншайн, а также вынос элементов питания // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 32–34. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10808.
17. Левакова О. В., Ерошенко Л. М., Ерошенко А. Н., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Дедушев И. А., Болдырев М. А. Оценка зерновой продуктивности и адаптивности отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 30–33. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33.
18. Дьяченко Е. Н., Дятлова О. Г. Продуктивность ярового ячменя в плодосменном севообороте в условиях Прибайкалья // Агрохимический вестник. 2022. № 2. С. 43–47. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-2-008.
19. Голова Т. Г., Ершова Л. А., Чевердина Г. В. Влияние минерального питания на продуктивность сортов ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 1 (45). С. 109–120. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-109-120.
20. Скороходов В. Ю. Урожайность ярового ячменя в сопряжении с биологической активностью почвы и содержанием нитратного азота на чернозёмах южных в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5 (85). С. 52–57. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-52-57.
21. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А. Изменение питательного режима темно-серой лесной почвы в посевах ячменя при различных системах основной обработки // Земледелие. 2019. № 5. С. 21–34. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505.
22. Скороходов В. Ю. Урожайность ячменя в шестипольных севооборотах на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 93–97.
23. Горянин О. И., Мадякин Е. В., Пронович Л. В. [и др.] Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 9. С. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908.

Об авторе:

Виталий Юрьевич Скороходов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, ORCID 0000-0003-4179-7784, AuthorID 761620; +7 906 845-87-45, skorohodov.vitali1975@mail.ru

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

References

1. Pryadun Yu. P., Shatalina L.P. Rezul'taty ekologicheskogo ispytaniya sortov yarovogo yachmenya v yuzhnoy lesostepi Yuzhnogo Urala [The results of ecological testing of spring barley varieties in the southern forest-steppe of the Southern Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 12–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-12-20. (In Russian.)
2. Olenin O. A., Zudilin S. N. Elementy organicheskoy tekhnologii vozdel'yvaniya yarovogo yachmenya v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Elements of organic technology for the cultivation of spring barley in the forest-steppe

of the Middle Volga region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 03 (218). Pp. 13–23. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-218-03-13-23. (In Russian.)

3. Postnikov P. A. Vozdeystvie predshestvennikov i meteorologicheskikh usloviy na urozhaynost' yarovogo yachmenya [The impact of predecessors and meteorological conditions on the yield of spring barley] // Bulletin of the KrasGAU. 2018 No. 4. Pp. 48–53. (In Russian.)

4. Golova T. G., Ershova L. A., Kuz'menko S. A. Formirovanie produktivnosti yarovogo yachmenya v stressovykh usloviyakh [Formation of the productivity of spring barley under stressful conditions] // Legumes and Groat Crops. 2022. No. 2 (42). Pp. 98–105. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-98-105. (In Russian.)

5. Kendal E. Effect of ecological factors on spring barley genotypes // *Hordeum vulgare: Production, Cultivation and Uses* / N. Eslem (ed.). New-York: Nova Science Publishers, 2021. Pp. 87–114.

6. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Safonova I. V., Anis'kov N. I. Realizatsiya biologicheskoy urozhaynosti yachmenya yarovogo v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Omskoy oblasti [Implementation of the biological yield of spring barley in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 12 (203). Pp. 22–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-203-12-22-34. (In Russian.)

7. Goryanin O. I., Dzhangabaev B. Zh., Pronovich L. V. Formirovanie kachestva zerna yachmenya pri sovremennykh tekhnologiyakh v Povolzh'e [Formation of the quality of barley grain with modern technologies in the Volga region] // Agrarian scientific journal. 2021. No. 6. Pp. 13–16. DOI: 10.28983/asj.y2021i6pp13-16. (In Russian.)

8. Goryanin O. I., Pronovich L. V., Dzhangabaev B. Zh., Shcherbinina E. V. Optimizatsiya tekhnologicheskikh operatsiy pri vozdeleyanii yarovogo yachmenya v Srednem Povolzh'e [Optimization of technological operations in the cultivation of spring barley in the Middle Volga region] // Achievements of Science and Technology in AIC. 2022. Vol. 36. No. 8. Pp. 55–60. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_8_49. (In Russian.)

9. Chen H., Deng A., Zhang W., Chen F. Long-term inorganic plus organic fertilization increases yield and yield stability of winter wheat // The Crop Journal. 2018. No. 6. Pp. 589–599.

10. Naumova N. A. Osobennosti formirovaniya zernovoy produktsii i ee elementov u sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Astrakhanskoy oblasti [Features of the formation of grain products and its elements in varieties of spring barley in the conditions of the Astrakhan region] // Agrarian scientific journal. 2021. No. 5. Pp. 2–34. DOI: 10.28983/asj.y2021i5pp29-34. (In Russian.)

11. Goryanin O. I., Madyakin E. V., Pronovich L. V., Dzhangabaev B. Zh., Yakovleva N. A. Tekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo yachmenya v zasushlivykh usloviyakh Povolzh'ya [Technologies of cultivation of spring barley in arid conditions of the Volga region] // Achievements of Science and Technology in AIC. 2020. Vol. 34. No. 9. Pp. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908. (In Russian.)

12. Gaevaya E. A. Elementy agrotekhnologii vozdeleyvaniya yarovogo yachmenya v pochvozashchitnykh sevooborotakh [Elements of agricultural technology for the cultivation of spring barley in soil-protective crop rotations] // Ways of increasing the efficiency of irrigated agriculture. 2019. No. 3 (75). Pp. 137–143. (In Russian.)

13. Morozov N. A., Khripunov A. I., Obshchiya E. N. Urozhaynost' yarovogo yachmenya po poluparu v zernovykh sevooborotakh s chistym i zanyatym parom v zasushlivoy zone [Yield of spring barley by half fallow in grain crop rotations with clean and occupied fallow in arid zone] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2019. No. 4. Pp. 27–32. (In Russian.)

14. Gol'dvarg B. A., Boktaev M. V., Filippov E. G. Formirovanie urozhaya yarovogo yachmenya v aridnoy zone yuga Rossii [Formation of the spring barley crop in the arid zone of the south of Russia] // Grain Economy of Russia. 2018. No. 5 (59). Pp. 31–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-31-34. (In Russian.)

15. Vijaya Bhaskar A. V., Weedon O., Finckh M. R. Exploring the differences between organic and conventional breeding in early vigour traits of winter wheat // European Journal of Agronomy. 2019. No. 6. Pp. 589–599.

16. Babunov A. B., Badin A. E. Vliyanie mineral'nykh udobreniy na urozhaynost' i kachestvo yarovogo yachmenya Sanshayn, a takzhe vynos elementov pitaniya [Influence of mineral fertilizers on the yield and quality of Sunshine spring barley, as well as the removal of nutrients] // Achievements of Science and Technology in AIC. 2018. Vol. 32. No. 8. Pp. 32–34. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10808. (In Russian.)

17. Levakova O. V., Eroshenko L. M., Eroshenko A. N., Romahin M. M., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Boldyrev M. A. Otsenka zernovoy produktivnosti i adaptivnosti otechestvennykh i zarubezhnykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoy zony RF [Evaluation of grain productivity and adaptability of domestic and foreign varieties of spring barley in the conditions of the Nonchernozem zone of the Russian Federation] // Agrarian scientific journal. 2021. No. 3. Pp. 30–33. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33. (In Russian.)

18. D'yachenko E. N., Dyatlova O. G. Produktivnost' yarovogo yachmenya v plodosmennom sevooborote v usloviyakh Pribaykal'ya [Productivity of spring barley in crop rotation in the conditions of the Baikal region] // Agrochemical Herald. 2022. No. 2. Pp. 43–47. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-2-008. (In Russian.)

19. Golova T. G., Ershova L. A., Cheverdina G. V. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na produktivnost' sortov yachmenya [Influence of mineral nutrition on the productivity of barley varieties] // Legumes and Groat Crops. 2023. No. 1 (45). Pp. 109–120. DOI: 10.24412/2309-348X-2023-1-109-120. (In Russian.)
20. Skorokhodov V. Yu. Urozhaynost' yarovogo yachmenya v sopryazhenii s biologicheskoy aktivnost'yu pochvy i sodержaniem nitratnogo azota na chernozyomakh yuzhnykh v Orenburgskom Predural'e [The yield of spring barley in conjunction with the biological activity of the soil and the content of nitrate nitrogen on southern chernozems in the Orenburg Cis-Urals] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 5 (85). Pp. 52–57. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-52-57. (In Russian.)
21. Perfil'ev N. V., V'yushina O. A. Izmenenie pitatel'nogo rezhima temno-seroy lesnoy pochvy v posevakh yachmenya pri razlichnykh sistemakh osnovnoy obrabotki [Changes in the nutritional regime of dark gray forest soil in barley crops under various systems of basic cultivation] // Agriculture. 2019. No. 5. Pp. 21–34. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10505. (In Russian.)
22. Skorokhodov V. Yu. Urozhaynost' yachmenya v shestipol'nykh sevooborotakh na chernozyomakh yuzhnykh stepnoy zony Yuzhnogo Urala [Barley yield in six-field crop rotations on chernozems of the southern steppe zone of the Southern Urals] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 5 (79). Pp. 93–97. (In Russian.)
23. Goryanin O. I., Madyakin E. V., Pronovich L. V. Technologies for cultivating spring barley in the arid conditions of the Volga region [Technologies of cultivation of spring barley in arid conditions of the Volga region] // Achievements of science and technology of agriculture. 2020. Vol. 34. No. 8. Pp. 42–47. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10908. (In Russian.)

Author's information:

Vitaliy Yu. Skorokhodov¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of agriculture and resource-saving technologies, ORCID 0000-0003-4179-7784, AuthorID 761620; +7 906 845-87-45, skorokhodov.vitali1975@mail.ru

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

Двухукосное использование многолетних кормовых агроценозов в условиях северных регионов России

А. А. Шаманин^{1✉}, Л. А. Попова¹

¹Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук, Луговой, Россия

✉E-mail: lexxik_1@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – изучить злаково-бобовые агроценозы при долготлетнем двухукосном использовании в условиях северных территорий Архангельской области. **Методы.** Исследования проводились по общепринятым методикам в период с 2019 по 2022 гг. в полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве. Объект исследований – многолетние агроценозы многолетних трав. **Результаты.** Установлена перспективность использования овсяницы тростниковой в двухкомпонентной травосмеси в условиях северного региона России. Агрофитоценозы, созданные в смеси данной культуры с клевером луговым, позволяют на протяжении 3 лет двухукосного использования стабильно получать от 10,19 до 11,71 т/га сухого вещества с содержанием обменной энергии и сырого протеина 90,53–129,01 ГДж и 1,13–1,51 т. прослеживается негативная тенденция – ежегодное уменьшение участия клевера лугового в фитоценозе. Так, если в первый год жизни в структуре урожая зеленой массы содержалось до 73 % клевера лугового, то к 3-му году двухукосного пользования травостоя данное значение снизилось в среднем до 17 %. Люцерна синяя в травостое со злаковыми травами в первый год жизни проявила себя перспективной культурой с хорошим развитием растений и содержанием в структуре урожая от 59 % до 67 %, но уже после первой перезимовки ее содержание в биомассе фитоценоза снизилось до 6–8 %, а в последующие годы она полностью выпала из травостоя. **Научная новизна.** Впервые в природно-климатических условиях севера Архангельской области изучены травостои, созданные из овсяницы тростниковой в смеси с клевером луговым местной селекции. Выявлены особенности роста и развития кормовых культур в таких агроценозах на протяжении 3 лет двухукосного использования, проведена оценка продуктивности и питательности зеленой массы.

Ключевые слова: многолетние травы, овсяница тростниковая, клевер луговой, урожайность, структура урожая, сбор протеина, питательность зеленой массы.

Для цитирования: Шаманин А. А., Попова Л. А. Двухукосное использование многолетних кормовых агроценозов в условиях северных регионов России // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-22-33.

Дата поступления статьи: 07.04.2023, **дата рецензирования:** 03.05.2023, **дата принятия:** 11.07.2023.

Two-cut use of perennial fodder agroecosystems in the conditions of the northern regions of Russia

A. A. Shamanin^{1✉}, L. A. Popova¹

¹N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FCIARctic), Lugovoy, Russia

✉E-mail: lexxik_1@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study cereal-legume agroecosystems with long-term two-cutting use in the conditions of the northern territories of the Arkhangelsk region. **Methods.** The studies were carried out according to generally accepted methods in the period from 2019 to 2022. in a field experiment on soddy-podzolic sandy loamy soil. The object of research is perennial agroecosystems of perennial grasses. **Results.** The prospects for the use of cane fescue in a two-component grass mixture in the conditions of the northern region of Russia have been established. Agrophytocenoses, created in a mixture of this crop with red clover, allow for three years of two-cutting use to consistently obtain from 10.19 to 11.71 t/ha of dry matter with a content of exchange energy

and crude protein of 90.53–129.01 GJ and 1,13–1.51 tons. There is a negative trend - an annual decrease in the participation of red clover in the phytocenosis. So, if in the first year of life in the structure of the crop of green mass contained up to 73 % of red clover, then by the third year of the two-cutting use of the herbage, this value decreased to an average of 17 %. Blue alfalfa in herbage with cereal grasses in the first year of life proved to be a promising crop with good plant development and content in the crop structure from 59 % to 67 %, but after the first overwintering, its content in the phytocenosis biomass decreased to 6–8 %, and in subsequent years, it completely fell out of the herbage. **Scientific novelty.** For the first time in the natural and climatic conditions of the north of the Arkhangelsk region, grass stands created from reed fescue mixed with red clover of local selection were studied. The features of growth and development of fodder crops in such agrocenoses for 3 years of two-cutting use were revealed, the productivity and nutritional value of the green mass was assessed.

Keywords: perennial grasses, reed fescue, red clover, productivity, crop structure, protein yield, nutritional value of green mass.

For citation: Shamanin A. A., Popova L. A. Dvukhukosnoe ispol'zovanie mnogoletnikh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh severnykh regionov Rossii [Two-cut use of perennial fodder agrocenoses in the conditions of the northern regions of Russia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 22–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-22-33. (In Russian.)

Date of paper submission: 07.04.2023, **date of review:** 03.05.2023, **date of acceptance:** 11.07.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Животноводство является крупнейшим сектором землепользования в мире. В условиях стремительной урбанизации животноводство играет важную роль в достижении устойчивой продовольственной безопасности. Домашний скот и различные продукты животного происхождения составляют примерно одну треть мирового потребления белка человеком [1, с. 280].

Архангельская область входит в северный природно-экономический регион, основной сельскохозяйственной специализацией которого является молочное животноводство. Растениеводство в первую очередь служит базой для производства собственных сочных и грубых кормов [2, с. 10]. Поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах области в 2022 г. составило 32 200 голов со средним надоем 7695 кг на одну корову и обеспеченностью кормами собственного производства 24,8 ц на одну условную голову [3]. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 2312 тыс. га, из них непосредственно сельскохозяйственные угодья занимают 630,1 тыс. га (27,2 %). В структуре сельскохозяйственных угодий кормовые угодья составляют 344,6 тыс. га, пашня – 275,5 тыс. га. При этом пашня в основном используется для кормопроизводства [4, с. 93]. Развитие животноводческого направления требует наличия прочной кормовой базы, которая должна обеспечивать поголовье коров достаточным количеством кормов собственного производства с учетом страховых фондов. При этом корма должны быть разнообразны (сено, сенаж и силос), максимально дешевыми, энергетически полноценными, высококачественными и хорошо поедаемыми. Используемый в хозяйствах региона набор кормовых культур при невысоком технологическом уровне не может обеспечить крупный

рогатый скот кормами с такими характеристиками [5, с. 15; 6, с. 18].

В связи с тем, что возделывание большинства высокоэнергетических культур ограничивается природно-климатическими условиями и влиянием широтного градиента на разнообразие видов (от экватора к полюсам уменьшается видовое разнообразие), на северных территориях многолетние травы имеют большое значение [7, с. 84; 8, с. 26]. Использование многолетних трав в кормопроизводстве позволяет создавать долголетние травостой, зеленая масса которых является дешевым сырьем для производства собственных кормов. Увеличение доли посевов многолетних трав в структуре посевных площадей способствует рациональному природопользованию, улучшению свойств почвы, снижению механического воздействия на структуру почвы, защищает от ветровой и водной эрозии и, что важно для условий Архангельской области, способствует более полному использованию мелкоконтуристности полей. Многолетние травы имеют важную зоотехническую особенность: в их сухом веществе содержание обменной энергии и протеина находится в оптимальном соотношении [9, с. 70; 10, с. 72; 11, с. 14]. Бобовые травы представляют наибольшую ценность из-за того, что в них большее содержание белка, но по этой же причине они плохо силосуются. В силу того, что сахаропротеиновое соотношение в зеленой массе бобовых смещается в сторону значительного преобладания протеина, нарушаются процессы молочнокислого брожения, что приводит к снижению сохранности и эффективности использования получаемых кормов [12, с. 40]. Решение такой задачи осуществляется формированием многолетних агрофитоценозов из смеси бобовых трав со злаками. При этом структура таких агроценозов должна включать в себя 40–50 % бобового компонента [13, с. 64].

Клевер луговой служит основным бобовым компонентом травостоев в условиях севера России. Из злаковых трав наибольшее распространение получили тимофеевка луговая, лисохвост луговой, овсяница луговая, кострец безостый. В результате изучения новых видов и сортов кормовых культур в природно-климатических условиях Архангельской области выделился ряд перспективных многолетних трав: клевер луговой местной селекции, овсяница тростниковая, овсяница восточная, люцерна изменчивая, люцерна синяя, полевица гигантская, арктополевица широколистная, черноголовник многобрачный [14, с. 9; 15, с. 79; 16, с. 32; 17, с. 46]. Для большей устойчивости создаваемых агроценозов в нестабильных погодных условиях региона рекомендуется включать в травостой растения с глубокой

корневой системой: овсяница тростниковая, клевер луговой и люцерна [18, с. 13]. Внедрение перспективных новых культур и сортов многолетних трав в производственные посевы ограничивается отсутствием достаточных объемов семян, что также снижает исследуемый ассортимент [19, с. 402].

Цель исследований – изучить злаково-бобовые агроценозы при долголетнем двухукосном использовании в условиях северных территорий Архангельской области.

Методология и методы исследования (Methods)

Для изучения многолетних травостоев на базе ООО «Агрофирма „Холмогорская“» (Холмогорский район Архангельской области) в 2019 г. заложили полевой опыт.

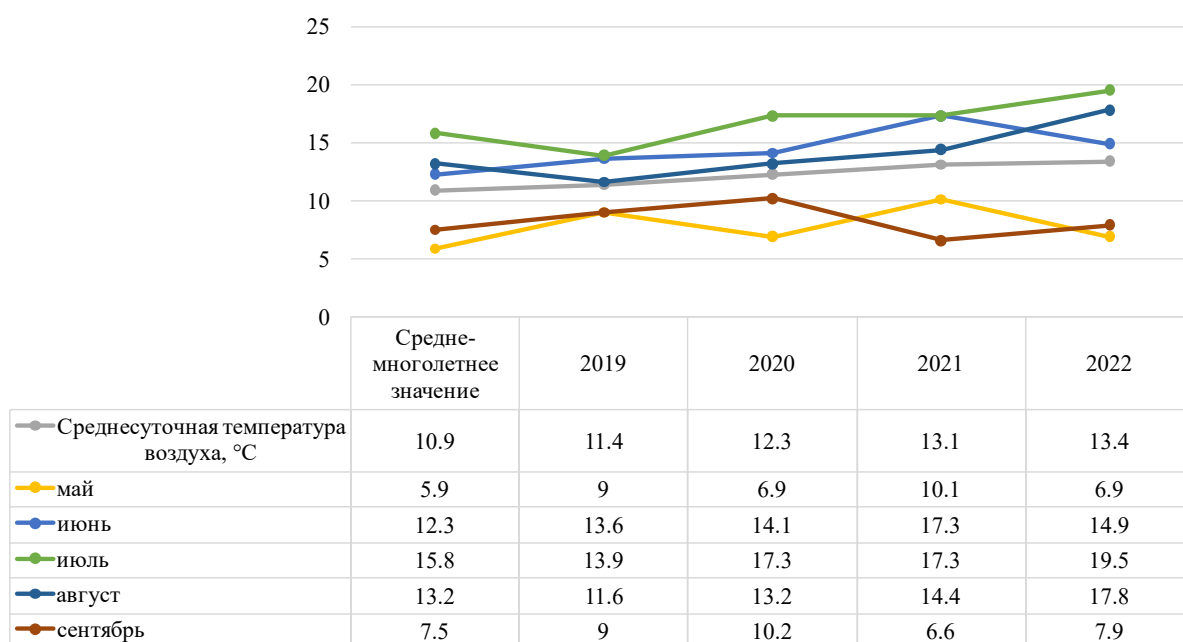


Рис. 1. Среднесуточные температуры воздуха вегетационного периода

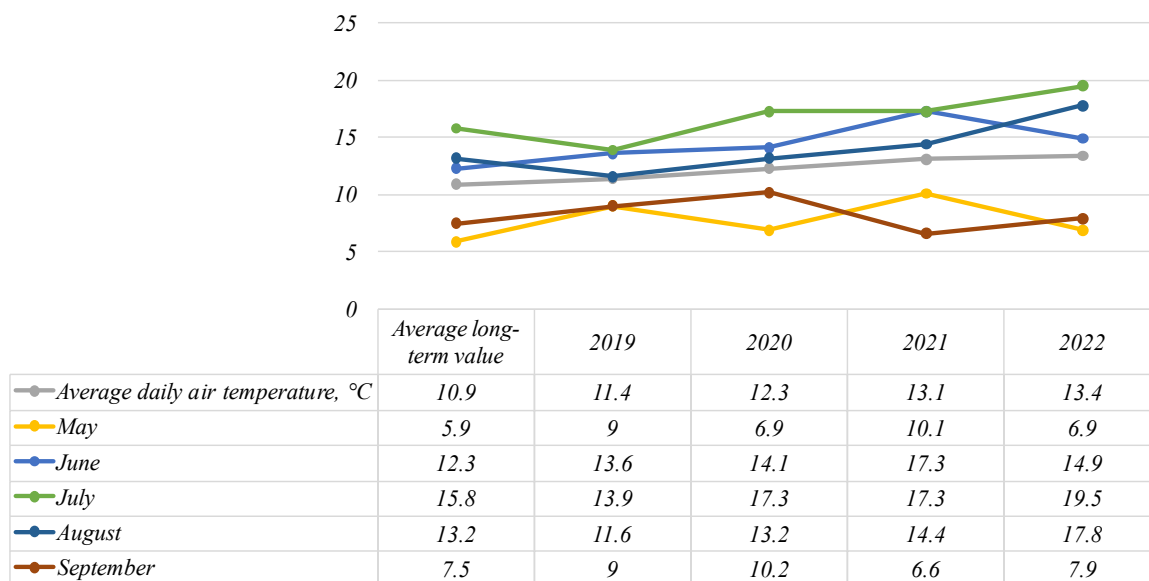


Fig. 1. Average daily air temperatures of the growing season

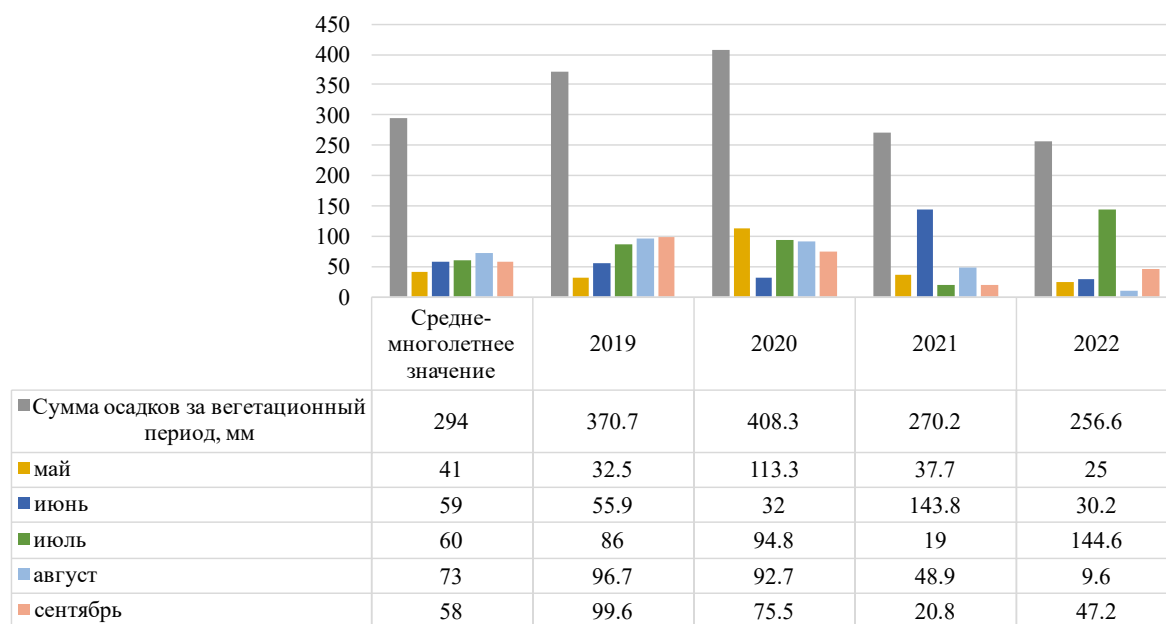


Рис. 2. Суммы осадков, выпавших в течение вегетационного периода

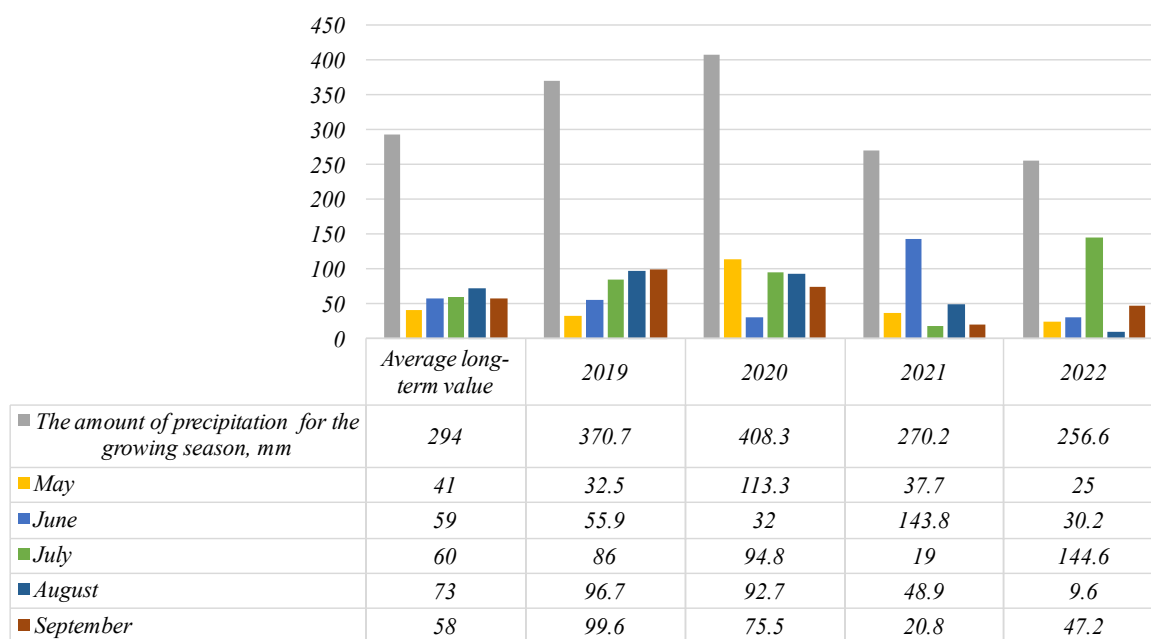


Fig. 2. The amount of precipitation that fell during the growing season

В исследованиях изучали травостой из клевера лугового (*Trifolium pretense* L.) Таежник, овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds) Северодвинская 130, овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea* Schreb) Балтика и люцерны синей (*Medicago sativa* L.) Кевсала. Схема опыта:

- 1) клевер луговой (8 кг/га) + овсяница луговая (7 кг/га) – контроль;
- 2) люцерна синяя (6 кг/га) + овсяница луговая (7 кг/га);
- 3) клевер луговой (8 кг/га) + овсяница тростниковая (6 кг/га);
- 4) люцерна синяя (6 кг/га) + овсяница тростниковая (6 кг/га).

Опыт заложен на дерново-мелкоподзолистой супесчаной высококультуренной почве с содержанием $OB - 3,15\%$, $P_2O_5 - 300$ мг/кг почвы, $K_2O - 458$ мг/кг почвы, $pH_{\text{сол}} - 5,2$, Предшественник – викоовсяная смесь на силос. Семена бобовых трав перед посевом скарифицировали. Высев семян осуществляли с шириной междурядий 15 см.

В первый год жизни уход заключался в подкосе травостоя в начале третьей декады августа. Со второго года жизни ежегодно весной при начале отрастания проводили боронование. Удобрения вносили под основной укос в дозе $N_{44}P_{26}K_{26}$. Для внесения использовали традиционные удобрения: аммиачную селитру ($N 34$) и диаммофоску ($NPK 10 : 26 : 26$).

На протяжении всех лет исследований проводились наблюдения за основными метеорологическими показателями – среднесуточными температурами воздуха и осадками, характеризующими вегетационные периоды. Анализ температурного режима в период с мая по сентябрь показал ежегодное увеличение среднесуточных температур (рис. 1). За четыре года исследований среднесуточная температура воздуха (в сравнении с многолетними данными) увеличилась на 2,5 °С.

Количество выпавших осадков различалось как по годам исследований, так и по месяцам (рис. 2). В отдельные периоды отмечалось избыточное переувлажнение почвы из-за ливневых дождей, но в результате высоких температур переувлажнение почвы не оказывало влияния на урожайность многолетних трав. В то же время отмечается ежегодное уменьшение влагообеспеченности территории. По показателям влагообеспеченности в первые два года исследований условия вегетационного периода были приближены к условиям избыточного увлажнения (ГТК = 1,80 и 1,76), а 2021 и 2022 гг. – к годам с хорошим увлажнением (ГТК = 1,38 и 1,09).

Следует отметить, что погодные условия в каждый год исследований имели свои особенности. Так, в 2019 г. отмечено избыточное увлажнение почвы со второй половины июля и до конца вегетационного периода. Особенностью 2020 г. стала затяжная весна, 13 мая выпало 38 мм осадков и образовался снежный покров высотой 6 мм, начало вегетационного периода (переход через 5 °С) отмечено 24 мая. В 2021 г. 30 июня наблюдались ливневые дожди, благодаря которым выпало 40 % (106 мм) от суммы осадков за вегетационный период. Эти осадки по размытым протокам скапливались в низинах, из-за чего отсутствовало насыщение корнеобитаемого слоя почвы влагой. Повышенные температуры воздуха привели к пересыханию верхнего слоя почвы, увлажнение которого наблюдалось со второй половины августа. В 2022 г. недостаток влаги в почве наблюдался до конца второй декады июля, а за третью декаду выпадало 81,7 мм осадков, что привело к переувлажнению почвы, сохранявшееся до второй декады августа.

Исследования проводили по общепринятым методикам [20; 21]. Для химического анализа зеленой массы применяли метод инфракрасной спектроскопии [22]. Оценку питательности кормовых культур проводили согласно методическим указаниям¹.

Результаты (Results)

Многолетние культуры, как правило, в первый год своей жизни ограничены в развитии: проходят не все предусмотренные жизненным циклом

фенологические фазы и отличаются низкой продуктивностью биомассы. Представленные в наших исследованиях кормовые культуры не были исключениями. Так, клевер луговой за вегетационный период в год посева достиг только фазы прикорневой розетки при высоте растений 30 см. Растения люцерны синей достигли высоты 45 см при фазе развития «ветвление». Овсяницы луговая и тростниковая развились лишь до фенологической фазы «кущение», высота растений составила 35–40 см. Для лучшей подготовки растений к зимовке последнее скашивание рекомендуется осуществлять не позднее, чем за 40 дней до наступления устойчивых заморозков, которые в районе проведения исследований начинаются со второй декады октября. В связи с этим отчуждение зеленой массы провели 21 августа. Анализ скошенной зеленой массы травостоев показал, что в структуре биомассы преобладают бобовые культуры: содержание клевера лугового на всех вариантах составило 73 %, а люцерны синей – 59 % на варианте с овсяницей луговой и 67 % – с овсяницей тростниковой соответственно.

Современный уровень кормопроизводства подразумевает интенсивное использование многолетних травостоев, раскрывающих свой потенциал со второго года жизни. Важным элементом в этом случае является несколько укосов надземной массы за вегетационный период. Район проведения исследований характеризуется коротким вегетационным периодом, поэтому здесь оптимальным является двухукосное использование травостоев. Время осуществления укоса определяли исходя из фазы развития доминирующего вида в сообществе. Оценка проективного покрытия показала, что в травостое преобладали злаковые травы и занимаемая ими площадь увеличивалась ежегодно. При этом люцерна синяя уже после второго года жизни выпала из травостоя, на делянках отмечались лишь единичные растения. В фитоценозах злаковых трав с клевером луговым присутствие последнего к третьему году снизилось до 20–30 %. Основываясь на том, что все травостои по ботаническому составу были злаково-бобовыми, период проведения укоса определяли по фазе развития злаковых трав. Первый укос осуществляли при наступлении фазы «начало колошения», а второй укос при наступлении фазы «кущение – выход в трубку». Ориентиром для второго укоса, помимо фазы развития, служит также наступление устойчивых заморозков – травостои необходимо скосить за 40 дней до их наступления. Травостои с овсяницей луговой скашивали в первый раз за сезон в период с 16 по 20 июня, а второй раз – в третьей декаде августа. Первый укос в травостоях с овсяницей тростниковой осуществляли с 22 по 27 июня, второй укос – в конце последней декады августа. Даты укосов соответствуют началу колошения у злаков в первый укос и фазе «куще-

¹ ГОСТ 32040-12. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области. Москва: Стандартинформ, 2020. 7 с.

ние – выход в трубку» во второй укос. Бобовые травы находились в фазе «ветвление – начало бутонизации» в первый укос и «ветвление» во второй укос.

Растения, представленные в исследованиях ботанических семейств, значительно различаются по химическому составу и содержанию сухого вещества, что обуславливает их различное участие в формировании урожая зелёной массы и её питательности. В таблице 1 приведена структура урожая исследуемых травостоев.

С увеличением возраста травостоя наблюдается уменьшение содержания бобовых трав. Содержание люцерны синей снизилось с 7–8 % до 1 %, что связано с ее выпадом из травостоя уже на второй год пользования. Наличие клевера лугового и степень его уменьшения в зеленой массе травостоев изменялись в зависимости от злакового компонента. В травостое из совместного посева клевера лугового с овсяницей луговой по итогу трех лет пользования произошло уменьшение содержания бобового компонента с 50 до 24 %. На варианте травостоя «клевер луговой + овсяница тростниковая» прослеживается такая же закономерность, только в

первый год пользования бобового компонента содержалось 31 % и уменьшение содержания наблюдалось до 15–17 % в последующие годы.

Содержание сухого вещества – основной показатель, характеризующий полноценность корма, является носителем его питательной ценности. Клевер, люцерна и злаковые травы различаются по влажности зелёной массы, что обеспечивает и разный сбор сухого вещества с единицы площади. Результаты учёта урожайности сухого вещества изучаемых травостоев приведены в таблице 2.

Наиболее продуктивным за все годы исследований оказался вариант опыта «клевер луговой + овсяница тростниковая». Прибавка урожая составила 1,35–2,81 т/га. Наименьшим выходом сухого вещества охарактеризовался вариант смеси люцерны синей с овсяницей луговой. Урожайность сухого вещества получилась на 1,34–2,05 т/га ниже контроля.

Помимо агрономических показателей, травостой характеризуются и разными значениями основных зоотехнических показателей, таких как обменная энергия и сырой протеин.

Таблица 1
Структура урожая, %

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее	1-й укос	2-й укос	Среднее
Клевер луговой + овсяница луговая – контроль	56/54	54/46	50/50	20/80	21/79	20/80	25/75	23/77	24/77
Люцерна синяя + овсяница луговая	08/92	07/93	08/92	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99
Клевер луговой + овсяница тростниковая	29/71	33/67	31/69	10/90	21/79	15/85	20/80	14/86	17/83
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	06/94	07/93	07/93	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/9

Примечание. Числитель – злаковый компонент травостоя, знаменатель – бобовый компонент травостоя.

Table 1
Harvest structure, %

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	Average	1st mowing	2nd mowing	Average	1st mowing	2nd mowing	Average
Meadow clover + Meadow fescue – control	56/54	54/46	50/50	20/80	21/79	20/80	25/75	23/77	24/77
Blue alfalfa + Meadow fescue	08/92	07/93	08/92	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99
Meadow clover + Reed fescue	29/71	33/67	31/69	10/90	21/79	15/85	20/80	14/86	17/83
Blue alfalfa + Reed fescue	06/94	07/93	07/93	01/99	01/99	01/99	01/99	01/99	01/9

Note. * Numerator – cereal component of the grass stand, denominator – legume component of the grass stand.

Таблица 2
Урожайность сухого вещества, т/га

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса
Клевер луговой + овсяница луговая – контроль	4,09	4,51	8,60	5,59	3,77	9,36	4,56	3,51	8,07
Люцерна синяя + овсяница луговая	3,68	3,54	7,22	5,19	2,12	7,31	4,04	2,69	6,73
Клевер луговой + овсяница тростниковая	6,18	5,23	11,41	6,69	4,02	10,71	6,20	3,99	10,19
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	5,92	5,14	11,06	6,68	3,86	10,54	5,83	3,28	9,10
НСР _{0,5}	1,17	0,49	1,46	0,80	0,22	0,88	0,32	0,2	0,42

Table 2
Dry matter yield, t/ha

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts
Meadow clover + Meadow fescue – control	4.09	4.51	8.60	5.59	3.77	9.36	4.56	3.51	8.07
Blue alfalfa + Meadow fescue	3.68	3.54	7.22	5.19	2.12	7.31	4.04	2.69	6.73
K Meadow clover + Reed fescue	6.18	5.23	11.41	6.69	4.02	10.71	6.20	3.99	10.19
Blue alfalfa + Reed fescue	5.92	5.14	11.06	6.68	3.86	10.54	5.83	3.28	9.10
LSD _{0,5}	1.17	0.49	1.46	0.80	0.22	0.88	0.32	0.2	0.42

Таблица 3
Выход обменной энергии, ГДж/га

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса
Клевер луговой + овсяница луговая - контроль	44,42	54,03	98,45	62,20	39,25	101,45	42,72	30,82	73,54
Люцерна синяя + овсяница луговая	39,39	37,17	76,56	53,73	21,03	74,76	33,77	23,05	56,82
Клевер луговой + овсяница тростниковая	67,30	61,71	129,01	70,77	43,35	114,12	55,74	34,79	90,53
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	62,57	57,27	119,84	69,98	40,98	110,96	48,97	28,24	77,21

Table 3
Exchangeable energy output, GJ/ha

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts
Meadow clover + Meadow fescue – control	44.42	54.03	98.45	62.20	39.25	101.45	42.72	30.82	73.54
Blue alfalfa + Meadow fescue	39.39	37.17	76.56	53.73	21.03	74.76	33.77	23.05	56.82
K Meadow clover + Reed fescue	67.30	61.71	129.01	70.77	43.35	114.12	55.74	34.79	90.53
Blue alfalfa + Reed fescue	62.57	57.27	119.84	69.98	40.98	110.96	48.97	28.24	77.21

Таблица 4
Сбор сырого протеина с 1 га, т

Травостой	1-й год пользования			2-й год пользования			3-й год пользования		
	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса	1-й укос	2-й укос	В сумме за 2 укоса
Клевер луговой + овсяница луговая – контроль	0,46	0,83	1,29	1,29	0,54	1,67	0,59	0,37	0,96
Люцерна синяя + овсяница луговая	0,28	0,22	0,51	0,61	0,17	0,78	0,36	0,25	0,61
Клевер луговой + овсяница тростниковая	0,71	0,80	1,51	1,02	0,41	1,43	0,71	0,41	1,13
Люцерна синяя + овсяница тростниковая	0,29	0,33	0,62	1,02	0,39	1,41	0,53	0,30	0,83

Table 4
Collection of crude protein from 1 ha, t

Herbage	1st year of use			2nd year of use			3rd year of use		
	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts	1st mowing	2nd mowing	In total for 2 cuts
Meadow clover + Meadow fescue – control	0.46	0.83	1.29	1.29	0.54	1.67	0.59	0.37	0.96
Blue alfalfa + Meadow fescue	0.28	0.22	0.51	0.61	0.17	0.78	0.36	0.25	0.61
K Meadow clover + Reed fescue	0.71	0.80	1.51	1.02	0.41	1.43	0.71	0.41	1.13
Blue alfalfa + Reed fescue	0.29	0.33	0.62	1.02	0.39	1.41	0.53	0.30	0.83

Урожай зеленой массы травостоя, состоящего из овсяницы тростниковой и клевера лугового, на протяжении трех лет интенсивного использования обеспечивал наибольший выход обменной энергии (таблица 3). При этом наибольшая прибавка в сравнении с контролем получена в первый год пользования травостоем и составила 30,56 ГДж/га (+31 %), наименьшая – во второй

год – 12,67 ГДж/га (+12 %). На третий год этот показатель составил 16,99 ГДж/га (+23 %). Данные прибавки обусловлены более высокой урожайностью сухого вещества, так как энергетическая ценность вегетативной массы указанного травостоя в среднем составила (в 1 кг абсолютно сухого вещества) 9,2 МДж, а контрольного варианта – 9,6 МДж.

В процессе производства молока крупный рогатый скот использует большое количество протеина, поэтому важным фактором является сбор сырого протеина с урожаем. Из таблицы 4 видно, что сбор сырого протеина разнился по вариантам. Так, в первый и третий годы пользования наиболее продуктивным оказался травостой «клевер луговой + овсяница тростниковая» с прибавкой урожая 0,22 т/га и 0,17 т/га соответственно. Во второй год выделился контрольный вариант со значением показателя 1,67 т/га. В первом случае большая прибавка обусловлена большей урожайностью сухого вещества травостоя «клевер луговой + овсяница тростниковая». Во втором случае прибавка в сборе протеина получена благодаря более высокой питательности зеленой массы контрольного варианта. При этом вегетативная масса контрольного травостоя сдержала в среднем в 1 кг абсолютно сухого вещества 146,34 г сырого протеина, в то время как для травостоя «клевер луговой + овсяница тростниковая» значение данного показателя составило 123,55 г.

Немаловажным является и то, что содержание бобовых трав в урожае в первую очередь обуславливает содержание сырого протеина в зеленой массе. В течение трех лет пользования травостоями наблюдалось снижение содержания клевера лугового в урожае. При этом на варианте в смеси с овсяницей тростниковой клевера содержалось меньше, чем в контрольном травостое. Помимо прямого влияния на содержание сырого протеина, в зеленой массе бобовые травы оказывают и косвенное влияние через злаки: благодаря фиксации в почве доступного азота клубеньковыми бактериями злаковые культуры используют данный азот.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенные исследования показали перспективность использования овсяницы тростниковой в

условиях северного региона России. Агрофитоценозы, созданные на основе совместного посева данной культуры с клевером луговым, позволяют на протяжении трех лет двухукосного использования стабильно получать от 10,19 до 11,71 т/га сухого вещества с содержанием обменной энергии и сырого протеина 90,53–129,01 ГДж/га и 1,13–1,51 т/га.

Выявлено ежегодное снижение участия бобовых культур в изучаемых агрофитоценозах независимо от злакового компонента. Если в первый год жизни в структуре урожая зеленой массы содержалось до 73 % клевера лугового, то к третьему году двухукосного пользования травостоя данное значение снизилось в среднем до 17 %. Люцерна синяя в травостое со злаковыми травами в первый год жизни проявила себя перспективной культурой с хорошим развитием растений и содержанием в структуре урожая от 59 % до 67 %, но уже после первой перезимовки ее содержание в биомассе фитоценоза снизилось до 6–8 %, а в последующие годы она полностью выпала из травостоя.

Выпадение люцерны синей из травостоя объясняется совокупностью факторов. В первую очередь влияние оказали климатические условия в период перезимовки и отрастания весной 2020 г. Также негативным фактором служит то, что для условий региона проведения исследований отсутствуют районированные сорта и адаптивная технология возделывания этой культуры.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН по теме FUUW-2021-0004.

Библиографический список

1. Hatab A. A., Cavinato M. E. R., Lagerkvist C. J. Urbanization, livestock systems and food security in developing countries: A systematic review of the literature // Food security. 2019. No. 2. Pp. 279–299. DOI: 10.1007/s12571-019-00906-1.
2. Шпаков А. С., Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Воловик В. Т. Кормопроизводство нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития // Адаптивное кормопроизводство. 2020. No. 4. С. 6–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20.
3. Итоги деятельности агропромышленного комплекса Архангельской области (без НАО) в 2022 году [Электронный ресурс]. URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minapk/rework> (дата обращения 29.03.2023).
4. Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2021 год: доклад [Электронный ресурс]. Архангельск: САФУ, 2022. 468 с. URL: https://www.eco29.ru/doklad/Doklad_2021.pdf (дата обращения: 29.03.2023).
5. Гинтов В. В., Попова Л. А., Дыдыкина А. Л., Наконечный А. А., Шаманин А. А., Сухопаров А. И., Перевертайло Д. В., Ружников П. В., Кондакова Н. К. Аспекты повышения эффективности производства молока в Архангельской области: научно обоснованные рекомендации по заготовке кормов собственного производства и кормлению животных. Архангельск: Солти, 2018. 82 с.
6. Хализова З. Н., Зыкова С. А. Состояние и перспективы отрасли кормопроизводства в России [Электронный ресурс] // Эффективное животноводство. 2019. № 3. С. 14–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454362> (дата обращения: 29.03.2023).

7. Санданов Д. В. Современные подходы к моделированию разнообразия и пространственному распределению видов растений: перспективы их применения в России // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 46. С. 82–114. DOI: 10.17223/19988591/46/5.
8. Коновалова Н. Ю., Коновалова С. С. Агрофитоценозы многолетних трав для интенсивного использования в условиях Европейского Севера России [Электронный ресурс] // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 3. С. 26–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49541778> (дата обращения: 29.03.2023).
9. Шпаков А. С., Бычков Г. Н. Специализация лесной зоны на производстве молочно-мясной продукции и ее средообразующая роль в агроэкосистемах [Электронный ресурс] // Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке. Жученковские чтения II: сборник научных трудов. Выпуск 11. Москва, 2016. С. 69–77. URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktsionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-11-59.pdf> (дата обращения: 29.03.2023).
10. Столяров Г. Оценка эффективности производства молока в современных условиях [Электронный ресурс] // Аграрная экономика. 2020. № 4. С. 67–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42901474> (дата обращения: 29.03.2023).
11. Косолапов В. М., Шарифьянов Б. Г., Ишмуратов Х. Г., Шагалиев Ф. М., Юмагузин И. Ф., Салихов Э. Ф. Объемистые корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах кормления крупного рогатого скота. Москва: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2021. 184 с. DOI: 10.33814/monography_2021_184.
12. Капсамунд А. Д., Павлючик Е. Н., Иванова Н. Н., Юлдашев К. С., Амбросимова Н. Н., Епифанова Н. А. Смешанные посевы – один из резервов повышения белка в кормах [Электронный ресурс] // Кормопроизводство. 2017. № 11. С. 40–44. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/11-2017> (дата обращения 29.03.2023).
13. Шагалиев Ф. М., Назыров В. К., Хуснутдинов И. З. Корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах дойных коров [Электронный ресурс] // Вестник Башкирского Государственного Университета. 2013. № 4. С. 63–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21150134> (дата обращения: 29.03.2023).
14. Романенко Т. М., Филиппова А. Б. Система формирования высококачественных кормовых агроценозов для условий Ненецкого автономного округа РФ [Электронный ресурс] // Вестник КрасГАУ. 2017. № 9. С. 8–13. URL: http://www.kgau.ru/vestnik/2017_9/content/2.pdf (дата обращения: 29.03.2023).
15. Корелина В. А. Создание бобово-злаковых травостоев с использованием люцерны синегибридной в условиях субарктической зоны РФ [Электронный ресурс] // Эффективное животноводство. 2019. № 6. С. 76–79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39276923> (дата обращения: 29.03.2023).
16. Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В. Интродукция кормовых культур для расширения видового разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства в условиях субарктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс] // Эффективное животноводство. 2018. № 4. С. 32–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997776> (дата обращения: 29.03.2023).
17. Шаманин А. А., Попова Л. А., Гинтов В. В. Малораспространенные кормовые культуры для формирования высококачественных кормовых агроценозов в условиях северного региона России // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4. С. 40–47. DOI: 10.32417/article_5cf953df8675d5.73728392.
18. Благовещенский Г. В., Штырхунов В. Д., Тимошенко С. М. Адаптация травяных агроэкосистем в изменяющемся климате Европы [Электронный ресурс] // Кормопроизводство. 2018. № 4. С. 12–15. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/4-2018/04-2018-02-1206> (дата обращения: 29.03.2023).
19. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 4. С. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044.
20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
21. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: ВИК, 1983. 197 с.
22. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. Москва: ЦИНАО, 2002. 76 с.

Об авторах:

Алексей Алексеевич Шаманин¹, научный сотрудник лаборатории растениеводства, ORCID 0000-0002-8611-8637, AuthorID 784012; +7 906 284-07-46, lexxik_1@mail.ru

Людмила Александровна Попова¹, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-3764-9017, AuthorID 684533; +7 911 556-05-49, arhniish@mail.ru

¹ Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук, Луговой, Россия

References

1. Hatab A. A., Cavinato M. E. R., Lagerkvist C. J. Urbanization, livestock systems and food security in developing countries: A systematic review of the literature // Food security. 2019. No. 2. Pp. 279–299. DOI: 10.1007/s12571-019-00906-1.
2. Shpakov A. S., Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Volovik V. T. Kormoproizvodstvo nechernozemnoy zony: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Feed production in the Non-Chernozem zone: state and prospects of development] // Adaptive fodder production. 2020. No. 4. Pp. 6–20. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-4-6-20. (In Russian.)
3. Itogi deyatelnosti agropromyshlennogo kompleksa Arkhangel'skoy oblasti (bez NAO) v 2022 godu [The results of the activities of the agro-industrial complex of the Arkhangelsk region (excluding NAO) in 2022] [e-resource]. URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minapk/rework> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
4. Sostoyanie i okhrana okruzhayushchey sredy Arkhangel'skoy oblasti za 2021 god: doklad [State and environmental protection of the Arkhangelsk region for 2021: report] [e-resource]. Arkhangelsk: NARFU, 2022. 468 p. URL: https://www.eco29.ru/doklad/Doklad_2021.pdf (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
5. Gintov V. V., Popova L. A., Didikina A. L., Nakonechnyy A. A., Shamanin A. A., Sukhoparov A. I., Pervertaylo D. V., Ruzhnikov P. V., Kondakova N. K. Aspekty povysheniya effektivnosti proizvodstva moloka v Arkhangel'skoy oblasti: nauchno obosnovannye rekomendatsii po zagotovke kormov sobstvennogo proizvodstva i kormleniyu zhivotnykh [Aspects of Improving the Efficiency of Milk Production in the Arkhangelsk Region: Evidence-Based Recommendations for Procuring Fodder of Own Production and Feeding Animals]. Arkhangelsk: Solti, 2018. 82 p. (In Russian.)
6. Khalizova Z. N., Zykov S. A. Sostoyanie i perspektivy otrasli kormoproizvodstva v Rossii [Status and prospects of the feed industry in Russia] [e-resource] // Efficient animal husbandry. 2019. No. 3. Pp. 14–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39454362> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
7. Sandanov D. V. Sovremennyye podkhody k modelirovaniyu raznoobraziya i vyyavleniyu raspredeleniya vidov rasteniy: ikh perspektivy primeneniya v Rossii [Modern approaches to modeling plant diversity and spatial distribution of plant species: Implication prospects in Russia] // Tomsk State University Journal of Biology. 2019. No. 46. Pp. 82–114. DOI: 10.17223/19988591/46/5. (In Russian.)
8. Konovalova N. Yu., Konovalova S. S. Agrofytotsenozy mnogoletnikh trav dlya intensivnogo ispol'zovaniya v usloviyakh Evropeyskogo Severa Rossii [Agrophytocenoses of perennial grasses for intensive use in the condition of the European North of Russia] [e-resource] // Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region. 2022. No. 3. Pp. 26–37. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49541778> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
9. Shpakov A. S. Bichkov G. N. Spetsializatsiya lesnoy zony na proizvodstve molochno-myasnoy produktsii i ee sredobrazuyushchaya rol' v agroekosistemakh [Reas of forest area on milk-production of meat and its role environment forming in agro-ecosystems] [e-resource] // Prodovol'stvennaya bezopasnost' sel'skogo khozyaystva Rossii v XXI veke. Zhuchenkovskie chteniya II: sbornik nauchnykh trudov. Vol. 11. Moscow, 2016. URL: <https://www.vniikormov.ru/pdf/mnogofunktsionalnoe-adaptivnoe-kormoproizvodstvo-11-59.pdf> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
10. Stolyarov G. Otsenka effektivnosti proizvodstva moloka v sovremennykh usloviyakh [Evaluation of the efficiency of milk production in modern conditions] [e-resource] // Agrarian economy. 2020. No. 4. Pp. 67–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42901474> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
11. Kosolapov V. M., Sharifyanov B. G., Ishmuratov Kh. G., Shagaliev F. M., Yumaguzin I. F., Salikhov E. F. Ob'yomistyye korma iz bobovo-zlakovykh travosmesey v ratsionakh kormleniya krupnogo rogatogo skota [Bulky feed from legume-grass mixtures in cattle rations]. Moscow: FGBOY DPO RAKO APK, 2021. 184 p. DOI: 10.33814/monography_2021_184. (In Russian.)
12. Kapsamun A. D., Pavlyuchik E. N., Ivanova N. N., Yuldashev K. S., Ambrosimova N. N., Epifanova N. A. Smeshannyye posevy – odin iz rezervov povysheniya belka v kormakh [Mixed crops – one of the reserves for increasing protein in feed] [e-resource] // Kormoproizvodstvo. 2017. No. 11. Pp. 40–44. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/11-2017> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
13. Shagaliev F. M., Nazyrov V. K., Khusnutdinov I. Z. Korma iz bobovo-zlakovykh travosmesey v ratsionakh doynnykh korov [Forage from legume-cereal grass mixtures in the diets of dairy cows] [e-resource] // Bulletin of the Bashkir State University. 2013. No. 4. Pp. 63–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21150134> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
14. Romanenko T. M., Filippova A. B. Sistema formirovaniya vysokokachestvennykh kormovykh agrotsenozov dlya usloviy Nenetskogo avtonomnogo okruga RF [The system for the formation of high-quality fodder agrocenoses for the conditions of the Nenets Autonomous Okrug of the Russian Federation] [e-resource] // Vestnik KrasGAU. 2017. No. 9. Pp. 8–13. URL: http://www.kgau.ru/vestnik/2017_9/content/2.pdf (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)

15. Korelina V. A. Sozdanie bobovo-zlakovykh travostoev s ispol'zovaniem lyutserny sinegebridnoy v usloviyakh subarkticheskoy zony RF [Creation of legume-grass stands using blue hybrid alfalfa in the conditions of the subarctic zone of the Russian Federation] [e-resource] // Effective animal husbandry. 2019. No. 6. Pp. 76–79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39276923> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
16. Korelina V. A., Batakova O. B., Zobnina I. V. Introduktsiya kormovykh kul'tur dlya rasshireniya vidovogo raznoobraziya, ukrepleniya bazy shivotnovodstva v usloviyakh subarkticheskoy zony Rossiyskoy Federatsii [Introduction of fodder crops to expand species diversity, strengthen the forage base of livestock in the subarctic zone of the Russian Federation] [e-resource] // Effective animal husbandry. 2018. No. 4. Pp. 32–35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34997776> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
17. Shamanin A. A., Popova L. A., Gintov V. V. Malorasprostrannyye kormovye kul'tury dlya formirovaniya vysokokachestvennykh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh severnogo regiona Rossii [Rare forage crops for the formation of high-quality forage agrocenoses in the conditions of the northern region of Russia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 4. Pp. 40–47. DOI: 10.32417/article_5cf953df8675d5.73728392. (In Russian.)
18. Blagoveshchenskiy G. V., Shtyrkhunov V. D., Timoshenko S. M. Adaptatsiya travyanykh agroekosistem v izmenyayushchemsya klimate Evropy [Adaptation of grass agroecosystems under European changing climate] [e-resource] // Feed production. 2018. No. 4. Pp. 12–15. URL: <http://kormoproizvodstvo.ru/4-2018/04-2018-02-1206> (date of reference: 29.03.2023). (In Russian.)
19. Kosolapov V. M., Chernyavskikh V. I., Kostenko S. I. Razvitiye sovremennoy selektsii i semenovodstva kormovykh kul'tur v Rossii [Fundamentals for forage crop breeding and seed production in Russia] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. No. 4. Pp. 401–407. DOI: 10.18699/VJ21.044. (In Russian.)
20. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
21. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow: VIK, 1983. 197 p. (In Russian.)
22. Metodicheskie ukazaniya po otsenke kachestva i pitatel'nosti kormov [Guidelines for assessing the quality and nutritional value of feed]. Moscow: TsINAO, 2002. 76 p. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksey A. Shamanin¹, researcher at the laboratory of crop production, ORCID 0000-0002-8611-8637, AuthorID 784012; +7 906 284-07-46, lexxik_1@mail.ru

Lyudmila A. Popova¹, candidate of economic sciences, senior researcher, ORCID 0000-0003-3764-9017, AuthorID 684533; +7 911 556-05-49, arhniish@mail.ru

¹N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FCIARctic), Lugovoy, Russia

Результаты испытаний перспективных сортов картофеля в почвенно-климатических условиях предгорной зоны РСО-Алания

Ф. Т. Гериева^{1✉}, З. И. Ревазова¹

¹Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Владикавказ, Россия

✉E-mail: fatima.gerieva.62@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – выделение для селекционной работы новых генотипов картофеля с высоким стабильным уровнем урожайности и адаптивной способностью, которые будут использованы в качестве исходных родительских форм. Работа выполнена в рамках Федерального комплексного научно-технического проекта «Селекция и семеноводство картофеля на основе современных методов биотехнологии для создания отечественных сортов, устойчивых к вирусным заболеваниям и адаптированных к природным условиям Северо-Кавказского региона». В условиях 2021–2022 гг. был исследован коллекционный питомник картофеля в условиях предгорной зоны РСО-Алания. В критерии изучаемых показателей сортов входят общая продуктивность, устойчивость к вирусным и грибным заболеваниям, степень вырождаемости, потенциал раннего урожая. **Методы.** Экспериментальные исследования проводили на полях ООО «ФАТ-АГРО» Предгорного района Республики Северная Осетия – Алания. Фенологические наблюдения, устойчивость к болезням, биохимические определения проводили согласно «Методике исследований по культуре картофеля». **Научная новизна** заключается в том, что в условиях предгорной зоны РСО-Алания проведена агроэкологическая оценка перспективных и новых сортов картофеля. По **результатам** испытания в коллекционном питомнике выделены наиболее пластичные сорта отечественных и зарубежных оригинаторов, характеризующиеся высокими показателями продуктивности. Товарность испытуемых сортов составила от 71 до 93 %. Исследования показали, что наибольшая масса клубней под кустом была сформирована у сортообразцов средне-ранней и среднеспелой групп спелости и в среднем составила 809,5 и 700,3 г/куст. Пораженность растений морщинистой мозаикой по сортам составила от 1,6 % до 11,6 %. Признаки поражения крапчатой мозаикой отсутствовали на 20 исследуемых сортах (46,5 %). Наименьшая пораженность отмечена на сортах Гала, Крепыш, Аляска – 0,7 %, 1,6 %, 1,6 %.

Ключевые слова: агроэкологическая оценка, сорт, картофель, адаптивная характеристика, продуктивность, устойчивость к болезням.

Для цитирования: Гериева Ф. Т., Ревазова З. И. Результаты испытаний перспективных сортов картофеля в почвенно-климатических условиях предгорной зоны РСО-Алания // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 34–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-34-48.

Дата поступления статьи: 22.03.2023, **дата рецензирования:** 27.04.2023, **дата принятия:** 11.05.2023.

The results of testing promising varieties of potatoes in the foothills of Republic of North Ossetia – Alania

F. T. Gerieva^{1✉}, Z. I. Revazova¹

¹Federal Scientific Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Vladikavkaz, Russia

✉E-mail: fatima.gerieva.62@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to identify new potato genotypes for breeding work with a high stable level of yield and adaptive ability, which will be used as initial parental forms. The work was carried out within the

framework of the Federal Comprehensive Scientific and Technical Project “Breeding and seed production of potatoes based on modern methods of biotechnology to create domestic varieties resistant to viral diseases and adapted to the natural conditions of the North Caucasus region”. The criteria for the studied indicators of varieties include: overall productivity, resistance to viral and fungal diseases, the degree of degeneration, the potential of an early harvest. In the conditions of 2021–2022, an assessment was made of 43 varieties of potatoes, different groups of maturation, an assessment was made of the adaptive ability of varieties. **Research methods.** Experimental studies were carried out in the fields of FAT-AGRO LLC, Predgornyy district, Republic of North Ossetia – Alania. Phenological observations, disease resistance, biochemical determinations were carried out according to the “Research Methods for Potato Culture”. **The scientific novelty** lies in the fact that in the conditions of the foothill zone of North Ossetia – Alania, an agroecological assessment of promising and new varieties of potatoes was carried out. According to the **results** of testing potato varieties in the collection nursery, the most plastic varieties of domestic and foreign originators were identified, characterized by high productivity. The marketability of the selected varieties ranged from 77 to 96 %. Studies have shown that the largest mass of tubers under a bush was formed in varieties of medium-early and mid-ripening groups of ripeness and averaged 852.2 and 902.2 g/bush, respectively. Plant damage by wrinkled mosaic ranged from 1.6 % to 11.6 %. There were no signs of damage by speckled mosaic in 20 studied varieties (20.0 %). The least damage was noted on varieties Gala, Krepys, Alyaska – 0.7 %, 1.6 %, 1.6 %.

Keywords: agroecological assessment, variety, potato, adaptive characteristic, productivity, disease resistance.

For citation: Gerieva F. T., Revazova Z. I. Rezul'taty ispytaniy perspektivnykh sortov kartofelya v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh predgornoy zony RSO-Alaniya [The results of testing promising varieties of potatoes in the foothills of Republic of North Ossetia – Alania] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 34–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-34-48. (In Russian.)

Date of paper submission: 22.03.2023, **date of review:** 27.04.2023, **date of acceptance:** 11.05.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Большое значение в повышении эффективности производства картофелеводства со сложившимися экономическими условиями на современном этапе связывают с увеличением доли отечественных сортов в противовес заграничным сортам [1–3]. Актуальной проблемой для региона Северного Кавказа является создание новых сортов сельскохозяйственных культур, обладающих экологической пластичностью, устойчивостью к вирусным и грибным заболеваниям, повышенным потенциалом урожайности, с высокими показателями качества клубня.

Общеизвестная теория о том, что существующие сорта картофеля в течение нескольких лет значительно снижают свою продуктивность вследствие потери устойчивости к заболеваниям в жарких, засушливых природно-климатических условиях южных регионов России наиболее актуальна. Постоянно возникающие новые штаммы вирусов, грибов видоизменяют вредоносность существующих [4–7]. Изучение адаптивности, особенностей формирования урожайности у различных сортов картофеля и их реакции на условия внешней среды имеет особую актуальность и практическую значимость для создания региональной системы производства. Подбор адаптивных сортов позволяет без применения дополнительных затрат вести семеноводство и товарное производство, существенно улучшать экологическую обстановку природной среды картофеля [8–10]. В селекционном процессе роль увеличения продуктивности и качественных

показателей новых сортов играет правильный подбор родительских пар, обладающих устойчивостью к био- и абиострессорам, с высокими хозяйственно ценными признаками [11; 12].

Решить перечисленные выше проблемы позволяют эколого-географические испытания. В исследованиях 2021–2022 гг. была дана оценка 43 сортам картофеля различного срока созревания и направления использования. Были сформированы отдельные группы сортов с наиболее широким диапазоном адаптивной способности и высоким потенциалом урожайности.

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальные исследования проводили на полях ООО «ФАТ-АГРО», Предгорного района, Республики Северная Осетия – Алания.

Образцы коллекционного питомника картофеля высаживались на двух рядковых делянках по схеме посадки 70 × 30 см. Стандартами служили районированные сорта: раннеспелый – Удача; среднеранний – Невский; среднеспелый – Рокко. Агротехнология выращивания общепринятая для региона. Почвы представлены выщелоченными черноземами с содержанием гумуса 6,6–7,5 %.

Фенологические наблюдения, пораженность растений основными грибными, вирусными и бактериальными болезнями, биохимические определения проводили согласно «Методическим указаниям по технологии селекционного процесса картофеля» [13–15]. Оценку на жара и засухоустойчивость определяли на основе измерения электрического

сопротивления тканей листа [16; 17]. Агроэкологическая оценка сортов учитывает комплекс признаков: продуктивность растения, устойчивость к болезням и вредителям, адаптивность сорта к специфическим условиям произрастания. Оценка по хозяйственно-технологическим параметрам:

быстрое формирование мощной ботвы, выравненное гнездо – большинство среднеразмерных клубней, товарность; округлая форма и плотная кожура клубней; лежкость – достаточно продолжительный период хранения без прорастания.

Таблица 1
Результаты учетов болезней на растениях картофеля (среднее за 2021–2022 гг.)

Сорт	Доля пораженных растений, %					
	Макроспориоз	Альтернариоз	Скручивание листьев	Крапчатая мозаика	Морщинистая мозаика	Фитофтора
Удача (St.)	0	3,3	0	0	3,3	0,0
Бабушка	1,6	3,3	0	0	0	0,0
ВР 808	0	1,6	0	0	0	0,0
Вега	2,3	1,6	1,6	0	0	5,0
Утро	1,6	0	0	16,6	0	5,0
Гулливвер	10,0	1,6	1,6	6,3	0	5,0
Ариэль	11,7	8,3	3,3	3,3	8,3	5,5
Ривьера	6,6	1,6	1,6	8,3	1,6	10,5
Флорис	5,0	5,0	0	5,0	0	5,5
Каратоп	10,0	1,6	1,6	0	0	0,0
Леди Клер	10,0	3,3	3,3	0	11,6	0,0
Эльмундо	3,3	0	3,3	0	0	10,5
Взрывной	0	0	0	0	0	5,5
Рубин	5,0	0	1,6	7,4	0	5,5
Латона	1,7	1,6	8,3	0	0	10,5
Розара	3,3	0	1,6	3,3	0	10,5
Невский (St.)	11,6	6,6	0	0	0	10,5
Армада	1,6	0	5,0	0	0	10,5
Мемфис	0	0	0	0	0	10,5
Жуковский ранний	1,6	1,6	0	0	0	5,0
Джелли	8,3	1,6	0	3,3	0	10,5
Лабадия	11,6	6,6	0	0	0	10,5
Садон	1,6	7,0	1,6	18,3	1,6	5,5
Гала	3,3	2,5	3,3	0,7	0	5,5
Краса Мещеры	10,0	0	1,6	1,7	0	5,0
Изюминка	0	1,6	1,6	0	0	5,0
Ажур	1,6	0	3,3	6,6	0	10,5
Аризона	1,6	3,3	1,6	11,6	3,3	5,5
Королева	5,0	1,7	0	2,2	0	5,5
Дацин	11,6	3,3	1,6	0	0	5,0
Ред Леди	10,0	0	1,0	1,9	0	5,5
Бизон	11,6	0	1,6	14,1	0	5,0
Кингсмен	6,6	0	0	8,3	0	0,5
Конкурент	10,0	0	0,5	0	0	0,0
Пандор	2,8	0	0	0	0	0,0
Аляска	0	0	1,6	1,6	1,6	0,0
Гетсби	5,7	0	0	0	0	5,5
Рокко (St.)	13,3	0	1,6	0,9	0	5,5
Арсенал	11,6	0	0	0	0	5,5
Терра	5,0	0	0	0	0	0,0
Крепыш	0	0	0	1,6	1,6	10,5

Table 1

Results of disease counts on potato plants (average for 2021–2022)

Variety	Proportion of affected plants, %					
	Macrosporiosis	Alternaria	Leaf curl	Speckled Mosaic	Wrinkled Mosaic	Phytophthorscore
Udacha (St.)	0	3.3	0	0	3.3	0.0
<i>Babushka</i>	1.6	3.3	0	0	0	0.0
<i>VR 808</i>	0	1.6	0	0	0	0.0
<i>Vega</i>	2.3	1.6	1.6	0	0	5.0
<i>Utro</i>	1.6	0	0	16.6	0	5.0
<i>Gulliver</i>	10.0	1.6	1.6	6.3	0	5.0
<i>Ariel'</i>	11.7	8.3	3.3	3.3	8.3	5.5
<i>Riv'era</i>	6.6	1.6	1.6	8.3	1.6	10.5
<i>Floris</i>	5.0	5.0	0	5.0	0	5.5
<i>Karatop</i>	10.0	1.6	1.6	0	0	0.0
<i>Ledi Kler</i>	10.0	3.3	3.3	0	11.6	0.0
<i>El'mundo</i>	3.3	0	3.3	0	0	10.5
<i>Vzryvnoy</i>	0	0	0	0	0	5.5
<i>Rubin</i>	5.0	0	1.6	7.4	0	5.5
<i>Latona</i>	1.7	1.6	8.3	0	0	10.5
<i>Rozara</i>	3.3	0	1.6	3.3	0	10.5
Nevskiy (St.)	11.6	6.6	0	0	0	10.5
<i>Armada</i>	1.6	0	5.0	0	0	10.5
<i>Memfis</i>	0	0	0	0	0	10.5
<i>Zhukovskiy ranniy</i>	1.6	1.6	0	0	0	5.0
<i>Dzhelli</i>	8.3	1.6	0	3.3	0	10.5
<i>Labadiya</i>	11.6	6.6	0	0	0	10.5
<i>Sadon</i>	1.6	7.0	1.6	18.3	1.6	5.5
<i>Gala</i>	3.3	2.5	3.3	0.7	0	5.5
<i>Krasa Meshchery</i>	10.0	0	1.6	1.7	0	5.0
<i>Izyuminka</i>	0	1.6	1.6	0	0	5.0
<i>Azhur</i>	1.6	0	3.3	6.6	0	10.5
<i>Arizona</i>	1.6	3.3	1.6	11.6	3.3	5.5
<i>Koroleva</i>	5.0	1.7	0	2.2	0	5.5
<i>Datsin</i>	11.6	3.3	1.6	0	0	5.0
<i>Red Ledi</i>	10.0	0	1.0	1.9	0	5.5
<i>Bizon</i>	11.6	0	1.6	14.1	0	5.0
<i>Kingsmen</i>	6.6	0	0	8.3	0	0.5
<i>Konkurent</i>	10.0	0	0.5	0	0	0.0
<i>Pandor</i>	2.8	0	0	0	0	0.0
<i>Alyaska</i>	0	0	1.6	1.6	1.6	0.0
<i>Getsbi</i>	5.7	0	0	0	0	5.5
Rokko (St.)	13.3	0	1.6	0.9	0	5.5
<i>Arsenal</i>	11.6	0	0	0	0	5.5
<i>Terra</i>	5.0	0	0	0	0	0.0
<i>Krepysch</i>	0	0	0	1.6	1.6	10.5

Результаты (Results)

Зараженность вирусными, бактериальными и грибными болезнями оценивали на основе визуального обследования каждого растения. Распространенность макроспориоза на сортообразцах составила от 0 % до 12,5 % (таблица 1). Возбудителем макроспориоза является гриб *Macrosporium solani*, токсин которого вызывает быстрое отмирание ли-

стовой ткани, а затем всей надземной части. Наименьшая пораженность макроспориозом отмечена на сортах ВР 808, Удача, Взрывной, Мемфис, Изюминка, Аляска, Крепыш. Симптомы поражения альтернариозом (*Alternaria solani* Sorauer) имели 25,4 % сортов. Фитофтора в условиях 2022 года имела слабовыраженный характер распространения. Относительно высокую устойчивость к фитофторо-

зу (*Phytophthora infestans*) показали 29 сортов или 67,4 % коллекции. Сорта Бабушка, ВР 808, Удача, Леди Клер, Каратоп, Кингсмен, Пандор, Аляска не имели симптомов заболевания. Наименьшая устойчивость отмечена у сортов Ривьера, Эльмундо, Латона, Армада, Мемфис, Коломбо, Джелли, Лабадия, Розара, Арсенал, Крепыш.

Показатели визуальных обследований говорят о пораженности сортообразцов вирусными болезнями в различной степени. Пораженность расте-

ний морщинистой мозаикой составила от 1,6 % до 11,6 %. Признаки поражения крапчатой мозаикой отсутствовали на 20 исследуемых сортах (46,5 %). Наименьшая пораженность отмечена на сортах Гала, Крепыш, Аляска – 0,7 %, 1,6 %, 1,6 %.

В Российской Федерации контроль наличия пораженных вирусной и бактериальной инфекциями растений картофеля в скрытой форме основан на лабораторном тестировании методом иммуноферментного анализа ИФА.

Таблица 2
Результаты лабораторного теста по листовым пробам (2022 г.)

Сортообразцы	Наличие патогенов, %				
	PVX	PVS	PVM	PVY	PLRV
Удача (St.)	0	0	0	0	0
Романтик	0	20	16	0	0
Метеор	0	0	24	0	0
Триумф	0	4	18	34	0
Коломба	0	0	0	0	0
Крепыш	0	0	0	0	0
Жуковский ранний	0	0	0	0	0
Ньютон	0	0	8	0	0
Ривьера	0	0	0	0	0
Флорис	0	0	0	2	0
Каратоп	0	0	0	0	0
Леди Клер	0	16	0	18	0
Эльмундо	0	0	2	2	0
Джувел	0	8	8	0	0
Взрывной	0	4	32	0	0
Латона	0	0	2	2	0
Розара	32	0	4	24	0
Армада	0	0	1	0	0
Винета	0	0	0	0	0
Невский (St.)	4	4	0	78	0
Мемфис	0	0	4	0	0
ВР 808	0	4	42	0	0
Лабадия	0	0	4	0	0
Гала	0	4	2	24	0
Синеглазка	0	16	0	18	0
Изюминка	32	0	4	24	0
Ажур	0	31	35	0	0
Аризона	0	22	31	0	0
Рокко (St.)	4	4	0	64	0
Королева	0	20	11	0	0
Дацин	0	0	0	0	0
Ред Леди	0	16	0	18	0
Бизон	0	0	0	0	0
Кингсмен	0	0	2	0	0
Конкурент	0	8	0	8	0
Пандор	0	12	0	12	0
Аляска	0	16	0	18	0
Гетсби	0	0	0	0	0
Арсенал	0	0	0	0	0
Сифра	0	0	0	0	0

Table 2

Results of the laboratory test on leaf samples (2022)

<i>Variety samples</i>	<i>Presence of pathogens, %</i>				
	<i>PVX</i>	<i>PVS</i>	<i>PVM</i>	<i>PVY</i>	<i>PLRV</i>
<i>Udacha (St.)</i>	0	0	0	0	0
<i>Romantik</i>	0	20	16	0	0
<i>Meteor</i>	0	0	24	0	0
<i>Triumf</i>	0	4	18	34	0
<i>Kolomba</i>	0	0	0	0	0
<i>Krepysch</i>	0	0	0	0	0
<i>Zhukovskiy ranniy</i>	0	0	0	0	0
<i>N'yuton</i>	0	0	8	0	0
<i>Riv'era</i>	0	0	0	0	0
<i>Floris</i>	0	0	0	2	0
<i>Karatop</i>	0	0	0	0	0
<i>Ledi Kler</i>	0	16	0	18	0
<i>El'mundo</i>	0	0	2	2	0
<i>Dzhuvel</i>	0	8	8	0	0
<i>Vzryvnoy</i>	0	4	32	0	0
<i>Latona</i>	0	0	2	2	0
<i>Rozara</i>	32	0	4	24	0
<i>Armada</i>	0	0	1	0	0
<i>Vineta</i>	0	0	0	0	0
<i>Nevskiy (St.)</i>	4	4	0	78	0
<i>Memfis</i>	0	0	4	0	0
<i>VR 808</i>	0	4	42	0	0
<i>Labadiya</i>	0	0	4	0	0
<i>Gala</i>	0	4	2	24	0
<i>Sineglazka</i>	0	16	0	18	0
<i>Izyuminka</i>	32	0	4	24	0
<i>Azhur</i>	0	31	35	0	0
<i>Arizona</i>	0	22	31	0	0
<i>Rokko (St.)</i>	4	4	0	64	0
<i>Koroleva</i>	0	20	11	0	0
<i>Datsin</i>	0	0	0	0	0
<i>Red Ledi</i>	0	16	0	18	0
<i>Bizon</i>	0	0	0	0	0
<i>Kingsmen</i>	0	0	2	0	0
<i>Konkurent</i>	0	8	0	8	0
<i>Pandor</i>	0	12	0	12	0
<i>Al'aska</i>	0	16	0	18	0
<i>Getsbi</i>	0	0	0	0	0
<i>Arsenal</i>	0	0	0	0	0
<i>Sifra</i>	0	0	0	0	0

Свободными от вирусной инфекции по результатам диагностической оценки на основе применения ИФА были 12 сортов картофеля (таблица 2).

Превышение нормативных показателей вирусов PVX, PVS, PVM, вызывавшее легкие мозаики и крапчатость листьев, отмечены в 23 сортах. Вызывающий тяжелые формы мозаик листьев и некрозы клубней Y-вирус не был выявлен в 26 сортах картофеля, 4 сорта были заражены вирусом PVX.

Исследуемые сорта не были поражены вирусом скручивания листьев картофеля PLRV.

Диапазон колебаний количества дней от посадки до всходов по группам спелости по среднесуточным показателям составил в почвенно-климатических условиях предгорий Северного Кавказа 14–20 дней, бутонизации и цветения – соответственно 28–42 и 39–45 дней. Биометрические измерения, проведенные в фазу цветения, показали,

что группы сортов отличались по высоте растений. Максимальная высота ботвы была зафиксирована у сортов Краса Мещеры, Мусинский, Наяда, Фрителла, Фиолетовый, Никулинский, Рубин, высота колебания составила от 85,5 до 105,2 см (таблица 3). Наиболее низкие показатели по высоте ботвы были зафиксированы на сортах Алена, Даренка, Синеглазка, Удача, Ажур, Невский, Фламинго, Аляска, где высота перечисленных растений составляла от 60,5 до 75,5 см. Фотосинтетическая деятельность растений складывается из площади листьев, чистой продуктивности фотосинтеза и коэффициента использования фотосинтетической активной радиа-

ции. Перечисленные показатели являются индикаторами состояния растений и в большой степени зависимы от составляющей минерального питания. Фенологические наблюдения показали, что площадь листовой поверхности испытуемых сортов более 1 м² была зафиксирована у одиннадцати сортов: Ариэль (1,1 м²), Взрывной (1,1 м²), Гулливер (1,1 м²), Любава (1,1 м²), Метеор (1,3 м²), Индиго (1,1 м²), Краса (1,1 м²), Очарование (1,1 м²), Краса Мещеры (1,2 м²), Терра (1,2 м²), Удача (1,1 м²). Более низкие показатели (0,4–0,6 м²) наблюдались у сортов Прайм, Ноктюрн, Аляска, Синеглазка, Наяда, Фиолетовый.

Таблица 3

Биометрические показатели сортов картофеля (средние показатели за 2021–2022 гг.)

№	Название сорта	Высота растения, см	Тип куста*	Масса ботвы, г/куст	Площадь листовой поверхности, м ² /куст
Ранние сорта					
1	Удача (St.)	70,4	п/п/ст	435,7	1,1
2	Ариэль	90,5	п/п/ст	500,5	1,1
3	Взрывной	71,7	п/п/ст	448,1	1,1
4	Вымпел	73,3	п/п/ст	519,2	0,8
5	Гулливер	86,7	п/п/ст	487,5	1,1
6	Даренка	75,5	п/п/ст	507,9	1,0
7	Жуковский ранний	75,8	п/п/ст	455,7	0,8
8	Кармен	90,5	п/ст	495,5	0,9
9	Крепыш	75,8	п/п/ст	485,3	0,8
10	Любава	80,4	п/п/ст	495,7	1,1
11	Метеор	90,5	п/п/ст	500,3	1,3
12	Триумф	90,8	п/п/ст	460,4	0,9
13	Терра	85,8	п/п/ст	530,1	1,2
14	Алена	60,8	раск	450,7	1,0
Среднеранние сорта					
15	Невский (St.)	70,8	п/п/ст	460,3	0,8
16	Ажур	75,5	п/п/ст	490,4	0,8
17	Елизавета	75,8	п/п/ст	475,3	0,9
18	Евгения	80,3	п/п/ст	530,1	0,9
19	Изюминка	70,5	п/ст	500,5	0,8
20	Индиго	90,5	п/п/ст	480,2	1,1
21	Краса	80,5	п/ст	495,2	1,1
22	Горский 17	80,3	п/п/ст	545,3	0,7
23	Бабушка	80,4	п/п/ст	485,2	0,9
24	Фарн	80,3	п/п/ст	650,0	0,8
25	Рябинушка	95,8	п/п/ст	510,5	0,9
26	Садон	85,4	п/п/ст	500,7	0,9
27	Самба	85,3	п/ст	525,3	0,7
28	Синеглазка	60,5	раск	510,1	0,5
29	Фламинго	65,4	п/п/ст	470,4	0,7
Среднепоздние сорта					
30	Рокко (St.)	86,7	п/п/ст	487,5	1,1
31	Аляска	65,3	п/п/ст	450,4	0,5
32	Гранд	80,2	п/раск	490,3	0,7
33	Краса Мещеры	105,2	п/п/ст	530,2	1,2
34	Мусинский	90,5	п/п/ст	534,7	0,9
35	Никулинский	85,5	п/п/ст	455,1	0,6
36	Наяда	100,2	п/п/ст	455,2	0,6
37	Ноктюрн	85,5	п/п/ст	455,1	0,5

38	Очарование	85,4	п/п/ст	480,1	1,1
39	Прайм	95,2	п/п/ст	525,4	0,4
40	Фиолетовый	90,5	п/раск	510,1	0,6
41	Рубин	100,3	п/п/ст	475,5	0,7
42	Фаворит	80,2	п/п/ст	450,1	0,7
43	Фрителла	90,5	п/п/ст	450,2	0,8

Примечание. *п/п/ст – полупрямостоящий; п/ст – прямостоящий; п/раск – полураскидистый; раск – раскидистый.

Table 3

Biometric indicators of potato varieties (average indicators for 2021–2022)

No.	Variety name	Plant height, cm	Bush type*	Tops weight, g/bush	Leaf area, m ² /bush
Early varieties					
1	Udacha (St.)	70.4	s/u/r	435.7	1.1
2	Ariel'	90.5	s/u/r	500.5	1.1
3	Vryvnoy	71.7	s/u/r	448.1	1.1
4	Vympel	73.3	s/u/r	519.2	0.8
5	Gulliver	86.7	s/u/r	487.5	1.1
6	Darenka	75.5	s/u/r	507.9	1.0
7	Zhukovskiy ranniy	75.8	s/u/r	455.7	0.8
8	Karmen	90.5	u/r	495.5	0.9
9	Krepysy	75.8	s/u/r	485.3	0.8
10	Lyubava	80.4	s/u/r	495.7	1.1
11	Meteor	90.5	s/u/r	500.3	1.3
12	Triumf	90.8	s/u/r	460.4	0.9
13	Terra	85.8	s/u/r	530.1	1.2
14	Alena	60.8	spreading	450.7	1.0
Mid-early varieties					
15	Nevskiy (St.)	70.8	s/u/r	460.3	0.8
16	Azhur	75.5	s/u/r	490.4	0.8
17	Elizaveta	75.8	s/u/r	475.3	0.9
18	Evgeniya	80.3	s/u/r	530.1	0.9
19	Izyuminka	70.5	u/r	500.5	0.8
20	Indigo	90.5	s/u/r	480.2	1.1
21	Krasa	80.5	u/r	495.2	1.1
22	Gorskiy 17	80.3	s/u/r	545.3	0.7
23	Babushka	80.4	s/u/r	485.2	0.9
24	Farn	80.3	s/u/r	650.0	0.8
25	Ryabinushka	95.8	s/u/r	510.5	0.9
26	Sadon	85.4	s/u/r	500.7	0.9
27	Samba	85.3	u/r	525.3	0.7
28	Sineglazka	60.5	spreading	510.1	0.5
29	Flamingo	65.4	s/u/r	470.4	0.7
Mid-season varieties					
30	Rokko (St.)	86.7	s/u/r	487.5	1.1
31	Alyaska	65.3	s/u/r	450.4	0.5
32	Grand	80.2	s/spreading	490.3	0.7
33	Krasa Meshchery	105.2	s/u/r	530.2	1.2
34	Musinskiy	90.5	s/u/r	534.7	0.9
35	Nikulinskiy	85.5	s/u/r	455.1	0.6
36	Nayada	100.2	s/u/r	455.2	0.6
37	Noktyurn	85.5	s/u/r	455.1	0.5
38	Ocharovanie	85.4	s/u/r	480.1	1.1
39	Praym	95.2	s/u/r	525.4	0.4
40	Fioletovyy	90.5	s/spreading	510.1	0.6
41	Rubin	100.3	s/u/r	475.5	0.7
42	Favorit	80.2	s/u/r	450.1	0.7
43	Fritella	90.5	s/u/r	450.2	0.8

Note. * s/u/r – semi-upright; u/r – upright; s/spreading – semi-spreading.

Результаты исследований по продуктивности сортов картофеля в условиях предгорной зоны РСО-Алания представлены в таблице 4.

Анализируя динамику накопления урожая, необходимо указать, что агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований различались, что повлияло на рост,

развитие и продуктивность растений. Наибольшая продуктивность в среднем за два года отмечена у ранних сортов: Жуковский ранний (38,3 т/га), Удача (37,5 т/га), Взрывной (37,7 т/га), у среднеранних: Рябинушка (40,2 т/га), Бабушка (38,6 т/га), Ажур (37,7 т/га), у среднеспелых: Аляска (42,2 т/га), Краса Мещеры (35,8 т/га), Рокко (37,1 т/га).

Таблица 4

Продуктивность сортов картофеля (средние показатели за 2021–2022 гг.)

Название сорта	Количество клубней, шт/куст	Масса клубней, г/куст	Средняя масса клубней, г	Урожайность, т/га	Товарность, %
Ранние сорта					
Удача (St.)	10	852	57,8	37,5	93
Алена	10	681	68,1	29,9	89
Ариэль	12	699	58,3	31,1	88
Взрывной	9	760	83,3	37,7	88
Вымпел	10	530	53,0	23,3	90
Гулливер	10	640	64,0	28,2	91
Даренка	7	616	88,1	27,1	92
Жуковский ранний	10	872	87,2	38,3	91
Кармен	9	640	71,1	28,1	86
Крепыш	12	760	69,1	37,7	92
Любава	9	618	68,7	27,2	89
Метеор	10	783	78,3	34,4	93
Триумф	12	843	70,3	37,1	89
Терра	9	746	82,8	32,4	86
Среднеранние сорта					
Невский (St.)	10	735	73,5	32,3	92
Бабушка	10	839	85,1	38,6	85
Ажур	9	855	95,1	37,6	88
Елизавета	7	689	98,5	30,3	84
Евгения	7	647	79,1	29,8	87
Изюминка	10	851	85,1	37,4	89
Индиго	8	702	85,2	32,3	75
Краса	7	647	85,1	29,8	88
Горский 17	12	764	83,7	33,6	89
Фарн	10	752	75,2	33,1	92
Рябинушка	11	914	83,1	40,2	91
Садон	12	732	81,0	32,2	90
Самба	10	658	82,2	30,3	87
Синеглазка	10	826	82,6	36,3	90
Фламинго	10	723	78,0	33,3	92
Среднепоздние сорта					
Рокко (St.)	8	843	75,2	37,1	88
Аляска	12	960	80,0	42,2	87
Гранд	10	652	75,2	28,7	97
Краса Мещеры	9	813	75,2	35,8	86
Мусинский	12	693	77,8	30,5	87
Никулинский	8	664	83,1	29,3	83
Наяда	10	608	80,8	26,7	86
Ноктюрн	10	701	70,1	30,8	79
Очарование	8	680	85,1	29,9	92
Прайм	10	673	77,3	29,6	90
Фиолетовый	8	588	73,5	25,9	71
Рубин	9	720	80,1	31,7	86
НСР _{0,5}				3,05	

Table 4

Productivity of domestic potato varieties (average for 2021–2022)

<i>Variety name</i>	<i>Number of tubers, pcs/bush</i>	<i>Weight of tubers, g/bush</i>	<i>Average weight of tubers, g</i>	<i>Yield, t/ha</i>	<i>Marketability, %</i>
Early varieties					
<i>Udacha (St.)</i>	10	852	57.8	37.5	93
<i>Alena</i>	10	681	68.1	29.9	89
<i>Ariel'</i>	12	699	58.3	31.1	88
<i>Vzryvnoy</i>	9	760	83.3	37.7	88
<i>Vympel</i>	10	530	53.0	23.3	90
<i>Gulliver</i>	10	640	64.0	28.2	91
<i>Darenka</i>	7	616	88.1	27.1	92
<i>Zhukovskiy ranniy</i>	10	872	87.2	38.3	91
<i>Karmen</i>	9	640	71.1	28.1	86
<i>Krepysch</i>	12	760	69.1	37.7	92
<i>Lyubava</i>	9	618	68.7	27.2	89
<i>Meteor</i>	10	783	78.3	34.4	93
<i>Triumf</i>	12	843	70.3	37.1	89
<i>Terra</i>	9	746	82.8	32.4	86
Mid-early varieties					
<i>Nevskiy (St.)</i>	10	735	73.5	32.3	92
<i>Babushka</i>	10	839	85.1	38.6	85
<i>Azhur</i>	9	855	95.1	37.6	88
<i>Elizaveta</i>	7	689	98.5	30.3	84
<i>Evgeniya</i>	7	647	79.1	29.8	87
<i>Izyuminka</i>	10	851	85.1	37.4	89
<i>Indigo</i>	8	702	85.2	32.3	75
<i>Krasa</i>	7	647	85.1	29.8	88
<i>Gorskiy 17</i>	12	764	83.7	33.6	89
<i>Farn</i>	10	752	75.2	33.1	92
<i>Ryabinushka</i>	11	914	83.1	40.2	91
<i>Sadon</i>	12	732	81.0	32.2	90
<i>Samba</i>	10	658	82.2	30.3	87
<i>Sineglazka</i>	10	826	82.6	36.3	90
<i>Flamingo</i>	10	723	78.0	33.3	92
Mid-season varieties					
<i>Rokko (St.)</i>	8	843	75.2	37.1	88
<i>Alyaska</i>	12	960	80.0	42.2	87
<i>Grand</i>	10	652	75.2	28.7	97
<i>Krasa Meshchery</i>	9	813	75.2	35.8	86
<i>Musinskiy</i>	12	693	77.8	30.5	87
<i>Nikulinskiy</i>	8	664	83.1	29.3	83
<i>Nayada</i>	10	608	80.8	26.7	86
<i>Nokturn</i>	10	701	70.1	30.8	79
<i>Ocharovanie</i>	8	680	85.1	29.9	92
<i>Praym</i>	10	673	77.3	29.6	90
<i>Fioletovyy</i>	8	588	73.5	25.9	71
<i>Rubin</i>	9	720	80.1	31.7	86
<i>LSD_{0,5}</i>				3.05	

Общеизвестно, что растение картофеля предпочитает умеренную температуру и хорошую влагообеспеченность, сокращает показатели урожайности жаркий, сухой период, пришедшийся на фазу образования клубней. Засухоустойчивые сорта обычно обладают способностью к ограничению испарения влаги листовым аппаратом, мощной корневой системой, способной поглощать воду из более глубоких горизонтов почвы. Засухоустойчивые сорта картофеля способны формировать неплохой урожай в годы с непродолжительными засухами. Но поскольку картофель – влаголюбивое растение, при продолжительном воздействии высокой температуры белки, содержащиеся в цитоплазме

клеток листа, начинают коагулировать, теряя при этом биологическую активность. Температурный порог у разных сортов существенно отличается. Под жаростойкостью подразумевается способность картофеля нормально развиваться и плодоносить в условиях высоких температур, но при наличии достаточного количества влаги. Оценка степени засухоустойчивости сортов картофеля проводили лабораторным и полевым методами. Лабораторный метод основан на измерении электрического сопротивления тканей листа (ЭСТЛ). В таблице 5 представлены результаты устойчивости к засухе сортов картофеля в полевых и лабораторных условиях.

Таблица 5
Устойчивость сортов картофеля к засухе в 2022 г.

Сорта	Лабораторная оценка			Полевая оценка, балл	Степень устойчивости по двум показателям
	ΔR , МОм	Балл	/R/		
Славянка	0,177	4	1,69	у	ву
Бабушка	0,173	4	1,58	у	ву
Невский	0,221	3	2,20	с	су
Лига	0,301	2	2,24	с	су
Гала	0,186	4	1,84	у	ву
Океания	0,190	4	1,83	у	ву
Голубой Дунай	0,163	4	1,78	у	ву
Предгорный	0,166	4	1,80	у	ву
Скрабница	0,259	3	1,83	с	су
Партнер	0,194	4	1,83	у	ву
Крона	0,180	4	1,40	у	ву
Кураж	0,179	3	1,76	с	у
Рекорд	0,130	4	1,28	у	ву

Примечание. Ву – высокоустойчив, у – устойчив, с – среднеустойчив.

Table 5
Resistance of domestic varieties of the collection potatoes to drought in 2022

Varieties	Lab evaluation				Field grade, score	Degree of sustainability in two indicators
	ΔR , MOm	Score	/R/	The degree of drought resistance		
Slavyanka	0.177	4	1.69	r	6	hr
Babushka	0.173	4	1.58	r	7	hr
Nevskiy	0.221	3	2.20	mr	6	mr
Liga	0.301	2	2.24	mr	5	mr
Gala	0.186	4	1.84	r	7	hr
Okeaniya	0.190	4	1.83	r	6	hr
Goluboy Dunay	0.163	4	1.78	r	6	hr
Predgornyy	0.166	4	1.80	r	6	hr
Skrabnitsa	0.259	3	1.83	mr	4	mr
Partner	0.194	4	1.83	r	7	hr
Krona	0.180	4	1.40	r	6	hr
Kurazh	0.179	3	1.76	mr	5	r
Rekord	0.130	4	1.28	r	7	hr

Note. Hr – highly resistant, r – resistant, mr – moderately resistant.

Таблица 6

Устойчивость сортов картофеля к высоким температурам в 2022 году

Сорта	ΔR , МОм	Балл	/R/	Устойчивость
Партнер	0,120	4	2,07	с
Славянка	0,221	2	2,08	н
Бабушка	0,145	3	1,52	с
Невский	0,112	4	1,69	у
Кураж	0,116	4	1,79	у
Лига	0,153	3	1,53	с
Гала	0,184	2	1,44	с
Океания	0,152	3	1,44	с
Голубой Дунай	0,166	3	1,76	с
Предгорный	0,117	4	1,80	у
Ульяновский	0,130	4	1,80	с
Владикавказский	0,130	4	1,69	у
Крона	0,110	5	1,87	у
Богарный	0,110	5	1,39	у
Накра	0,130	4	1,99	у

Примечание. У – устойчив, с – среднеустойчив, н – неустойчив.

Table 6

Resistance of potato varieties to high temperatures in 2022

Varieties	ΔR Mom	Score	/R/	Sustainability
Partner	0.120	4	2.07	mr
Slavyanka	0.221	2	2.08	us
Babushka	0.145	3	1.52	mr
Nevskiy	0.112	4	1.69	r
Kurazh	0.116	4	1.79	r
Liga	0.153	3	1.53	mr
Gala	0.184	2	1.44	mr
Okeaniya	0.152	3	1.44	mr
Goluboy Dunay	0.166	3	1.76	mr
Predgornyy	0.117	4	1.80	r
Ul'yanovskiy	0.130	4	1.80	mr
Vladikavkazskiy	0.130	4	1.69	r
Krona	0.110	5	1.87	r
Bogarnyy	0.110	5	1.39	r
Nakra	0.130	4	1.99	r

Note. R – resistant, mr – moderately resistant, us – unstable.

Классификация по устойчивости к засухе по лабораторным данным проведена на основе двух показателей: ΔR и /R/. Согласно этой классификации, к неустойчивым отнесли формы, неустойчивые по обоим показателям. Формы, устойчивые по обоим показателям, отнесли к устойчивым. По лабораторной оценке устойчивы к засухе сорта Славянка, Бабушка, Гала, Океания, Голубой Дунай, Предгорный, Партнер, Крона, Рекорд. В полевых условиях эти сорта имели высокий балл устойчивости, равный 6–7. В поле сорта Лига, Скрабница, Кураж показали устойчивость выше среднего, поэтому по комплексной оценке они отнесены к устойчивым. По результатам анализа выяснили, что между лабораторными и полевыми данными по засухоустойчивости имеется средняя корреляционная связь, равная 0,514.

Жароустойчивость сортов устанавливалась лабораторным методом, основываясь на ЭСТЛ. В результате выделены устойчивые к жаре сорта: Невский, Кураж, Предгорный, Владикавказский, Крона, Богарный, Накра (таблица 6). Сорта Партнер, Бабушка, Лига, Гала, Океания, Голубой Дунай, Ульяновский отнесены к группе среднеустойчивых.

Отмечено, что растения с прямостоячими стеблями более устойчивы к засушливости и перегреву по сравнению с полегающими стеблями, так как вероятность получения солнечных ожогов выше у полегающих стеблей, что приводит к преждевременному отмиранию ботвы. Наряду с полевой устойчивостью обращали внимание на такие морфологические признаки, как опушенность и окраска листовой пластинки. У сортов ранней и среднеранней групп спелости стебли и листья преи-

мущественно среднеопушенные. У среднеспелых и среднепоздних сортов этот признак проявлен сильнее. Установлено, что опушенность положительно и достоверно коррелировала с полевой устойчивостью. Коэффициент корреляции равен 0,467–0,525.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По результатам испытаний сортов картофеля выделены наиболее пластичные сорта отечественных и зарубежных оригинаторов, характеризующиеся высокими показателями продуктивности. Уровень урожайности 35 т/га превысили сорта Аляска (42,2 т/га), Рябинушка (40,2 т/га), Бабушка (38,6 т/га), Жуковский ранний (38,3 т/га), Ажур (37,7 т/га), Взрывной (37,7 т/га), Удача (37,5 т/га), Изюминка (37,4 т/га), Крепыш (37,4 т/га), Рокко (37,1 т/га), Триумф (37,1 т/га), Краса Мещеры (35,8 т/га), Товарность выделившихся сортов составила от 77 до 96 %. Исследования показали, что наибольшая масса клубней под кустом была сформирована у сортообразцов среднеранней и средне-

спелой групп и в среднем составила соответственно 700,3 и 809,5 г/куст. Наибольший коэффициент размножения отмечен у ранних и среднеранних сортов: 9,9 и 9,5 шт/куст соответственно.

Свободным от вирусной инфекции как визуально, так и по результатам иммуноферментного анализа был 21 сорт коллекции. Пораженность растений морщинистой мозаикой составила от 1,6 % до 11,6 %. Признаки поражения крапчатой мозаикой отсутствовали на 20 исследуемых сортах (46,5 %), наименьшая пораженность отмечена на сортах Гала, Крепыш, Аляска – 0,7 %, 1,6 %, 1,6 % соответственно. Устойчивость к макроспориозу в условиях 2021–2022 гг. проявили сорта ВР 808, Удача, Взрывной, Мемфис, Изюминка, Аляска, Крепыш.

В результате исследований выявлена группа высокоурожайных адаптированных сортов картофеля, которые в дальнейшей селекционной программе будут использованы в качестве родительских форм.

Библиографический список

1. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi Journal of the Zhejiang University – Agriculture and Life Science. 2018. No. 4. Pp. 592–600.
2. Симаков Е. А. Сравнительные агроэкологические испытания современных сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции // Картофельная система. 2020. № 4. С. 36–41.
3. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Gaizatulin A. S., Kordabovsky V. Y. Increasing the nutritional value and consumer qualities of table potato varieties // Research on Crops. 2021. Vol. 22. Special issue. Pp. 113–117.
4. Попова Л. А., Головина Л. Н., Шаманин А. А. Агроэкологическая оценка селекционных образцов картофеля для создания нового сорта, адаптированного к условиям северного региона России // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2018. № 3 (36). С. 25–29.
5. Томаев Т. О. Устойчивость сортов картофеля к вирусам, жаре и засухе // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета. 2021. С. 8–10.
6. Гериева Ф. Т., Лекова И. А., Бекмурзов Б. В. Оценка и подбор жаро- и засухоустойчивых форм картофеля для почвенно-климатических условий Северного Кавказа // Вестник КрасГАУ. 2022. № 9 (186). С. 41–46.
7. Киселев А. И. Агроэкологическая оценка сортов картофеля нового поколения в условиях Центрального региона России // Картофель и овощи. 2021. № 2. С. 29–33.
8. Моргоев Т. А., Келехсашвили Л. М., Гериева Ф. Т. Фитопатологическая оценка новых сортов картофеля к основным грибным и вирусным заболеваниям в условиях Северо-Кавказского региона // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 95. С. 98–101.
9. Джиоева Ц. Г., Басиев С. С., Гериева Ф. Т. Сортные особенности возделывания картофеля. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. 183 с.
10. Гуреева Ю. А., Симаков Е. А., Сафонова А. Д., Батов А. С., Орлова Е. А. Изучение отечественных раннеспелых сортов картофеля в условиях лесостепи Новосибирского Приобья // Научные труды по агрономии. 2022. № 4. С. 16–24.
11. Anisimov B. V., Simakov E. A., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Zebrin S. N. Development of quality potato seed production system in Russia // Potato Journal. 2022. Vol. 49. No. 2. Pp. 117–122.
12. Анисимов Б. В., Еланский С. Н., Зейрук В. Н. Влияние климатических условий высокогорья на устойчивость картофеля к вирусным болезням // Аграрная наука. 2019. № 3. С. 73.
13. Анисимов Б. В., Аршин К. В., Белов Г. Л., Бирюкова В. А., Блинков Е. Г., Бойко В. В., Булгаков В. И., Варицев Ю. А., Варицева Г. П., Васильева С. В., Гайзатулин А. С., Гаитова Н. А., Галушка П. А., Гордиенко Н. Н., Грачева И. А., Грушин А. В., Деревягина М. К., Жарова В. А., Жевора С. В., Журавлев А. А. и др. Картофель: монография. Москва: Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха, 2022. 570 с.

14. Зейрук В. Н., Жевора С. В., Белов Г. Л., Васильева С. В., Старовойтов В. И., Симаков Е. А., Коршунов А. В., Анисимов Б. В., Деревягина М. К. Ученые по культуре картофеля России, Украины, Беларуси. Москва: Наука, 2021. 368 с.

15. Анисимов Б. В., Симаков Е. А., Жевора С. В., Овэс Е. В., Зебрин С. Н., Митюшкин А. В., Журавлев А. А., Усков А. И., Зейрук В. Н., Деревягина М. К., Блинков Е. Г., Грачева И. А., Марзоев З. А., Карданова И. С., Етдзаева К. Т., Пухаев А. Р., Плиев И. Г. Диагностика и профилактика вирусных, бактериальных и грибных болезней, контролируемых в семеноводстве картофеля. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2021. 260 с.

16. Жевора С. В. Приоритетные направления инновационного развития картофелеводства // Селекция и семеноводство картофеля: монография / С. В. Жевора, Б. В. Анисимов, Е. А. Симаков, Е. В. Овэс, В. И. Старовойтов. Чебоксары: Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха (Красково), 2020. С. 20–25.

17. Бакунов А. Л., Рубцов С. Л., Милехин А. В. Комплексная оценка сортов картофеля при выращивании в засушливых условиях // Вестник КрасГАУ. 2022. № 10. С. 57–64.

Об авторах:

Фатима Тамерлановна Гериева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0002-7704-5966, AuthorID 609772; +7 962 750-27-21, fatima.gerieva.62@mail.ru

Зарина Ибрагимовна Ревазова¹, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0122-1127-8961, AuthorID 1186527; +7 918 834-46-47, zari88-revaz@yandex.ru

¹Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Владикавказ, Россия

References

1. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi Journal of the Zhejiang University – Agriculture and Life Science. 2018. No. 4. Pp. 592–600.

2. Simakov E. A. Sravnitel'nye agroekologicheskie ispytaniya sovremennykh sortov kartofelya otechestvennoy i zarubezhnoy seleksii. [Comparative agroecological tests of modern potato varieties of domestic and foreign breeding] // Potato system. 2020. No. 4. Pp. 36–41. (In Russian.)

3. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Gaizatulin A. S., Kordabovsky V. Y. Increasing the nutritional value and consumer qualities of table potato varieties // Research on Crops. 2021. Vol. 22. Special issue. Pp. 113–117.

4. Popova L. A., Golovina L. N., Shamanin A. A. Agroekologicheskaya otsenka selektsionnykh obraztsov kartofelya dlya sozdaniya novogo sorta, adaptirovannogo k usloviyam severnogo regiona Rossii [Agroecological assessment of potato breeding samples to create a new variety adapted to the conditions of the northern region of Russia] // Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex. 2018. No. 3 (36). Pp. 25–29. (In Russian.)

5. Tomaev T. O. Ustoychivost' sortov kartofelya k virusam, zhare i zasukhe [Resistance of potato varieties to viruses, heat and drought] // Nauchnye trudy studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. Pp. 8–10.

6. Gerieva F. T., Lekova I. A., Bekmurzov B. V. Otsenka i podbor zharo- i zasukhoustoychivyykh form kartofelya dlya pochvenno-klimaticheskikh usloviy Severnogo Kavkaza [Evaluation and selection of heat- and drought-resistant forms of potatoes for soil and climatic conditions of the North Caucasus] // Vestnik KrasGAU. 2022. No. 9 (186). Pp. 41–46. (In Russian.)

7. Kiselev A. I. Agroekologicheskaya otsenka sortov kartofelya novogo pokoleniya v usloviyakh Tsentral'nogo regiona Rossii [Agroecological assessment of potato varieties of a new generation in the conditions of the Central region of Russia] // Potato and Vegetables. 2021. No. 2. Pp. 29–33. (In Russian.)

8. Morgoev T. A., Kelekhshashvili L. M., Gerieva F. T. Fitopatologicheskaya otsenka novyykh sortov kartofelya k osnovnym gribnym i virusnym zabolevaniyam v usloviyakh Severo-Kavkazskogo regiona [Phytopathological assessment of new potato varieties to the main fungal and viral diseases in the conditions of the North Caucasus region] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. No. 95. Pp. 98–101. (In Russian.)

9. Dzhioeva C. G., Basiev S. S., Gerieva F. T. Sortovye osobennosti vozdel'yvaniya kartofelya [Varietal features of potato cultivation]. Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021. 183 p. (In Russian.)

10. Gureeva Yu. A., Simakov E. A., Safonova A. D., Batov A. S., Orlova E. A. Izuchenie otechestvennykh rannespelykh sortov kartofelya v usloviyakh lesostepi Novosibirskogo Priob'ya [The study of domestic early ripe

varieties of potatoes in the conditions of the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region] // Nauchnye trudy po agronomii. 2022. No. 4. Pp. 16–24. (In Russian.)

11. Anisimov B. V., Simakov E. A., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Zebrin S. N. Development of quality potato seed production system in Russia // Potato Journal. 2022. Vol. 49. No. 2. Pp. 117–122.

12. Anisimov B. V., Elanskiy S. N., Zeyruk V. N. Vliyaniye klimaticheskikh usloviy vysokogor'ya na ustoychivost' kartofelya k virusnym boleznyam [Influence of climatic conditions of the highlands on the resistance of potatoes to viral diseases] // Agrarian science. 2019. No. 3. P. 73. (In Russian.)

13. Anisimov B. V., Arshin K. V., Belov G. L., Biryukova V. A., Blinkov E. G., Boyko V. V., Bulgakov V. I., Varitsev Yu. A., Varitseva G. P., Vasil'eva S. V., Gayzatulin A. S., Gaitova N. A., Galushka P. A., Gordienko N. N., Gracheva I. A., Grushin A. V., Derevyagina M. K., Zharova V. A., Zhevora S. V., Zhuravlev A. A. et al. Kartofel': monografiya [Potatoes: a monograph]. Moscow: Federal'nyy issledovatel'skiy tsentr kartofelya imeni A. G. Lorkha, 2022. 260 p. (In Russian.)

14. Zeyruk V. N., Zhevora S. V., Belov G. L., Vasil'eva S. V., Starovoytov V. I., Simakov E. A., Korshunov A. V., Anisimov B. V., Derevyagina M. K. Uchenye po kul'ture kartofelya Rossii, Ukrainy, Belarusi [Scientists on the culture of potatoes in Russia, Ukraine, Belarus]. Moscow: Nauka, 2021. 368 p. (In Russian.)

15. Anisimov B. V., Simakov E. A., Zhevora S. V., Oves E. V., Zebrin S. N., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Uskov A. I., Zeyruk V. N., Derevyagina M. K., Blinkov E. G., Gracheva I. A., Marzoev Z. A., Kardanov I. S., Et-dzaeva K. T., Pukhaev A. R., Pliev I. G. Diagnostika i profilaktika virusnykh, bakterial'nykh i gribnykh bolezney, kontroliruemykh v semenovodstve kartofelya [Diagnosis and prevention of viral, bacterial and fungal diseases controlled in potato seed production Guidelines]. Vladikavkaz: Gorskii gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2021. 260 p. (In Russian.)

16. Zhevora S. V. Prioritetnye napravleniya innovatsionnogo razvitiya kartofelevodstva [Priority directions of innovative development of potato growing] // Seleksiya i semenovodstvo kartofelya: monografiya / S. V. Zhevora, B. V. Anisimov, E. A. Simakov, E. V. Oves, V. I. Starovoytov. Cheboksary: Federal'nyy issledovatel'skiy tsentr kartofelya imeni A. G. Lorkha (Krasnoyarsk), 2020. Pp. 20–25. (In Russian.)

17. Bakunov A. L., Rubtsov S. L., Milekhin A. V. Kompleksnaya otsenka sortov kartofelya pri vyrashchivani v zasushlivykh usloviyakh [Comprehensive assessment of potato varieties when grown in arid conditions] // Vestnik KrasGAU. 2022. No. 10. Pp. 57–64. (In Russian.)

Authors' information:

Fatima T. Gerieva¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the laboratory of molecular genetic research of agricultural plants, ORCID 0000-0002-7704-5966, AuthorID 609772; +7 962 750-27-21, fatima.gerieva.62@mail.ru

Zarina I. Revazova¹, junior researcher at the laboratory of molecular genetic research of agricultural plants; +7 918 834-46-47, zari88-revaz@yandex.ru

¹ Federal Scientific Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Vladikavkaz, Russia.

Selection of early ripe corn hybrids of universal use

G. Ya. Krivosheev¹✉, A. S. Ignatiev¹, N. A. Shevchenko¹

¹ Agrarian Research Center "Donskoy", Zernograd, Russia

✉ E-mail: genadiy.krivosheev@mail.ru

Abstract. The expansion of the northern zone of corn-sowing in the Russian Federation, the increase in demand for corn hybrids capable of maturing in zones with a short frost-free period, forming a high yield of grain and green mass, adapted to various soil and climatic zones, requires intensification of breeding work for early maturity. **The purpose** of the research is the creation of a new early-ripening corn hybrid of universal use, characterized by adaptability to various soil and climatic conditions. The research was carried out at the Agricultural Research Center "Donskoy" and research institutions in Russia in 2018–2021. **Methods.** The main method of creating hybrids is the method of interline hybridization using heterosis in the first generation. Topcross crosses were used to obtain hybrid combinations. **Object of the study** are early ripe corn hybrids. A new early-ripening corn hybrid Vityaz' MV of universal use was created jointly by the ARC "Donskoy" and the Federal State Budgetary Scientific Institution of the National Grain Center named after. P. P. Lukyanenko. It is included in the State Register of Breeding Achievements and approved for use in the production of the North Caucasian, Central, Central Black Earth and Middle Volga regions for grain and silage. According to the research **results**, the new hybrid is distinguished by high grain yield and plasticity. In the environmental test of research institutions in Russia, located in different soil and climatic conditions, the grain yield was 5.03–10.30 t/ha. In the ARC "Donskoy", the average grain yield, including dry years, was 4.31 t/ha, which is significantly (by 0.36 t/ha) higher than that of the Krasnodarskiy 194 MV standard. The yield of green mass – 28.2 t/ha, dry matter – 9.41 t/ha. The new hybrid is drought-resistant, resistant to lodging and bunt smut, and is characterized by low harvest grain moisture content (14.0 %). **The scientific novelty** should be considered the creation of a new early-ripening corn hybrid Vityaz' MV of universal use, adapted to various soil and climatic zones of the Russian Federation.

Keywords: hybrid, self-pollinated line, early ripeness, grain harvest moisture, yield, ecological test.

For citation: Krivosheev G. Ya., Ignatiev A. S., Shevchenko N. A. Selection of early ripe corn hybrids of universal use // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 49–57. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-49-57.

Date of paper submission: 20.06.2023, **date of review:** 07.07.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Селекция раннеспелых гибридов кукурузы универсального использования

Г. Я. Кривошеев¹✉, А. С. Игнатьев¹, Н. А. Шевченко¹

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

✉ E-mail: genadiy.krivosheev@mail.ru

Аннотация. Расширение северной зоны кукурузосеяния в Российской Федерации, возрастание спроса на гибриды кукурузы, способные вызревать в зонах с коротким безморозным периодом, формирующие высокий урожай зерна и зеленой массы, адаптированные к различным почвенно-климатическим зонам, требует усиления селекционной работы на раннеспелость. **Цель исследований** – создание нового раннеспелого гибрида кукурузы универсального направления использования, отличающегося адаптивностью к различным почвенно-климатическим условиям. Исследования выполнены в ФГБНУ «АНЦ «Донской» и научно-исследовательских учреждениях России в 2018–2021 гг. **Методы.** Основным методом создания гибридов – метод межлинейной гибридизации с использованием гетерозиса в первом поколении. Для получения гибридных комбинаций использованы топкроссные скрещивания. **Объект исследования** – раннеспелые гибриды кукурузы. Новый раннеспелый гибрид кукурузы Витязь МВ универсального использования соз-

дан совместно ФГБНУ «АНЦ «Донской» и ФГБНУ НЦЗ им. П. П. Лукьяненко. Он внесен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве Северо-Кавказского, Центрального, Центрально-Черноземного и Средне-Волжского регионов на зерно и силос. По результатам исследований новый гибрид отличается высокой урожайностью зерна и пластичностью. В экологическом испытании научно-исследовательских учреждений России, расположенных в различных почвенно-климатических условиях, урожайность зерна составила 5,03–10,30 т/га. В ФГБНУ «АНЦ «Донской» средняя урожайность зерна, включая засушливые годы, составила 4,31 т/га, что существенно (на 0,36 т/га) выше, чем у стандарта Краснодарский 194 МВ. Урожайность зеленой массы – 28,2 т/га, сухого вещества – 9,41 т/га. Новый гибрид засухоустойчив, устойчив к полеганию и поражению пузырчатой головней, характеризуется низкой уборочной влажностью зерна (14,0 %). Научной новизной следует считать создание нового раннеспелого гибрида кукурузы Витязь МВ универсального использования, адаптированного к различным почвенно-климатическим зонам Российской Федерации.

Ключевые слова: гибрид, самоопыленная линия, раннеспелость, уборочная влажность зерна, урожайность, экологическое испытание.

Для цитирования: Кривошеев Г. Я., Игнатьев А. С., Шевченко Н. А. Селекция раннеспелых гибридов кукурузы универсального использования // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 49–57. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-49-57.

Дата поступления статьи: 20.06.2023, **дата рецензирования:** 07.07.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Introduction

In the Russian Federation, maize hybrids of different maturity groups are cultivated: early-ripening (FAO 100-199), mid-early (FAO 200-299), mid-ripening (FAO 300-399), mid-late (FAO 400-499) and late-ripening (FAO 500-599). Recently, the demand for early-ripening corn hybrids has been increasing. This is explained primarily by the expansion of the northern border of corn sowing.

The creation and introduction of early ripe, cold-resistant corn hybrids capable of withstanding soil temperatures below the biological minimum is a condition for stable production of corn in the northern regions of Russia [1, p. 26].

For the regions of the Russian Federation, located on the border of the northern zone of corn-sowing, ultra-early corn hybrids are needed. Thus, in the conditions of the Omsk region, ultra-early hybrids (FAO 100-150) can be guaranteed to reach the physiological ripeness of the grain. The hybrids created on the basis of local inbred lines, which are characterized by precocity and adaptability to soil and climatic conditions, turned out to be the most adapted to cultivation [2, p. 7].

Agricultural producers place increased demands on the moisture yield of grain during corn ripening, this feature is important for hybrids of different ripeness groups. It should be noted that domestic research institutions lag behind in this area of breeding in comparison with foreign breeding and seed companies. The creation of domestic hybrids of corn of various ripeness groups with a high intensity of grain drying during ripening and, as a result, low harvesting moisture will increase their competitiveness. As a rule, it is the early ripening hybrids that have lower harvest grain moisture compared to other ripeness groups.

The rate of moisture loss by grain depends on the genotype, therefore, hybrids of the same ripeness group, having different moisture yield, differ in the value of harvest moisture [3, p. 55], this also applies to hybrids of the early ripening group [4, p. 19].

Comparison of decreasing rate in grain moisture at different stages of development made it possible to establish significant differences in the intensity of moisture loss in inbred lines of different origin. New self-pollinated lines of Iodent plasma have been created, which can be used in breeding programs to create new corn hybrids with a rapid loss of grain moisture for various regions of Russia and, first of all, for the northern regions of corn-sowing. [5, p. 3].

The results of studying the dynamics of moisture loss in the grain of ultra-early ripe corn hybrids in the conditions of the southern Urals made it possible to conclude that a short vegetation period is a priority trait in corn breeding for the northern corn-sowing zone, and the ability of corn hybrids to quickly lose moisture provides additional technological advantages and guarantees the versatility of using the hybrid in various environmental conditions [6, p. 3].

Information about adaptability is important for making a decision in which ecological zones it is recommended to grow early-ripening hybrids [7, p. 68]. It is necessary to assess the adaptability of early ripening hybrids for each specific region [8, p. 40; 9, p. 50; 10, p. 119].

Particular attention should be paid to the selection of starting material for the creation of early ripe maize hybrids [11, p. 198]. Evaluation of the combination ability of early maturing material – the ability in crosses to produce hybrid offspring with high grain yield and low harvesting moisture content – is one of the necessary steps in the creation of new early maturing corn hybrids of practical interest [12, p. 55; 13, p. 118].

The use of CMS is a condition for the introduction of early ripe corn hybrids into the production and conduct of industrial seed production. To do this, the response of early maturing lines to sterile cytoplasm is preliminarily assessed [14, p. 128].

Breeding for early ripeness of corn is also important for the southern regions of Russia; early ripening hybrids are in demand in the south, since they can be used as a precursor for winter crops. In the arid zones of southern Russia, early-ripening hybrids, as a rule, go through a critical period of plant development (flowering, pollination, seed setting) before the onset of maximum air temperature and dry winds, due to which they can form a crop no less than hybrids of later ripeness groups, while having dry grain [15, p. 33]. The creation and study of a new early ripe source material made it possible to identify hybrid combinations whose critical development phases fall on more optimal weather conditions. Such hybrid combinations formed a high grain yield [16, p. 35].

Breeding for early maturity is relevant not only for Russia, where significant corn crops are located in areas with a short frost-free period. Foreign researchers are also intensively working in this direction. Particular attention is paid to the creation of a new early maturing source material [17, p. 180], expansion of the gene pool for breeding for early maturity [18, p. 302]. Studies have been carried out on the moisture yield of early-ripening corn hybrids [19, p. 536; 20, p. 1526]. It was revealed that the adaptive abilities of a variety or hybrid may depend on the time of flowering (early ripening) [21, p. 153].

Research institutions of the Russian Federation have created and used in production early-ripening corn hybrids. However, given the growing demand for hybrids of this ripeness group, the wide variety of soil and climatic conditions in Russia, the need for early-ripening hybrids for various economic uses, breeding for early maturity is the most important area of maize breeding in the Russian Federation, it is necessary to strengthen work in this area.

The purpose of the research is the creation of a new early ripe corn hybrid of universal use, which is characterized by adaptability to various soil and climatic conditions.

Methods

The studies were carried out at the Donskoy Research Center and research institutions of the Russian Federation in 2018–2021. Ecological testing of corn hybrids was carried out in research institutions located in various soil and climatic zones of Russia: Voronezh branch of the All-Russian Research Institute of Corn (Voronezh region), Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Belgorod region), Russian Research and Design Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo” (Saratov region), Volga branch of the Federal State Budgetary Scientific

Institution of Higher Educational Institutions of Higher Education “Leader” (Volgograd region), Federal State Budgetary Scientific Institution Kabardino-Balkarian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Kabardino-Balkaria), Kuban Seed Breeding (Krasnodar Krai), Samara Research Institute of Agriculture (Samara region). The object of research was early ripe corn hybrids. To create new hybrids, the source material of the National Grain Center named after P. P. Lukyanenko – testers (simple and sister hybrids) and new early ripe self-pollinated lines of the ARC “Donskoy”.

The main method of creating hybrids is interline hybridization using heterosis in the first generation (F1). Hybrid combinations were obtained in the system of complete topcross crossings. As maternal forms there were used simple and sister sterile hybrids, and as paternal forms, new homozygous self-pollinated lines were used. The laying of field experiments, measurements, observations were carried out in accordance with the Methodology of the state variety testing of agricultural crops (2019).

The soil of the experimental plot is ordinary calcareous heavy loamy chernozem, the thickness of the humus horizon is up to 140 cm.

The climate of the zone is continental. The average long-term precipitation for the growing season of corn (May – August) is 225.5 mm, for the year 489 mm, the hydrothermal coefficient is 0.7–0.8.

The main factor limiting grain yield in the research area is moisture. All years of the experiment turned out to be dry to varying degrees. The average long-term precipitation (225.5 mm) that falls during the growing season of corn is not enough for the good development of corn plants and the formation of a high grain yield. However, not in all years of research, the amount of precipitation was equal to the average long-term value. So in 2018, only 46.6 % of the average annual norm fell, in 2019–70.8 %, in 2020 and 2021 the amount of precipitation corresponded to the average annual norm, however, their distribution during the growing season was uneven, as a result of which in the second half of the growing season drought was noted. The points of the ecological test were very contrasting in terms of moisture supply and temperature regime, which made it possible to evaluate the adaptability of the new hybrid Vityaz’ MV to various soil and climatic zones of the Russian Federation.

Results

The new corn hybrid Vityaz’ MV was created jointly by the Agrarian Research Center “Donskoy” and the National Grain Center. P. P. Lukyanenko. The hybrid is included in the State Register of Breeding Achievements of Russia and approved for use in the production of the North Caucasus, Central, Central Black Earth and Middle Volga regions for grain and silage since 2023. The new hybrid belongs to the type of simple modified by the number of its original forms. It was obtained by

crossing a simple sister sterile hybrid KR 742 UM – the maternal form with a self-pollinated line (fertility restorer) KV 215 MV – the paternal form. The maternal form was created National Grain Center named after. P. P. Lukyanenko, paternal – in the Federal State Budgetary Scientific Institution “Agrarian Research Center “Donskoy”. The new hybrid was created thanks to the cooperation of institutions for breeding and seed production of corn. A sister sterile hybrid was submitted for inclusion in the crossbreeding program. It was used as one of the testers in the system of topcross crossings with new self-pollinated lines created at the ARC “Donskoy”. The hybrid combination KR 742 UM × KV 215 MV was obtained in 2015, isolated in 2016 in the control nursery, studied and singled out as one of the best in 2017 in the preliminary, and in 2018–2020 – in the competitive testing of early ripe corn hybrids.

An environmental test of the hybrid in the institutions of the Russian Federation was carried out in 2018–2021. Based on the results of the competitive testing in 2018–2020, the new hybrid was submitted for State Variety Testing in 2020. Corn hybrid Vityaz’ MV

belongs to the subspecies of dentate corn (*Zea mays* L. *indentata*). A characteristic feature of the subspecies is a tooth-like grain, elongated, flat. The endosperm on the sides of the caryopsis is horn-shaped, in the center and apex mealy, friable. When ripe, a depression forms at the top. The cob is slightly cone-shaped, the core of the cob is red. The hybrid is characterized by remon-tance – the preservation of the green color of the leaves after ripening (Fig. 1).

The hybrid is early ripe (FAO 170), the duration of the growing season is 95–100 days. The plant is medium-sized (185–200 cm), non-bushing, well leafy (14–15 leaves), with a high attachment of the lower economically suitable cob (65–70 cm).

The ear is medium (120–130 g), 16–18 cm long, rows of grains 14–16, grain yield during threshing 76–78 %. The grain is yellow, the weight of 1000 seeds is 220–230 g.

The average grain yield for 3 years of the competitive test (2018–2020) was 4.37 t/ha, exceeding the Krasnodarskiy 194 MW standard by 0.36 t/ha (9.0 %) (Table 1).

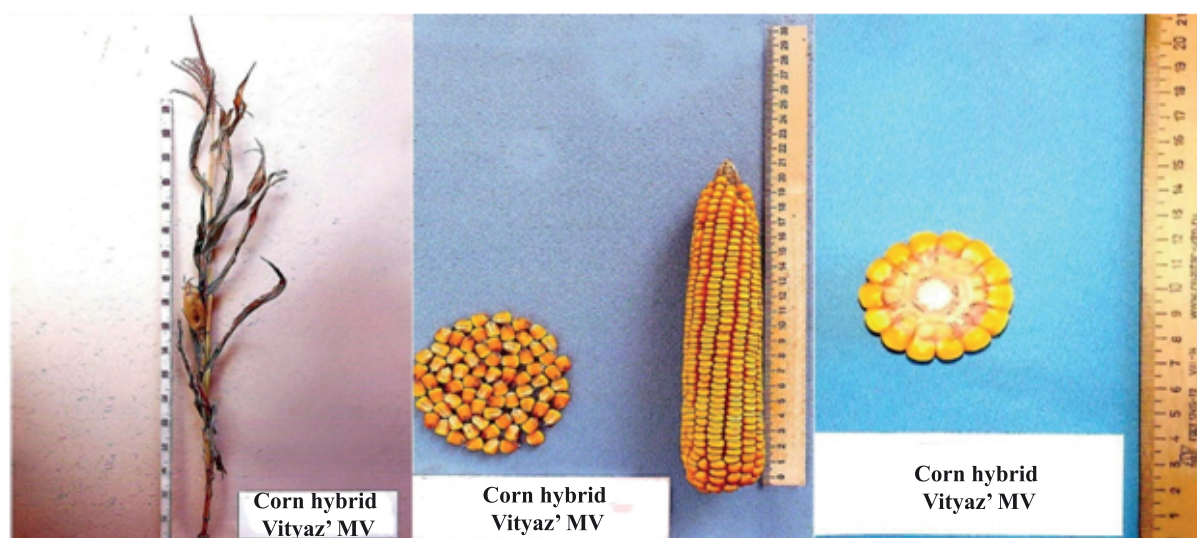


Fig. 1. Plant, cob and grain of corn hybrid Vityaz’ MV

Table 1
Economic and biological characteristics of the corn hybrid Vityaz’ MV (ARC “Donskoy”, 2018–2020)

Signs	Unit of measurement	Vityaz’ MV	Krasnodarskiy 194 MV, standard	± to standard
Grain yield at 14% moisture	t/ha	4.37	4.01	+0.36
Grain moisture	%	14.0	14.2	–0.2
Length of the growing season	day	96	96	0
Lodging	%	1.1	2.0	–0.9
Bladder smut injury	%	2.0	5.9	–3.9
Plant height	cm	185.5	185.0	+0.5
Cob attachment height	cm	67.0	67.0	0
Number of cobs per 1 plant	units	1.1	1.0	+0.1
Seed productivity of the maternal form	t/ha	2.0	2.0	0

Table 2

Elements of the grain yield structure of early-ripening corn hybrids (ARC "Donskoy", 2018–2020)

Hybrid	Number of cobs per 1 plant, pcs.	Weight of 1 cob, g	Weight of 1000 seeds, g	Quantity, pcs.			Grain yield, %
				rows of grains	grains in a row	grains on the cob	
Krasnodarskiy 194 MV, standard	1.0	103	246	15	32	468	80.8
Vityaz' MV	1.1	117	220	16	32	505	77.1
± to standard	+0.1	+14	-26	+1	0	+37	-3.6
S	0.07	10	23	1.2	3	59	3.2

Table 3

Yield of green mass and dry matter of early ripe corn hybrids

Hybrid	Green mass yield, t/ha	± to standard		Dry matter yield, t/ha	± to standard	
		t/ha	%		t/ha	%
Krasnodarskiy 194 MV, standard	26.4	—	—	8.39	—	—
Vityaz' MV	28.2	+1.8	+6.8	9.41	+1.02	+12.2
LSD _{0.5}	1.3			0.59		

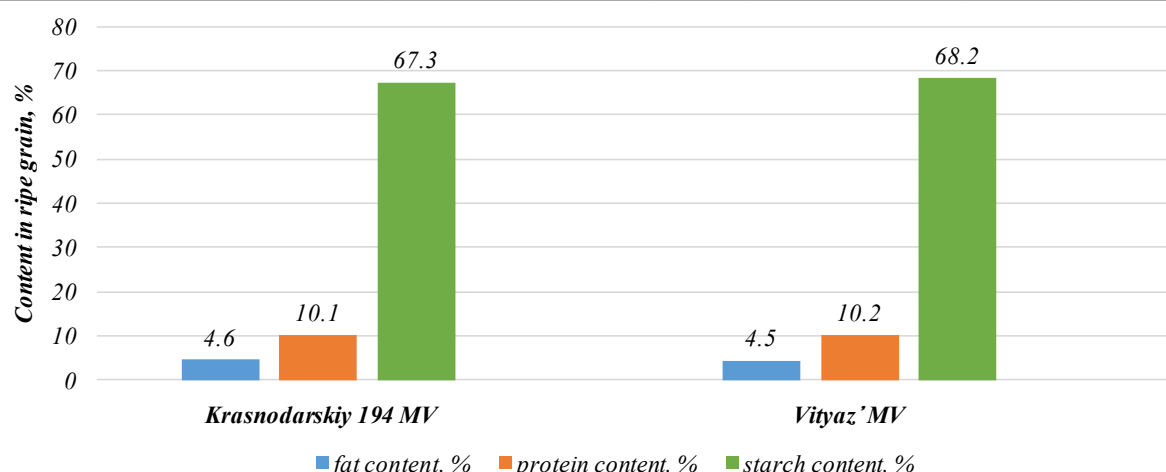


Fig. 2. Results of biochemical analysis of grains of early-ripening maize hybrids (ARC "Donskoy", 2019–2020)

The hybrid is characterized by high resistance to lodging and brittleness of the stem, drought-resistant, resistant to damage by dusty, blister smut and southern helminthosporiasis, weakly affected by stem rot.

One of the most important advantages should be considered low harvest moisture content of grain. When sown at the optimal time (mid-late April), it is able to dry on the vine to a standard moisture content (14 %) by early September, that is, grain drying is not required and, as a result, growing costs are reduced. Considering that the new hybrid is ready for harvest in early September, it can serve as a precursor for winter crops. Seed production is carried out on the sterile cytoplasm of the Moldavian type CMS according to the fertility restoration scheme. The maternal form is characterized by high seed productivity, and the paternal form is characterized by good pollen formation ability. Sowing on the site of hybridization of the paternal and mother forms at the same time, at the same time. The yield of seeds from the hybridization site averages 2 t/ha.

The results of the structural analysis indicate that the increase in grain yield in the new hybrid Vityaz' MV compared to the Krasnodarskiy 194 MV standard

occurred due to various productivity traits. Thus, the new hybrid had the indicator "number of cobs per 1 plant" – 1.1 pcs., that is, there were no barren plants in the crops of the new hybrid, moreover, and every tenth plant had 2 full ears, which is a very good indicator for arid conditions. The standard hybrid also did not have barren plants, but the value of the trait "number of cobs per 1 plant" was lower (1.0 pcs.). The hybrid Vityaz' MV was characterized by a cob weight (117 g), 14 g more than that of the Krasnodarskiy 194 MV standard. In addition to this, the new hybrid had a high value (505 pcs.) of the trait "number of grains on the cob" – by 37 pcs. more than the standard (Table 2).

According to the results of biochemical analysis of grain, the Krasnodarskiy 194 MV standard revealed an average starch content (67.3 %), a low protein content (10.1 %) and an average fat content (4.6 %). The new hybrid Vityaz' MV had no significant differences from the standard in terms of the biochemical composition of the grain: the starch content was average (68.2 %), protein was low (10.2 %), fat was average (4.5 %) (Fig. 2).

The possibility of universal use of the Vityaz' MV hybrid was studied: for grain and silage (Table 3).

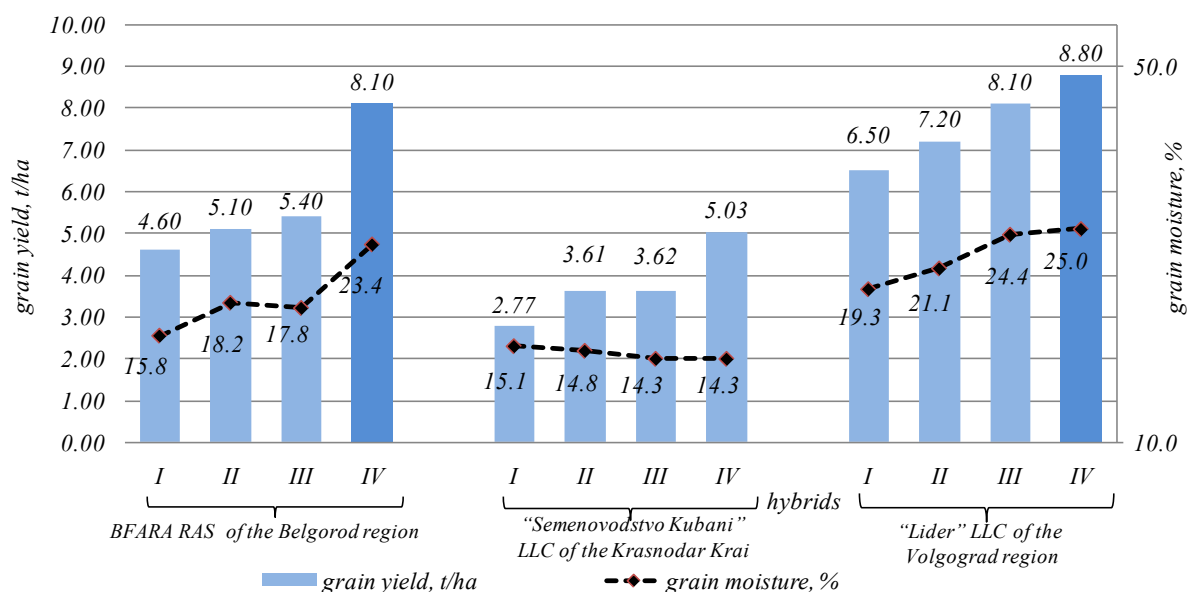


Fig. 3. Yield and harvesting moisture content of grain standards and early-ripening maize hybrid Vityaz' MV at various points of ecological testing (Belgorod region, Krasnodar Krai, Volgograd region), 2018
I – Katerina SV, II – Ross 140 SV, III – Krasnodarskiy 194 MV, IV – Vityaz' MV

Table 4
The results of the ecological test of the corn hybrid Vityaz' MV, 2019

Test point	Hybrid	Grain yield, t/ha	± to the best standard, t/ha	Harvesting grain moisture, %
Samara Research Institute of Agriculture (Samara region)	Baykal MV, standard	4,87	–	26,0
	Vityaz' MV	6,26	+1,39	26,6
Volga branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture (Volgograd region)	Ross 140 SV, standard	4,70	–1,20	17,4
	Baykal MV, standard	5,30	–0,60	20,6
	Krasnodarskiy 194 MV, standard	5,90	–	21,3
	Vityaz' MV	6,10	+0,20	20,9
	Ross 140 SV, standard	7,50	–1,20	22,4
"Lider" (Volgograd region)	Baykal MV, standard	8,20	–0,50	21,3
	Krasnodarskiy 194 MV, standard	8,70	–	23,6
	Vityaz' MV	8,80	+0,10	24,3

The yield of green mass in the Vityaz' MV hybrid on average for the study period (2019–2021), including dry years, was 28.2 t/ha, which is significantly (by 1.8 t/ha or 6.8 %) higher than than the hybrid Krasnodarskiy 194 MV, which was adopted by the State Commission as an early ripening standard when studying for silage. The dry matter yield of the new hybrid was 9.41 t/ha, which is also significantly 1.02 t/ha (12.2 %) higher than that of the standard.

An environmental test of the new early ripe hybrid Vityaz' MV was carried out in institutions of the Russian Federation in 2018–2021. The test was carried out in order to determine the adaptability of the hybrid to the conditions of various soil and climatic zones of Russia. The number of test points and the list of points depended on the number of seeds of the hybrid in the years of testing, as well as on the possibilities of conducting such an experiment by research institutions. The best domestic early-ripening corn hybrids in-

cluded in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation were used as standards in the experiments: Katerina SV, SV, Baykal MV (All-Russian Research Institute of Maize), Krasnodarskiy 194 MV, Ross 140 (National Grain Center named after P. P. Lukyanenko) and early maturing hybrid Mas 10 A (MAS Seeds).

In 2018, a new hybrid at three points of ecological testing ("Lider" LLC of the Volgograd Region, "Semenovodstvo Kubani" LLC of the Krasnodar Krai, BFARC RAS of the Belgorod region) formed a high grain yield (5.03–8.80 t/ha), significantly exceeding all standards, including the best in every test item. The excess over the standards was: Katerina SV – 2.26 - 3.50 t/ha (35.4–81.6%), Ross 140 SV – 1.42–3.00 t/ha (22.2–58, 8%), Krasnodarskiy 194 MV – 0.70–2.70 t/ha (8.6–50.0 %). In "Semenovodstvo Kubani", the harvest moisture content of grain was 14.3 %, which is at the level of the best standard (Fig. 3).

Table 5

The results of the ecological test of the corn hybrid Vityaz' MV, 2020–2021

Test point	Grain yield, t/ha				
	Vityaz' MV	Ross 140 MV, standard	Baykal MV, standard	MAC 10A / Krasnodarskiy 194 MV, standard	± to the best standard
2020					
"Lider", Volgograd region	8.80	5.60	6.20	6.00*	+2.60
Volga branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture (Volgograd region)	5.10	3.10	4.20	3.50*	+0.90
Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy of Sciences (Belgorod region)	10.30	10.40	6.40	7.70*	–0.10
Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (Kabardino-Balkarian Republic)	8.15	3.81	–	6.83**	+1.32
2021					
"Lider" (Volgograd region)	9.60	6.30	7.00	8.50*	+1.10
Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences (Kabardino-Balkarian Republic)	6.45	–	4.64	4.04**	+1.81
"Rossorgo" (Saratov region)	5.80	3.78	2.98	4.69*	+1.11
Voronezh branch of the All-Russian Research Institute of Corn (Voronezh. region)	6.34	4.64	5.17	4.75*	+1.17

Note. * MAC 10A. ** Krasnodarskiy 194 MV.

In 2019, the new corn hybrid Vityaz' MV was equal in terms of grain yield to the best standard (Krasnodarskiy 194 MV) in two study points (Volga branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture and "Lider" LLC). There was a slight excess over the standard (0.1–0.2 t/ha). However, in the same areas, the other standards (Ross 140 SV and Baykal MV) were significantly higher by 0.5–1.4 t/ha or by 6.1–29.8 %. In terms of harvesting grain moisture (20.9 % and 24.3 %), the new hybrid in these points was equivalent to the best standard Krasnodarskiy 194 MV (21.3 % and 23.6 % respectively).

In the Samara Research Institute of Agriculture, where one standard, Baikal MV, was sown, the excess was significant (1.39 t/ha or 28.5 %), with approximately the same harvesting grain moisture content (26.0 % for the standard and 26.6 % for the new hybrid).

In 2020–2021, the ecological study of the corn hybrid Vityaz' MV was continued in points located in different regions of the Russian Federation. The best early-ripening hybrids of domestic selection (Ross 140 MV and Baykal MV) and foreign early-ripening hybrid MAS 10A were taken as standards. In Kabardino-Balkarian Research Center of the Russian Academy of Sciences, the Krasnodarskiy 194 MV hybrid was used instead of MAS 10A (Table 5).

In 2020, at three points ("Lider", Volga branch of the VNIIOZ, Institute of Agriculture of the Kabardino-

Balkarian Scientific Center of the RAS), the Vityaz' MV hybrid exceeded the best standard in terms of yield by 0.90–2.60 t/ha. In the Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy of Sciences, it was equivalent to the best standard Ross 140 MB (10.40 t/ha), forming a grain yield of 10.30 t/ha.

In 2021, the Vityaz' MV hybrid at four points ("Lider" LLC, Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the RAS, ROSNIISK "Rossorgo", Voronezh branch of the All-Russian Research Institute of Corn) significantly exceeded the best standard in terms of grain yield (by 1.10–1.80 t/ha).

The maximum yield of a new early-ripening corn hybrid Vityaz' MV was obtained at Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy of Sciences and amounted to 10.3 t/ha. The results of the ecological test indicate a high potential yield. High grain yield, exceeding the standards in various soil and climatic conditions indicates the high plasticity of the new corn hybrid. Due to the high plasticity, the new hybrid received a wide area of zoning – four regions of the Russian Federation.

Discussion and Conclusion

A new simple corn hybrid was created jointly by the ARC "Donskoy" and the Federal State Budgetary Institution of National Grain Center named after P. P. Lukyanenko, thanks to the exchange of source material and its inclusion in crossbreeding programs. The hybrid is

characterized by high values of the main economically valuable traits: the yield of grain and green mass, high drought resistance, resistance to lodging and damage to blister smut. One of the most important advantages of the hybrid should be considered the ability to dry on the vine to standard humidity (14 %), the ability to use it as a predecessor for winter crops due to the early release of fields in southern Russia. Due to the short vegetation period (95–100 days), the hybrid is suitable for cultivation in the northern regions of Russia with a short frost-

free period. The new hybrid showed high plasticity – it formed a high grain yield (5.03–10.30 t/ha) in the environmental test of institutions of the Russian Federation located in various soil and climatic zones. The corn hybrid Vityaz' MV is distinguished by its versatility of use: for grain and silage. It is included in the State Register of Breeding Achievements and approved for production for grain and silage in the North Caucasus, Central, Central Black Earth and Middle Volga regions of the Russian Federation.

References

1. Sotchenko V. S., Panfilov A. E., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A., Kazakova N. I. Urozhay i uborochnaya vlazhnost' zerna gibridov kukuruzy v raznykh ekologicheskikh usloviyakh v zavisimosti ot srokov poseva [Yield and harvesting moisture content of corn hybrids in different environmental conditions depending on the sowing time] // Kormoproizvodstvo. 2019. No. 1. Pp. 26–31. DOI: 10.25685/krm.2019.2019.28247. (In Russian.)
2. Gubin S. V., Getz G. V., Loginova A. M. Sozdanie rannespelykh gibridov kukuruzy s uchetom klimaticheskogo potentsiala Omskoy oblasti [Creation of early ripe corn hybrids taking into account the climatic potential of the Omsk region] // Corn and sorghum. 2020. No. 2. Pp. 3–9. DOI: 10.25715/b4484-6315-4503-j. (In Russian.)
3. Sotchenko V. S., Panfilov A. E., Gorbacheva A. G., Kazakova N. I., Vetoshkina I. A. Skorost' poteri vlagi zernom kukuruzy v period sozrevaniya v zavisimosti ot genotipa i usloviy sredy [The rate of moisture loss in corn grain during the ripening period depending on the genotype and environmental conditions] // Agricultural biology. 2021. Vol. 56. No. 1. Pp. 54–65 DOI: 10.15389/agrobiology.2021.1.54rus. (In Russian.)
4. Suprunov A. I., Petryakov A. P., Perevyazka D. S., Tereshchenko A. A. Seleksiya rannespelykh gibridov kukuruzy s bystrooy otdachey vlagi zernom pri sozrevanii [Breeding of early ripe corn hybrids with rapid return of moisture to grain during maturation] // Rice growing. 2019. No. 4 (45). Pp. 19–24. (In Russian.)
5. Orlyanskiy N. A., Orlyanskaya N. A. Vlazhnost' zerna novykh samoopylennykh liniy kukuruzy plazm Ayodent i Lancaster [Grain moisture content of new self-pollinated corn plasma lines Iodent and Lancaster] // Corn and sorghum. 2019. No. 4. Pp. 3–12. DOI: 10.25715/KS.2019.4.43127. (In Russian.)
6. Panfilov A. E., Sotchenko V. S., Gorbacheva A. G., Vetoshkina I. A., Kazakova N. I. Dinamika poteri vlagi zernom kukuruzy ul'trarannikh gibridov kukuruzy v kontrastnykh usloviyakh proizrastaniya [Dynamics of moisture loss in corn grain of ultra-early corn hybrids in contrasting growing conditions] // Corn and sorghum. 2018. No. 3. Pp. 3–9. (In Russian.)
7. Cherkashina A. V., Sotchenko E. F. Otsenka adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti rannespelykh gibridov kukuruzy [Evaluation of the adaptive capacity and stability of early ripe corn hybrids] // News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2021. No. 2. Pp. 68–76. (In Russian.)
8. Sotchenko V. S., Panfilov A. E., Gorbacheva A. G., Kazakova N. I., Vetoshkina I. A. Norma i stabil'nost' reaktsii rannespelykh gibridov kukuruzy na usloviya vegetatsii [Norm and stability of the response of early ripe corn hybrids to growing conditions] // Kormoproizvodstvo. 2020. No. 4. Pp. 39–43. DOI: 10.25685/krm.2020.2020.63669. (In Russian.)
9. Perevyazka D. S., Perevyazka N. I., Suprunov A. I. Ekologicheskaya adaptivnost' novykh rannespelykh gibridov, sozdannykh pri uchastii digaploidnykh liniy kukuruzy [Ecological adaptability of new early-ripening hybrids created with the participation of maize dihaploid lines] // Rice growing. 2022. No. 4 (57). Pp. 49–54. DOI: 10.33775/1684-2464-2022-57-4-49-54. (In Russian.)
10. Orlyanskiy N. A., Orlyanskaya N. A., Chebotarev D. S. Otsenka adaptivnosti rannespelykh (FAO 140-170) zernovykh gibridov kukuruzy v ekologicheskom ispytanii [Evaluation of the adaptability of early-ripening (FAO 140-170) grain hybrids of corn in an ecological test] // Bulletin of agrarian science. 2022. No. 5 (98). Pp. 119–126. (In Russian.)
11. Shkarbutko E. V., Lemeshev N. A., Varlamova I. N. Otkor iskhodnogo materiala liniy kukuruzy dlya sozdaniya rannespelykh gibridov [Selection of the initial material of maize lines for the creation of early ripe hybrids] // God nauki i tekhnologii 2021: sbornik tezisev po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Krasnodar. 2021. Pp. 198–199. (In Russian.)
12. Novichikhin A. P., Lemeshev N. A., Gulnyashkin A. V. Izuchenie kombinatsionnoy sposobnosti novykh rannespelykh liniy kukuruzy [The study of the combination ability of new early maturing lines of corn] // Rice growing. 2019. No. 1 (42). Pp. 54–57. (In Russian.)
13. Lemeshev N. A., Novichikhin A. P., Gulnyashkin A. V. Otsenka novykh liniy kukuruzy na kombinatsionnuyu sposobnost' po priznaku "uborochnaya vlazhnost' zerna" [Evaluation of new lines of corn for combining ability

on the basis of “harvest grain moisture”] // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2019. No. 77. Pp. 117–121. (In Russian.)

14. Lukovkina N. I., Suprunov A. I. Reaktsiya novykh ul'trarannespelykh i rannespelykh liniy kukuruzy na TsMS-M tipa [Reaction of ultra-early and early-ripening corn lines to CMS-M type] // Aktual'nye voprosy biologii, selektsii, tekhnologii vozdeleyvaniya i pererabotki maslichnykh i drugikh tekhnicheskikh kul'tur: sbornik materialov 10-y Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem molodykh uchenykh i spetsialistov. Krasnodar, 2019. Pp. 128–131. (In Russian.)

15. Krivosheev G. Ya., Shevchenko N. A., Ignatiev A. S. Rezul'taty i perspektivy selektsii kukuruzy v Agrarnom nauchnom tsentre “Donskoy” [Results and prospects of maize breeding in the “Donskoy” Agrarian Research Center] // Grain Economy of Russia. 2020. No. 6 (72). Pp. 32–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-32-38. (In Russian.)

16. Perevyazka D. S., Perevyazka N. I., Suprunov A. I. Sozdanie rannespelykh i srednerannikh gibridov kukuruzy s uchastiem novykh avtodiploidnykh liniy v usloviyakh tsentral'noy zony Krasnodarskogo kraya [Creation of early-ripening and mid-early hybrids of corn with the participation of new autodiploid lines in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory] // Rice growing. 2021. No. 1 (50). Pp. 35–42. DOI: 10.33775/1684-2464-2021-50-1-35-42. (In Russian.)

17. Carena M. J., Mitchell V. Registration of Non-Stiff Stalk Maize Germplasms: Increasing Short-Season Genetic Diversity with the EarlyGEM Program // Journal of Plant Registrations. 2017. Vol. 11. Iss. 2. Pp. 178–184. DOI: 10.3198/jpr2016.07.0035crg.

18. Carena M. J., Sharma S. Registration of Five Short-Season Stiff Stalk (SS) EarlyGEM Maize Germplasms // Journal of Plant Registrations. 2016. Vol. 10. Iss. 3. Pp. 301–308. DOI: 10.3198/jpr2015.10.0063crg.

19. Huang Z. F., Hou L. Y., Xue J., Wang K. R., Xie R. Z., Hou P., Ming B., Li S. K. The variability of maize kernel drying: sowing date, harvest scenario and year // The Journal of Agricultural Science. 2021. Vol. 159. Iss. 7-8. Pp. 535–543 DOI: 10.1017/S002185962100054X.

20. Xu Tian-Jun, Zhang Yong, Zhao Jiu-Ran, Wang Rong-Huan, Lyu Tian-Fang, Liu Yue-E, Cai Wan-Tao, Liu Hong-Wei, Chen Chuan-Yong, Wang Yuan-Dong. Canopy structure, photosynthesis, grain filling, and dehydration characteristics of maize varieties suitable for grain mechanical harvesting // Acta Agronomica Sinica. 2022. Vol. 48. Iss. 6. Pp. 1526–1536. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2022.13036.

21. Salvi S., Tassinari A., Li K., Zamariola L., Giuliani S., Tuberosa R. Registration of Gaspé Flint 1.1.1, a small-size early-flowering maize inbred line // Journal of Plant Registrations. 2021. Vol. 16. Iss. 1. Pp. 152–161. DOI: 10.1002/plr2.20134.

22. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow: Gruppa kompaniy “More”, 2019. Iss. 1. 384 p. (In Russian.)

Authors' information:

Gennadiy Ya. Krivosheev¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the laboratory of corn breeding and seed production, ORCID 0000-0002-5876-7672, AuthorID 765638; +7 905 439-97-66, genadiy.krivosheev@mail.ru

Aleksey S. Ignatiev¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the laboratory of corn breeding and seed production, ORCID 0000-0002-0319-4600, AuthorID 762432; Ignatev1983@rambler.ru

Nikolaiy A. Shevchenko¹, technician-researcher at the laboratory of corn breeding and seed production, ORCID 0000-0001-5869-367X, AuthorID 765185; kcck-bass@inbox.ru

¹ Agrarian Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia

Оценка гибридных сеянцев яблони по основным хозяйственно-биологическим признакам в Оренбургской области

О. Е. Мережко¹✉, Е. В. Аминова¹

¹Оренбургский филиал Федерального научного центра садоводства, Оренбург, Россия

✉E-mail: merejko.olga@yandex.ru

Аннотация. Цель – оценка гибридных сеянцев яблони по основным хозяйственно-биологическим признакам в условиях Оренбургской области. **Методы.** Исследования проводили с 2002 по 2022 гг. в Оренбургском филиале ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Объектами исследований являлись 10 гибридных семей яблони селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Основные наблюдения и учеты по основным хозяйственно-биологическим признакам проводились по методикам «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур», «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом двухфакторного дисперсионного анализа, где А – сорт, В – год. **Научная новизна** заключается в том, что в результате проведенных исследований выделены перспективные гибридные формы с комплексом хозяйственно ценных признаков, с высоким потенциалом продуктивности и крупноплодности в условиях Оренбургской области. **Результаты.** Генетическая коллекция Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства служит фундаментальной основой для проведения селекционной работы, что позволяет интенсифицировать создание адаптивных, высокопродуктивных сортов яблони. Установлено, что большинство гибридных сеянцев яблони обладают высокой зимостойкостью. Слабым подмерзанием (0,2–0,5 балла) характеризуются гибриды комбинаций скрещивания, таких как БратЧуд × Символ, Ковровое × Анис Свердловский. Наибольшую массу плодов от 140,0 до 150,0 г. имели следующие гибриды: 1-1, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10. Наибольшую продуктивность сформировали гибриды комбинаций скрещивания БратЧуд × Символ (24,6 кг/дер), Орское × Приземленное (24,0 кг/дер) и Аркаим × Подарок Оренбуржью (24,2 кг/дер).

Ключевые слова: яблоня, гибридные сеянцы, естественные карлики, зимостойкость, масса плодов, продуктивность.

Для цитирования: Мережко О. Е., Аминова Е. В. Оценка гибридных сеянцев яблони по основным хозяйственно-биологическим признакам в Оренбургской области // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 58–68. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-58-68.

Дата поступления статьи: 17.03.2023, **дата рецензирования:** 27.04.2023, **дата принятия:** 11.07.2023.

Evaluation of hybrid apple seedlings according to the main economic and biological characteristics in the Orenburg region

O. E. Merezhko¹✉, E. V. Aminova¹

¹Orenburg branch of the Federal Scientific Center for Horticulture, Orenburg, Russia

✉E-mail: merejko.olga@yandex.ru

Abstract. The aim is to evaluate hybrid apple seedlings according to the main economic and biological characteristics in the conditions of the Orenburg region. **Methods.** The studies were carried out from 2002 to 2022 in the Orenburg branch of the Federal State Budget Scientific Institution of the Federal Scientific Center for Horticulture. The objects of research were 10 hybrid families of apple trees selected by the Federal State Budget Scientific Insti-

tution of the Federal Scientific Center for Horticulture. The main observations and records on the main economic and biological characteristics were carried out according to the methodology “Program and methodology for the selection of fruit, berry and nut crops”, “Program and methodology for the study of variety of fruit, berry and nut crops”, statistical processing of experimental data was carried out by the method of two-factor analysis of variance, where A is the variety, B is the year. **The scientific novelty** lies in the fact that as a result of the conducted research, promising hybrid forms with a complex of economically valuable traits, with a high potential for productivity and large-fruited in the conditions of the Orenburg region have been identified. **Results.** The genetic collection of the Orenburg branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Federal Scientific Center for Horticulture serves as a fundamental basis for breeding work, which makes it possible to intensify the creation of adaptive, highly productive apple varieties. It has been established that the majority of hybrid apple seedlings have high winter hardiness. Weak freezing (0.2–0.5 points) characterizes hybrids of crossbreeding combinations, such as BratChud × Simvol, Kovrovoe × Anis Sverdlovskiy. Phytosanitary monitoring carried out on the site of hybrid apple seedlings showed that over the years of the study, weather conditions did not allow the development of diseases in the apple tree. On average, fruits in the offspring were 1-1, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10 (140.0 ... 150.0 g). The greatest productivity was formed by hybrids of combinations of crossing BratChud × Simvol (24.6 kg/tree), Orskoe × Prizemlennoe (24.0 kg/tree) and Arkaim × Podarok Orenburzh'yu (24.2 kg/tree).

Keywords: apple tree, hybrid seedlings, natural dwarfs, winter hardiness, fruit weight, productivity.

For citation: Merezhko O. E., Aminova E. V. Otsenka gibridnykh seyantsev yabloni po osnovnym khozyaystvenno-biologicheskim priznakam v Orenburgskoy oblasti [Evaluation of hybrid apple seedlings according to the main economic and biological characteristics in the Orenburg region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 58–68. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-58-68. (In Russian.)

Date of paper submission: 17.03.2023, **date of review:** 27.04.2023, **date of acceptance:** 11.07.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Яблоня – одна из самых распространенных плодовых культур в плодоводстве России, обладающая огромным сортовым разнообразием и обширными ареалами возделывания. Ведущее положение яблони в садах объясняется ее производственно-биологическими особенностями, она более пластична по сравнению с другими культурами. Яблоня обладает высокими адаптационными способностями и является ценным продуктом питания для человека. Также современное производство яблок в России позволяет решить проблему импортозамещения, что весьма актуально в связи с необходимостью ограничения поставок яблок из Польши, Украины и др. [1, с. 86; 2; 3].

В сорimente Оренбургской области определены площади (0,30 тыс. га) под выращивание крупноплодных и более ценных сортов среднерусского и поволжского соримента в формово-стланцевой форме [4]. К таким сортам отнесены Грушовка Московская, Белый Налив, Боровинка, Анис Полосатый, Антоновка Обыкновенная, Дочь Папиловки, Уральское Наливное, БратЧуд, Ковровое, Соколовское, Подснежник, Аркаим, Трудовое, Орское [5, с. 506].

Наряду с районированным сориментом яблони за последние годы в промышленном и любительском садоводстве увеличился спрос на сорта естественных карликов, которые дают перспективу садоводству в местных условиях и за ее пределами.

Опыт многих лет показал, что в суровых условиях Урала и Сибири хорошо растут и дают высо-

кие урожаи сорта яблони в стланцевой форме. Это позволяет использовать естественный снежный покров для защиты насаждений в зимний период [6, с. 34].

При создании сортов естественно низкорослые яблони используются межсортные скрещивания, гибридизация географически отдаленных сортов, межвидовая гибридизация с использованием мелкоплодных форм, а также повторные или насыщающие скрещивания лучшими сортами – донорами нужных признаков. Для таких садов важным является выведение специальных низкорослых сортов – естественных карликов с плоско-горизонтальной кроной. В гибридизацию необходимо брать сорта с раскидной или плакучей кроной (A. pendula), у которых имеется хотя бы слабая тенденция изменчивости в нужном для селекционера направлении.

В качестве второго донора необходимо брать высокоценные сорта яблони с пониклым типом кроны, с прямыми или тупыми углами отхождения скелетных ветвей. Данный принцип подбора исходных форм обеспечивает повышенный выход низкорослых гибридов, сочетающих в генотипе хозяйственно ценные признаки, отличающихся достаточной зимостойкостью и хорошим качеством плодов и более коротким периодом вегетации. Для достижения своей цели в селекционном процессе мы сделали акцент на выбор исходных сортов для скрещивания с признаками низкорослости. Для получения нужного нам результата в гибридизацию вовлечен в качестве донора низкорослый сорт Выдубецкая плакучая с плакучей кроной, плодами массой 100–

120 г, округло-конической формы, желто-зелеными, с красивым румянцем, занимающим почти половину плода с многочисленными подкожными точками, с сочной кисло-сладкой мякотью [6, с. 33; 7].

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования по хозяйственно-биологической оценке гибридных сеянцев яблони проводили с 2016 по 2022 гг. на базе Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства, расположенного в типичных почвенно-климатических условиях характерных для Оренбургской области. В качестве контроля использовали районированный сорт БратЧуд, полученный на базе Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

Объектами исследований являлись 10 гибридных семей яблони: 1-1 (БратЧуд × Символ); 1-2 (Ковровое × Анис Свердловский); 1-3 (Ковровое × Уэлси); 1-4 (Трудовое × Символ); 1-5 (Орское × Символ); 1-6 (Аркаим × Приземленное); 1-7 (Орское × Краса Свердловска); 1-8 (Орское × Имрус); 1-9 (Орское × Приземленное); 1-10 (Аркаим × Подарок Оренбуржью). Схема посадки 3,0 × 5,0 м, количество учетных деревьев – 10 растений в каждой гибридной семье. Опыт заложен в 2013 году.

Цель исследования – оценка гибридных сеянцев яблони по основным хозяйственно-биологическим признакам в условиях Оренбургской области.

Исследования проводили согласно общепринятой методике «Программа и методика селекции

плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1995), «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) Статистическая обработка экспериментальных данных проведена методом двухфакторного дисперсионного анализа [10], где А – сорт, В – год.

Результаты (Results)

Зимостойкость является лимитирующим фактором при возделывании яблони в условиях Оренбургской области. Уровни компонентов зимостойкости сорта прежде всего определяются климатическими условиями ареала его распространения. Оценку гибридных сеянцев на зимостойкость определяли в 2016–2022 гг. Погодные условия за период проведения опыта были крайне неоднородные. Большая часть исследований по зимостойкости получена на основе полевых наблюдений, которые характеризуют состояние растений в период перезимовки и накопления повреждений в предыдущие годы. За годы исследований наиболее суровая зима отмечена в 2016–2017 гг.

В декабре 2016 г. Оренбуржье находилось под влиянием циклона, сохранялся пониженный фон температур. Осадки наблюдались в виде снега, мокрого снега, мороси. Средняя месячная температура воздуха составила –15 °С, а минимальная температура воздуха опустилась до –32 °С. В январе 2017 г. минимальная температура составила –26 °С, в феврале –29 °С.

Таблица 1
Метеорологические условия 2016–2022 гг. в Оренбуржье

Год	Месяц	Температура, °С		Осадки	
		min	max	мм	% от нормы
2016	Декабрь	–32	–1	45	143
2017	Январь	–26	+1	14	48
	Февраль	–29	+4	31	139
2020	Декабрь	–20	–2	6	47
2021	Январь	–25	0	29	102
	Февраль	–30	+2	45	190
	Декабрь	–28	+4	33	106
2022	Январь	–23	+4	27	94
	Февраль	–20	+1	17	70

Table 1
Meteorological conditions of 2016–2022 in Orenburg region

Year	Month	Temperature, °C		Precipitation	
		min	max	mm	% of the norm
2016	December	–32	–1	45	143
2017	January	–26	+1	14	48
	February	–29	+4	31	139
2020	December	–20	–2	6	47
2021	January	–25	0	29	102
	February	–30	+2	45	190
	December	–28	+4	33	106
2022	January	–23	+4	27	94
	February	–20	+1	17	70

Первый месяц календарной зимы декабрь 2020 г. характеризовался теплой погодой, осадки были существенными. Средняя месячная температура воздуха составила $-12,0^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры воздуха составил -20°C , за месяц выпало 6 мм осадков (47 % нормы).

Средняя месячная температура воздуха в январе 2021 г. составила -10°C (на 1°C отклонение от нормы), минимальная температура составила -25°C , за месяц осадков выпало 29 мм (102 % нормы). Среднемесячная температура в феврале опустилась до $-12,5^{\circ}\text{C}$, минимальная составила 30°C , сумма осадков – 45 мм (190 % нормы).

В декабре 2021 г. температура воздуха колебалась в диапазоне от -28 (29 декабря) до $+4^{\circ}\text{C}$ (1 декабря). Среднемесячная температура составила $-7,7^{\circ}\text{C}$, за месяц выпало 33 мм осадков. В январе 2022 г. температура воздуха варьировала от -23 (25 января) до $+4^{\circ}\text{C}$ (7 января), выпало осадков 27 мм. Среднемесячная температура составила $-9,9^{\circ}\text{C}$, а высота снежного покрова 11 января превышала 30 см. Самым теплым зимним месяцем оказался февраль: температура воздуха колебалась от -20 (19 февраля) до $+1^{\circ}\text{C}$ (20 февраля), выпало осадков 17 мм (таблица 1).

Нами установлено, что большинство гибридных сеянцев яблони обладали высокой зимостойкостью. Слабое подмерзание (0,2–0,5 балла) отмечено в зимний период 2016–2017 гг. у таких комбинаций скрещивания, как БратЧуд $\times$ Символ, Ковровое $\times$ Анис Свердловский.

Сложившиеся погодные условия 2020–2022 гг. не оказали на все изучаемые гибриды и контрольный сорт отрицательного влияния, показали достаточно высокую зимостойкость деревьев. После проведенных исследований на зимостойкость все изучаемые гибриды отнесли к группе высокозимостойких: никаких признаков подмерзаний в зимний период не отмечено.

Большое значение имеет выведение сортов, устойчивых к наиболее опасным болезням. Самой распространенной и вредоносной для яблони в Оренбургской области является парша плодов и листьев (возбудитель – сумчатый гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter). Парша яблони оказывает наиболее разрушительное действие по сравнению с другими фитопатогенами по всему миру. Создание устойчивых сортов является многообещающей стратегией. Повреждение паршой плодов яблони в основном влияет на их товарный вид.

Таблица 2
Определение силы роста гибридных сеянцев яблони, в среднем за 2020–2022 гг.

Сорт, комбинация скрещивания, сеянец	Высота дерева, м	Диаметр кроны, м	Окружность штамба, см
БратЧуд (К)	2,4	1,2	8,0
1-1 (БратЧуд $\times$ Символ)	2,7	1,5	7,4
1-2 (Ковровое $\times$ Анис Свердловский)	2,2	1,8	7,6
1-3 (Ковровое $\times$ Уэлси)	2,4	1,7	7,5
1-4 (Трудовое $\times$ Символ)	2,2	1,7	8,0
1-5 (Орское $\times$ Символ)	2,5	1,8	7,4
1-6 (Аркаим $\times$ Приземленное)	2,8	1,9	7,8
1-7 (Орское $\times$ Краса Свердловска)	2,2	1,7	7,9
1-8 (Орское $\times$ Имрус)	2,8	1,8	7,8
1-9 (Орское $\times$ Приземленное)	2,4	1,9	8,0
1-10 (Аркаим $\times$ Подарок Оренбуржью)	2,6	1,8	7,8

Table 2
Determination of the growth force of hybrid seedlings of an apple tree, on average per 2020–2022

Variety, combination of crossing, selected seedling	Tree height, m	Crown diameter, m	Stem circumference, cm
BratChud (C)	2.4	1.2	8.0
1-1 (BratChud $\times$ Simvol)	2.7	1.5	7.4
1-2 (Kovrovoe $\times$ Anis Sverdlovskiy)	2.2	1.8	7.6
1-3 (Kovrovoe $\times$ Uelsi)	2.4	1.7	7.5
1-4 (Trudovoe $\times$ Simvol)	2.2	1.7	8.0
1-5 (Orskoe $\times$ Simvol)	2.5	1.8	7.4
1-6 (Arkaim $\times$ Prizemlennoe)	2.8	1.9	7.8
1-7 (Orskoe $\times$ Krasa Sverdlovskaya)	2.2	1.7	7.9
1-8 (Orskoe $\times$ Imrus)	2.8	1.8	7.8
1-9 (Orskoe $\times$ Prizemlennoe)	2.4	1.9	8.0
1-10 (Arkaim $\times$ Podarok Orenburzh'yu)	2.6	1.8	7.8

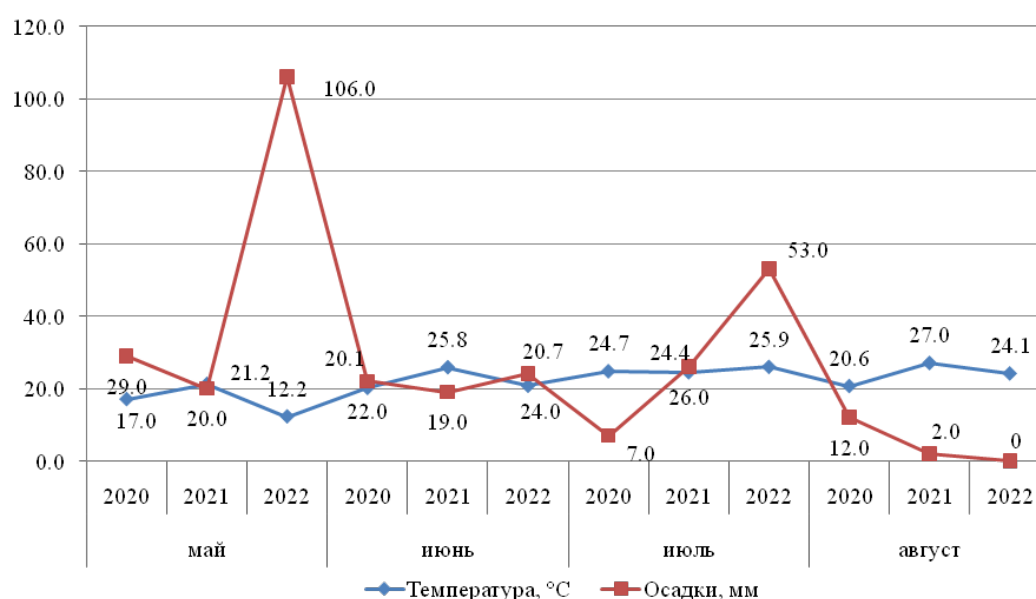


Рис. 1. Среднее значение температуры и осадков за период вегетации по годам, 2020–2022 гг.

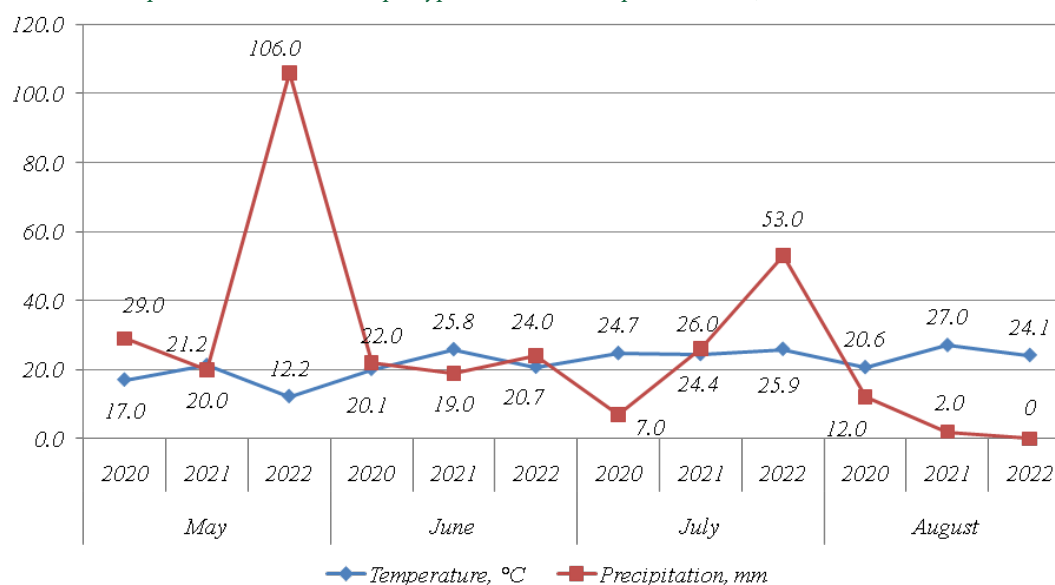


Fig. 1. Average temperature and precipitation for the growing season by year, 2020–2022

Производители должны применять приблизительно 12–18 опрыскиваний фунгицидами за вегетационный период, чтобы ограничить потери качества плодов и урожая из-за парши яблони. Частое использование фунгицидов оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека и окружающую среду [11, с. 49; 12; 13, р. 167; 14, р. 3142; 15, р. 651; 16, р. 2077].

При поражении листьев паршой происходит затруднение фотосинтеза, усиливается транспирация, ухудшаются условия роста побегов, закладки плодовых почек и подготовка деревьев к зиме. Наиболее благоприятным условием для развития грибных заболеваний является обилие осадков на фоне повышенной температуры воздуха, но степная зона Южного Урала характеризуется теплой, сухой вес-

ной и жарким летом [17, с. 69]. Погодные условия за период проведения опыта 2020–2022 гг. были жаркими и засушливыми, наиболее критичным годом в период исследований оказался 2021. Именно в этот год отклонение среднемесячной температуры от нормы в мае составило +5,3 °C (рекорд), в июне +4,1 °C, в августе +5,0 °C (рис. 1).

В результате исследований было выявлено, что погодные условия не дали возможности развития болезней у контрольного сорта и гибридов яблони.

Изучение роста гибридных сеянцев входит в оценку их биологических особенностей. В 2020–2022 гг. нами проведена оценка отборных сеянцев яблони по силе роста. Данные исследования показали, что растения исследуемых гибридов отличаются по высоте, диаметру кроны и окружности штамба (таблица 2).

Таблица 3

Фенологические наблюдения гибридных сеянцев яблони, в среднем за 2020–2022 гг.

Сорт, отборный сеянец, комбинация скрещивания	Дата распускания почек	Сроки цветения		Степень цветения	Окончание роста побегов	Начало созревания плодов	Листопад
		Начало	Конец				
БратЧуд (К)	29.04	11.05	18.05	2,0	24.07	19.09	20.10
1-1 (БратЧуд × Символ)	29.04	9.05	15.05	4,3	24.07	23.09	20.10
1-2 (Ковровое × Анис Свердловский)	30.04	9.05	15.05	4,8	21.07	25.09	22.10
1-3 (Ковровое × Уэлси)	29.04	9.05	15.05	4,5	23.07	25.09	20.10
1-4 (Трудовое × Символ)	30.04	9.05	16.05	4,8	21.07	25.09	22.10
1-5 (Орское × Символ)	29.04	11.05	17.05	4,3	24.07	21.09	20.10
1-6 (Аркаим × Приземленное)	29.04	9.05	15.05	3,8	24.07	26.09	21.10
1-7 (Орское × Краса Свердловска)	29.04	9.05	15.05	4,5	24.07	23.09	21.10
1-8 (Орское × Имрус)	29.04	9.05	15.05	4,3	26.07	24.09	20.10
1-9 (Орское × Приземленное)	29.04	9.05	16.05	4,5	26.07	24.09	20.10
1-10 (Аркаим × Подарок Оренбуржью)	30.04	11.05	18.05	3,5	24.07	25.09	20.10

Agrotechnologies

Table 3

Phenological observations of hybrid seedlings of apple trees, on average for 2020–2022

Variety, selected seedling, combination of crossing	Swelling of the kidneys	Blossom		Degree of flowering	The end of the growth of shoots	Fruit ripening	Leaf fall
		Beginning	End				
BratChud (C)	29.04	11.05	18.05	2,0	24.07	19.09	20.10
1-1 (BratChud × Simvol)	29.04	9.05	15.05	4,3	24.07	23.09	20.10
1-2 (Kovrovoe × Anis Sverdlovskiy)	30.04	9.05	15.05	4,8	21.07	25.09	22.10
1-3 (Kovrovoe × Uelsi)	29.04	9.05	15.05	4,5	23.07	25.09	20.10
1-4 (Trudovoe × Simvol)	30.04	9.05	16.05	4,8	21.07	25.09	22.10
1-5 (Orskoe × Simvol)	29.04	11.05	17.05	4,3	24.07	21.09	20.10
1-6 (Arkaim × Prizemlennoe)	29.04	9.05	15.05	3,8	24.07	26.09	21.10
1-7 (Orskoe × Krasa Sverdlovska)	29.04	9.05	15.05	4,5	24.07	23.09	21.10
1-8 (Orskoe × Imrus)	29.04	9.05	15.05	4,3	26.07	24.09	20.10
1-9 (Orskoe × Prizemlennoe)	29.04	9.05	16.05	4,5	26.07	24.09	20.10
1-10 (Arkaim × Podarok Orenburzh'yu)	30.04	11.05	18.05	3,5	24.07	25.09	20.10

Высота деревьев варьировала от 2,2 до 2,8 м. По этому признаку гибриды отнесены к карликовым [18]. Все гибриды имеют раскидистую форму кроны от 1,2 (БратЧуд (К)) до 1,9 м (1-6, 1-9), окружность штамба варьировала от 8,0 (БратЧуд (К)), 1-4, 1-9) до 7,4 см (1-1, 1-5).

Изучение фенологии сортов в конкретных условиях того или иного района важно во многих отношениях. Прохождение фенологических фаз в тесной связи с метеорологическими условиями, определяющими тепловой, световой, водный режим, дает возможность установить требования того или иного сорта к теплу, свету, влаге и другим факторам внешней среды на различных этапах ве-

гетационного периода [19, с. 149]. Фенологические наблюдения гибридных сеянцев яблони проводили в 2020–2022 гг. (таблица 3).

Дата распускания почек и сроки цветения проходили практически в одни и те же сроки, так как комбинации скрещивания были проведены с сортами зимнего срока созревания. Степень цветения контрольного сорта БратЧуд составила 4,0 балла, наименьшие показатели выявлены у гибридов 1-10 и 1-6 3,5 и 3,8 балла соответственно. Хорошо зарекомендовали себя по этим показателям сеянцы 1-2 и 1-4, цветение отметили на 4,8 балла. Окончание роста побегов отмечено 21–26 июня. Созревание плодов проходило в сроки 19–26 сентября.

Таблица 4

Масса плодов гибридных сеянцев яблони по годам, 2020–2022 гг.

Сорт, отборный сеянец, комбинация скрещивания	Масса плодов, г				
	2020 г	2021 г	2022 г	Среднее	Отклонение от стандарта
БратЧуд (К)	98,0	89,0	109,0	98,7	St
1-1 (БратЧуд × Символ)	111,0	139,0	170,0	140,0	41,3
1-2 (Ковровое × Анис Свердловский)	102,0	124,0	162,0	129,3	30,6
1-3 (Ковровое × Уэлси)	110,0	129,0	176,0	138,3	39,6
1-4 (Трудовое × Символ)	107,0	120,0	169,0	132,0	33,3
1-5 (Орское × Символ)	117,0	139,0	187,0	144,0	45,3
1-6 (Аркаим × Приземленное)	118,0	130,0	168,0	147,7	49,0
1-7 (Орское × Краса Свердловска)	117,0	141,0	192,0	150,0	51,3
1-8 (Орское × Имрус)	111,0	128,0	196,0	144,7	46,0
1-9 (Орское × Приземленное)	118,0	144,0	178,0	146,7	48,0
1-10 (Аркаим × Подарок Оренбуржью)	110,0	136,0	196,0	147,3	48,6
НСР ⁰⁵	6,019				—
НСР А	4,915				
НСР В	2,567				
НСР АВ	2,567				

Table 4

Fruit weight of hybrid apple seedlings by year, 2020–2022

Variety, selected seedling, combination of crossing	Fruit weight, g				
	2020	2021	2022	Average	Deviation from standard
BratChud (C)	98.0	89.0	109.0	98.7	St
1-1 (BratChud × Simvol)	102.0	124.0	162.0	129.3	30.6
1-2 (Kovrovoe × Anis Sverdlovskiy)	111.0	139.0	170.0	140.0	41.3
1-3 (Kovrovoe × Uelsi)	118.0	144.0	178.0	146.7	48.0
1-4 (Trudovoe × Simvol)	110.0	136.0	196.0	147.3	48.6
1-5 (Orskoe × Simvol)	117.0	139.0	187.0	144.0	45.3
1-6 (Arkaim × Prizemlennoe)	118.0	130.0	168.0	147.7	49.0
1-7 (Orskoe × Krasa Sverdlovskaya)	117.0	141.0	192.0	150.0	51.3
1-8 (Orskoe × Imrus)	111.0	128.0	196.0	144.7	46.0
1-9 (Orskoe × Prizemlennoe)	110.0	129.0	176.0	138.3	39.6
1-10 (Arkaim × Podarok Orenburzh'yu)	107.0	120.0	169.0	132.0	33.3
LSD ₀₅	6.019				—
LSD A	4.915				
LSD B	2.567				
LSD AB	2.567				

Значительный интерес представляют сеянцы с наибольшей массой плодов. За три года исследования по крупноплодности отмечены плоды в комбинации скрещивания Ковровое × Символ (140,0 г), Орское × Символ (144,0 г), Орское × Имрус (144,7 г), Орское × Приземленное (146,7 г), Аркаим × Подарок Оренбуржью (147,3 г), Аркаим × Приземленное (147,7 г), Орское × Краса Свердловска (150,0 г), а наименьшая масса – Ковровое × Анис Свердловский (129,3 г) (таблица 4).

Одним из основных направлений селекционной работы с яблоней является выведение высокоурожайных сортов. Урожайность – качественный параметр, характеризующий ценность сорта. Наиболее урожайными были 2020 и 2021 гг. Аномально жаркая погода лета 2021 г. при отсутствии дождей

и при низкой влажности воздуха не только привела к значительной потере урожая в этом году, но и отрицательно сказалось на закладке урожая 2022 г. В 2022 г. весенние погодные условия были неблагоприятными для опыления и завязываемости плодов, в связи с этим гибриды яблони значительно различались по продуктивности. В среднем за три года наибольшая продуктивность отмечена у гибридных сеянцев 1-1 (24,6 кг/дер), 1-9 (24,0 кг/дер) и 1-10 (24,2 кг/дер) и превысила контрольный сорт БратЧуд на 62,9, 58,9 и 60,3 % соответственно (таблица 5). Остальные гибриды имели промежуточное значение 20,9...23,7 кг/дер.

Наименьшую продуктивность имел контрольный сорт БратЧуд (15,1 кг/дер) и гибрид 1-6 (19,3 кг/дер).

Таблица 5

Продуктивность гибридных сеянцев яблони по годам, 2020–2022 гг.

Сорт, отборный сеянец, комбинация скрещивания	Продуктивность, кг/дер				
	2020 г	2021 г	2022 г	Среднее	Отклонение от стандарта
БратЧуд (К)	19,1	13,8	12,3	15,1	St
1-1 (БратЧуд × Символ)	27,0	23,5	20,8	24,6	9,5
1-2 (Ковровое × Анис Свердловский)	29,5	20,9	17,3	22,6	7,5
1-3 (Ковровое × Уэлси)	27,9	18,3	16,5	20,9	5,8
1-4 (Трудовое × Символ)	29,0	23,2	18,9	23,7	8,6
1-5 (Орское × Символ)	26,7	22,1	17,5	22,1	7,0
1-6 (Аркаим × Приземленное)	23,5	20,0	14,4	19,3	4,2
1-7 (Орское × Краса Свердловска)	27,2	23,8	16,2	22,4	7,3
1-8 (Орское × Имрус)	26,4	22,4	15,0	22,3	7,2
1-9 (Орское × Приземленное)	29,0	23,6	19,4	24,0	8,9
1-10 (Аркаим × Подарок Оренбуржью)	29,5	22,8	20,2	24,2	9,1
НСР ⁰⁵	1,485				—
НСР А	1,212				
НСР В	0,6332				
НСР АВ	0.6332				

Table 5
Productivity of hybrid apple seedlings by year, 2020–2022

Variety, selected seedling, combination of crossing	Productivity, kg/tree				
	2020	2021	2022	Average	Deviation from standard
BratChud (C)	19.1	13.8	12.3	15.1	St
1-1 (BratChud × Simvol)	27.0	23.5	20.8	24.6	9.5
1-2 (Kovrovoe × Anis Sverdlovskiy)	29.5	20.9	17.3	22.6	7.5
1-3 (Kovrovoe × Uelsi)	27.9	18.3	16.5	20.9	5.8
1-4 (Trudovoe × Simvol)	29.0	23.2	18.9	23.7	8.6
1-5 (Orskoe × Simvol)	26.7	22.1	17.5	22.1	7.0
1-6 (Arkaim × Prizemlennoe)	23.5	20.0	14.4	19.3	4.2
1-7 (Orskoe × Krasa Sverdlovskaya)	27.2	23.8	16.2	22.4	7.3
1-8 (Orskoe × Imrus)	26.4	22.4	15.0	22.3	7.2
1-9 (Orskoe × Prizemlennoe)	29.0	23.6	19.4	24.0	8.9
1-10 (Arkaim × Podarok Orenburzh'yu)	29.5	22.8	20.2	24.2	9.1
LSD ₀₅	1.485				—
LSD A	1.212				
LSD B	0.6332				
LSD AB	0.6332				

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusions)

По итогам проведенных исследований можно сделать выводы, что в природно-климатических условиях Оренбургской области яблоня (*Malus domestica* Borkh.) является культурой довольно перспективной для выращивания в промышленном и любительском садоводстве.

По многолетним наблюдениям в полевых условиях у всех гибридных сеянцев яблони отметили высокую зимостойкость.

Максимальная масса плодов выявлена у гибридных сеянцев 1-1, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, она превышала контрольный сорт БратЧуд на 41,3–51,3 г.

Исследования показали, что на основании селекционной работы было выделено 3 перспективных гибридных сеянца с наибольшей продуктивностью: 1-1 (БратЧуд × Символ) – 24,6 кг/дер, 1-9

(Аркаим × Подарок Оренбуржью) – 24,2 кг/дер и 1-10 (Орское × Приземленное) – 24,0 кг/дер.

Обобщая полученные результаты по основным хозяйственно-биологическим признакам, можно выделить перспективные гибридные формы яблони 1-1, 1-9 и 1-10 с высокой адаптивностью и повышенным потенциалом.

Благодарности (Acknowledgements)

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

Библиографический список (References)

1. Луковникова Н. С., Луканова Ю. А. Современное состояние производства и реализации яблок // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2021. № 4. С. 84–89.
2. Kulikov I. M., Burmenko J. V., Svistunova N. Y., Evdokimenko S. N. Regionally adapted model of an ideal *Malus × domestica* Borkh apple variety for industrial-scale cultivation in european russia // Agriculture. 2022. No. 12 (12). Article number 2124. DOI: 10.3390/agriculture12122124.
3. Krasova N. G., Ozherelieva Z. E., Galasheva A. M., Lupin M. V. Production and biological assessment of VNI-ISPК cultivars of various ploidy for the zone of temperate continental climate Plants. 2022. No. 11 (20). Article number 2770. DOI: 10.3390/plants11202770.
4. Анализ рынка яблок в России в 2017–2021 гг., прогноз на 2022–2026 гг. Потенциал импортозамещения и новые рынки сбыта [Электронный ресурс]. URL: https://businessstat.ru/images/demo/apples_russia_demo_businessstat.pdf (дата обращения: 20.02.2023).
5. Помология Урала: сорта плодовых, ягодных культур и винограда. Сорта плодовых, ягодных культур и винограда. Москва: ФГУП «Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр «Наука», 2022. 506 с.
6. Мережко О. Е., Панова М. А. Результаты селекции яблони для промышленного садоводства в условиях степной зоны Южного Урала // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. № 4. С. 30–36.
7. Mushinskiy A. A., Merezko O. E., Aminova E. V., Fomin S. D. Assessment of economically valuable traits of apple varieties and features of the main elements of the technology for their cultivation in an arid climate // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 845. Article number 012054. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012054.
8. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Издательство ВНИИСПК, 1995. 502 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: Издательство ВНИИСПК, 1999. 606 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Альянс, 2011. 352 с.
11. Красова Н. Г., Пикунова А. В., Галашева А. М. Оценка исходного материала генофонда яблони по устойчивости к парше // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 6. С. 49–54.
12. Höfer M., Flachowsky H., Schröpfer S. Peil A. Evaluation of Scab and Mildew Resistance in the Gene Bank Collection of Apples in Dresden-Pillnitz // Plants (Basel). 2021. No. 10 (6). Article number 1227. DOI: 10.3390/plants10061227.
13. Karapetsi L., Naniou-Obeidat I., Zambounis A., Osathanunkul M. et al. Molecular screening of domestic apple cultivars for scab resistance genes in Greece. Czech // Genetics and plant breeding. 2020. No. 56. Pp. 165–169. DOI: 10.17221/119/2019-CJGPB.
14. Papp D., Gao L., Thapa R., Olmstead D. et al. Field apple scab susceptibility of a diverse *Malus* germplasm collection identifies potential sources of resistance for apple breeding // CABI Agriculture and Bioscience. 2020. Vol. 1. No. 16. DOI: 10.1186/s43170-020-00017-4.
15. Papp D., Singh J., Gadoury D. M., Khan M. A. New North American isolates of *Venturia inaequalis* can overcome apple scab resistance of *Malus floribunda* 821 // Plant Disease. 2019. No. 104 (3). Pp. 649–655. DOI: 10.1094/PDIS-10-19-2082-RE.
16. Patocchi A., Wehrli A., Dubuis P.-H., Auwerkerken A. et al. Ten years of VINQUEST: First insight for breeding new apple cultivars with durable apple scab resistance // Plant Disease. 2020. No. 104. Pp. 2074–2081. DOI: 10.1094/PDIS-11-19-2473-SR.
17. Мережко О. Е., Тихонова М. А., Лохова А. И. Оценка интродуцированных сортов яблони по поражаемости паршой (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) // Плодоводство и ягодоводство России. 2021. Т. 66. С. 66–72. DOI: 10.31676/2073-4948-2021-66-66-72.
18. Korneeva S. A., Sedov E. N., Yanchuk T. V. Evaluation of economically valuable traits of the columnar variety poesia and the prospects of its use in breeding // E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations – FARBA 2021”. 2021 Vol. 254. Article number 1004. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401004.
19. Мережко О. Е. Влияние погодных условий на продуктивность летних сортов яблони в условиях Южного Урала // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 59. С. 146–151. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-146-151.

Об авторах:

Ольга Евгеньевна Мережко¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2453-478X, AuthorID 718240; +7 987 795-68-80, merjeko.olga@yandex.ru

Евгения Владимировна Аминова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0001-6945-2214, AuthorID 853330; +7 912 841-19-31, aminowa.eugenia2015@yandex.ru

¹Оренбургский филиал Федерального научного центра садоводства, Оренбург, Россия

References

1. Lukovnikova N. S., Lukanova Yu. A. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva i realizatsii yablok [The current state of production and sale of apples] // Innovative economy: prospects for development and improvement. 2021. No. 4. Pp. 84–89. (In Russian.)
2. Kulikov I. M., Burmenko J. V., Svistunova N. Y., Evdokimenko S. N. Regionally adapted model of an ideal *Malus × domestica* Borkh apple variety for industrial-scale cultivation in european russia // Agriculture. 2022. No. 12 (12). Article number 2124. DOI: 10.3390/agriculture12122124.
3. Krasova N. G., Ozherelieva Z. E., Galasheva A. M., Lupin M. V. Production and biological assessment of VNI-ISPК cultivars of various ploidy for the zone of temperate continental climate Plants. 2022. No. 11 (20). Article number 2770. DOI: 10.3390/plants11202770.
4. Analiz rynka yablok v Rossii v 2017–2021 gg., prognoz na 2022–2026 gg. Potentsial importozameshcheniya i novye rynki sbyta [Analysis of the apple market in Russia in 2017-2021, forecast for 2022-2026. Import substitution potential and new sales markets] [e-resource]. URL: https://businessstat.ru/images/demo/apples_russia_demo_businessstat.pdf (date of reference: 20.02.2023).
5. Pomologiya Urala: sorta plodovykh, yagodnykh kul'tur i vinograda. Sorta plodovykh, yagodnykh kul'tur i vinograda [Pomology of the Urals: varieties of fruit, berry crops and grapes. Varieties of fruit, berry crops and grapes]. Moscow: FGUP "Akademicheskii nauchno-izdatel'skiy, proizvodstvenno-poligraficheskii i knigorasprostranitel'skiy tsentr "Nauka", 2022. 506 p. (In Russian.)
6. Merezhko O. E., Panova M. A. Rezul'taty selektsii yablони dlya promyshlennogo sadovodstva v usloviyakh stepnoy zony Yuzhnogo Urala [The results of apple tree breeding for industrial horticulture in the steppe zone of the Southern Urals] // Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2019. No. 4. Pp. 30–36. (In Russian.)
7. Mushinskiy A. A., Merezhko O. E., Aminova E. V., Fomin S. D. Assessment of economically valuable traits of apple varieties and features of the main elements of the technology for their cultivation in an arid climate // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 845. Article number 012054. DOI: 10.1088/1755-1315/845/1/012054.
8. Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methodology of selection of fruit, berry and nut crops]. Oryol: VNIISPК, 1995. 502 p. (In Russian.)
9. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methodology for the study of variety of fruit, berry and nut crops]. Oryol: VNIISPК, 1999. 606 p. (In Russian.)
10. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moscow: Al'yans, 2011. 352 p. (In Russian.)
11. Krasova N. G., Pikunova A. V., Galasheva A. M. Otsenka iskhodnogo materiala genofonda yablони po ustoychivosti k parshe [Evaluation of the source material of the apple tree gene pool for resistance to scab] // Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2020. No. 6. Pp. 49–54. (In Russian.)
12. Höfer M., Flachowsky H., Schröpfer S. Peil A. Evaluation of Scab and Mildew Resistance in the Gene Bank Collection of Apples in Dresden-Pillnitz // Plants (Basel). 2021. No. 10 (6). Article number 1227. DOI: 10.3390/plants10061227.
13. Karapetsi L., Naniou-Obeidat I., Zambounis A., Osathanunkul M. et al. Molecular screening of domestic apple cultivars for scab resistance genes in Greece. Czech // Genetics and plant breeding. 2020. No. 56. Pp. 165–169. DOI: 10.17221/119/2019-CJGPB.
14. Papp D., Gao L., Thapa R., Olmstead D. et al. Field apple scab susceptibility of a diverse *Malus* germplasm collection identifies potential sources of resistance for apple breeding // CABI Agriculture and Bioscience. 2020. Vol. 1. No. 16. DOI: 10.1186/s43170-020-00017-4.
15. Papp D., Singh J., Gadoury D. M., Khan M. A. New North American isolates of *Venturia inaequalis* can overcome apple scab resistance of *Malus floribunda* 821 // Plant Disease. 2019. No. 104 (3). Pp. 649–655. DOI: 10.1094/PDIS-10-19-2082-RE.
16. Patocchi A., Wehrli A., Dubuis P.-H., Auwerkerken A. et al. Ten years of VINQUEST: First insight for breeding new apple cultivars with durable apple scab resistance // Plant Disease. 2020. No. 104. Pp. 2074–2081. DOI: 10.1094/PDIS-11-19-2473-SR.
17. Merezhko O. E., Tikhonova M. A., Likhova A. I. Otsenka introdutsirovannykh sortov yablони po porazhayemosti parshoy (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) [Evaluation of introduced apple varieties by scab infesta-

tion] // Fruit growing and berry growing in Russia. 2021. Vol. 66. Pp. 66–72. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-146-151. (In Russian.)

18. Korneeva S. A., Sedov E. N., Yanchuk T. V. Evaluation of economically valuable traits of the columnar variety poesia and the prospects of its use in breeding // E3S Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations – FARBA 2021”. 2021 Vol. 254. Article number 1004. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401004.

19. Merezhko O. E. Vliyanie pogodnykh usloviy na produktivnost' letnikh sortov yabloni v usloviyakh Yuzhnogo Urals [The influence of weather conditions on the productivity of summer varieties of apple trees in the conditions of the Southern Urals] // Fruit growing and berry growing in Russia. 2019. Vol. 59. Pp. 146–151. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-59-146-151. (In Russian.)

Authors' information:

Olga E. Merezhko¹, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID 0000-0003-2453-478X, AuthorID 718240; +7 987 795-68-80, merjeko.olga@yandex.ru

Evgeniya V. Aminova¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID 0000-0001-6945-2214, AuthorID 853330; +7 912 841-19-31, aminowa.eugenia2015@yandex.ru

¹Orenburg branch of the Federal Scientific Center for Horticulture, Orenburg, Russia

Features of micro clone reproduction of some currant representatives of the genus *Ribes* spp.: review

N. V. Ryago¹✉

¹ Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilina, Russia

✉ E-mail: ryago@orel.vniispk.ru

Abstract. Purpose. The systematization of information on the micro clonal reproduction of representatives of the *Ribes* spp. genus, including the rooting of micro shoots and their adaptation in *ex vitro* conditions. **Methods.** A comparative analysis was used to review foreign and domestic literature on the cultivation of berry crops using the method of microclonal propagation. **Results.** It is possible to increase the reproduction coefficient of healthy pure-cultivar *Ribes* spp. planting material in conditions of micro clone reproduction, taking into account genotypic features. Obtaining viable explants when introduced into *in vitro* culture is achieved, first of all, by choosing a high-quality source material, the phase of plant development during the isolation of explants and the selection of nutrient media. In addition, the positive introduction is influenced by the effectiveness and toxicity of the sterilizing agent, the fight against phenolic oxidation of explants and the medium, the range of growth regulators during the periods of the introduction, micropropagation and rhizogenesis. The greatest production losses occur at the stage of acclimatization of micro-shoots in non-sterile conditions, which is associated with the weak work of enzymes for carbon fixation in the required volumes and the unformed water regime due to the difference in the microclimate in the test tube and open ground conditions. Various technologies of adaptation of the representatives of this genus to external conditions are presented, ranging from the selection of a substrate in greenhouses to the development of special climate chambers with optimal conditions. Despite the contradictory results, the idea of the success of the use of certain preparations for *Ribes* spp. is expanding, the quality of the planting material is improving, however, the methodology for obtaining pure-variety planting material taking into account the varietal characteristics, has not been fully developed, and the issues of adaptation at the *ex vitro* stage have not been fully resolved. **Scientific novelty.** The review of the reports is presented taking into account new domestic and foreign scientific developments of the stages of microclonal reproduction of berry crops, depending on the species and genotypes, as well as the issue of acclimatization in *ex vitro* conditions is discussed.

Keywords: *in vitro*, the term of introduction into culture, nutrient media, regulators of plant growth, rooting, *ex vitro* adaptation.

For citation: Ryago N. V. Features of micro clone reproduction of some currant representatives of the genus *Ribes* spp.: review // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 69–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-69-80.

Date of paper submission: 12.04.2023, **date of review:** 26.04.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Особенности микроклонального размножения некоторых представителей смородины рода *Ribes* spp.: обзор

Н. В. Ряго¹✉

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, Жилина, Россия

✉ E-mail: ryago@orel.vniispk.ru

Аннотация. Цель – систематизация информации по вопросам микроклонального размножения представителей рода *Ribes* spp., в том числе укоренение микропобегов и их адаптация в условиях *ex vi-*

тро. Методы. Использовали сравнительный анализ при обзоре зарубежной и отечественной литературы по выращиванию ягодных культур методом микроклонального размножения. **Результаты.** Увеличить коэффициент размножения оздоровленного чистосортного посадочного материала представителей рода *Ribes* spp. возможно в условиях микроклонального размножения с учетом генотипических особенностей. Получение жизнеспособных эксплантов при введении в культуру *in vitro* достигается прежде всего выбором качественного исходного материала, фазы развития растения в период изоляции эксплантов и подбора питательных сред. Кроме того, на положительный исход введения влияет эффективность и токсичность стерилизующего агента, борьба с фенольным окислением эксплантов и среды, ассортимент регуляторов роста в периоды введения, микроразмножения и ризогенеза. Наибольшие производственные потери происходят на этапе акклиматизации микропобегов в нестерильных условиях, что связывают со слабой работой ферментов для фиксации углерода в необходимых объемах и несформировавшимся водным режимом из-за разницы микроклимата в пробирке и условий открытого грунта. Представлены разные технологии адаптации представителей данного рода к внешним условиям, начиная от подбора субстрата в теплицах до разработки специальных климатических камер с оптимальными условиями. Несмотря на противоречивые результаты, расширяется представление об успешности применения определенных препаратов для рода *Ribes* spp., повышается качество посадочного материала, однако полностью не отработана методика получения чистосортного посадочного материала с учетом сортовых особенностей, и полностью не решены вопросы адаптации на этапе *ex vitro*. **Научная новизна.** Представлен обзор литературы с учетом новых отечественных и зарубежных научных разработок этапов микроклонального размножения ягодных культур в зависимости от видовой принадлежности и генотипа, а также вопрос акклиматизации в условиях *ex vitro*.

Ключевые слова: культура *in vitro*, срок введения в культуру, питательные среды, регуляторы роста растений, укоренение, адаптация *ex vitro*.

Для цитирования: Ряго Н. В. Особенности микроклонального размножения некоторых представителей смородины рода *Ribes* spp.: обзор // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 69–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-69-80.

Дата поступления статьи: 12.04.2023, **дата рецензирования:** 26.04.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Introduction

Since 2013, the volume of the yield of fruits and berries has grown 2.3 times in Russia and in 2022 reached a peak of more than 1.5 million tons of products. In parallel, during this period, over 140 thousand hectares of perennial plantings of fruit and berry crops were laid, of which 66 % were intensive orchards [1].

Berry production requires high costs and includes the costs of planting, tending care before and during fruiting, organization of harvesting and sale of products. To increase the profitability of berry crop cultivation, it is necessary to modernize technologies [2].

Most pathogens, pests and diseases spread mainly with planting material. It is known that the quality of seedlings highly affects the future state of plantations and their productivity [3].

It is impossible to obtain healthy planting material propagating berry crops by traditional methods. *In vitro* culture technology alone or together with other methods of healing (thermo-, chemotherapy) contributes to achieving high elimination of viruses, bacterial and fungal diseases and obtaining more regenerating plants [4].

The plants obtained by this method are characterized by increased frost resistance, enhanced formation of basal shoots, branch buds, high yield (1.5–4 times more), and the seedlings themselves have a higher rooting ability and development of the root system [3; 5].

Currant is a popular and valuable berry crop due to high concentrations of biologically active substances, antioxidants, vitamins, sugars and mineral components. It can be propagated by traditional methods – softwood and hardwood cuttings, layering, bush division and grafting. But these methods cannot provide a high rate of expansion of currant plantings. The use of *in vitro* culture technology is more promising, with the help of which it is possible to obtain a genetically homogeneous and healthy material [6].

Microclonal reproduction is studied taking into account the biological characteristics of the cultivar, so the issue of improving the technique of *in vitro* culture remains relevant, in particular for currants.

The purpose of this study was to generalize the literature data on the technology of microclonal reproduction of *Ribes* spp. representatives.

Methods

The main research method was a comparative analysis of the scientific publications of domestic and foreign experts mainly over the last 20 years on the use of growth regulators in the *in vitro* culture, selection of conditions for introduction, micropropagation and adaptation of berry crops *in vivo*.

Results

Cultivation of plants *in vitro* is currently a popular method of plant reproduction, since it is possible to solve a number of tasks:

- improving the quality of planting material: the increase of genetic homogeneity and cropping power;
- getting healthy plants from viral, bacterial, fungal diseases and pests through the use of meristem culture *in vitro*;
- a large number of the resulting planting material with shorter production terms;
- the possibility of year-round production of plants and their release by a certain date;
- long-term deposition of mericlones without contact with the external environment;
- exchange of plant material with other organizations without the risk of infecting it with quarantine facilities [7].

In breeding, the method of microclonal reproduction makes it easier to create new forms and varieties: the time for releasing valuable genotypes is reduced, the genotypes of parental forms are preserved and the duration of the breeding process is shortened. To date, both in Russia and abroad, the list of species and varieties, to which the method of culture of isolated tissues is being applied, is gradually expanding [7].

According to the degree of involvement in breeding, V. S. Shevelukha and co-authors divided the *in vitro* tissue culture method into two groups:

1. Technologies that supplement breeding: *in vitro* fertilization (overcoming progamous incompatibility); cultivation of ovules and immature hybrid embryos (overcoming postgamous incompatibility); cultivation of anthers and microspores with subsequent production of haploids; cryopreservation of isolated cells, tissues and organs; microclonal reproduction of remote hybrids.

2. Production of new forms and varieties, separate from traditional breeding methods: cell selection using callus cells; somatic hybridization (fusion of isolated protoplasts and production of non-generic hybrids); application of genetic engineering technology [8].

To obtain and cultivate remote hybrids, the following *in vitro* culture methods are used: *in vitro* fertilization, embryoculture, microclonal reproduction of valuable hybrids, haploid production *in vitro*, cryopreservation [8].

The process of microclonal reproduction usually consists of several stages:

1. Preliminary stage: disinfection of the initial plant material taken in the optimal phase of development for introduction into culture.

2. Introduction to *in vitro* culture: organization of favorable conditions for explant cultivation on nutrient medium.

3. Proper microclonal reproduction: stimulating the development of lateral buds by removing apical dominance; micro propagation by cuttings of shoots that have retained apical dominance.

4. Extension of micro-shoots and rhizogenesis.

5. Transfer of test tube plants to *ex vitro* conditions,

adaptation to non-sterile conditions and transplanting into the greenhouse [9; 10].

The effect of the introduction timing and size of explants on the development of micro-shoots. The result of the introduction of *Ribes* spp. representatives into the culture *in vitro* depends mainly on the quality of the source material and on the phase of plant development during the isolation of explants. Annual shoots are suitable for introduction. Usually, both dormant buds taken at the end of winter / early spring and young tops of shoots in the active growth phase (May – June) are used [4; 11–13]. If adult plants serve as the starting material, necrosis of explant tissues and phenolic oxidation may increase, which, according to the authors' assumptions, is associated with the physiological age of the original plant. However, in experiments with golden currant, there are no significant differences in the reproduction coefficient of materials taken from juvenile and adult sources [14].

The size of the explant affects the rate of micro-reproduction. Larger explants reduce the time of obtaining a full-fledged plant; however, this option is only suitable for taking plant material from a virus-free plantation [12].

According to the reports of M. J. S. Cárdenas (2016), the size of the explant affects its survival and small sizes (2–3 mm) are not optimal for high survival of meristems on the medium. The use of explants with a height of 6–10 mm contributes to the preservation of above 50 % of meristems *in vitro*, and this has been confirmed by other authors [13; 15]. C. G. Manole and co-authors took *Ribes rubrum* explants with a size of 3–5 mm, which allowed them to obtain viable micro-plants and study the relationship between the height of sprouts and the concentration of sucrose in the nutrient medium [16].

There is a difference in the growth rates of plants from the meristems of apical and axillary buds [12] and this is associated with inhibition of the growth of axillary buds due to the dominant influence of the leading shoot [17].

Phenolic oxidation and ways to fight it. When buds and micro-shoots are injured during *in vitro* culture and transplants, phenolic compounds are oxidized due to the release of toxic substances. Phenolic oxidation visually looks like darkening of the tissue and nutrient medium and physiologically it interferes with the normal course of growth processes. In this regard, G. P. Atroschenko [18] recommends pretreatment of currant explants with a solution of a mixture of antioxidants (ascorbic acid, EDTA), as well as treatment with these substances before separating conglomerates and transferring them to a new medium of antioxidants. Buds can also be immersed for 30 minutes in an antioxidant mixture of citric and ascorbic acids (0.1 g/l of each acid) [13]. For black currant, S. A. Matushkin recommends pre-washing explants in ascorbic acid

(20.0 mg/l) and transplanting them to a nutrient medium with its content. This procedure will not only reduce the negative effect of phenols on growth, but will also increase the regenerative capacity by 20.0–44.4 % [19]. In experiments with golden currant, glutathione (200 mg/l) had a positive effect). This antioxidant contributed to an increase in the reproduction coefficient of 'Valentine' from 3.9 to 6.8 pcs/explant. The authors noted the manifestation of varietal specificity of the reaction to glutathione [14].

Disinfection of the initial plant material and selection of a sterilizing agent. Disinfection of the starting material is an important step before introduction into culture, since pathogenic microflora – bacteria, fungi and their spores remain on the surface of plant tissues. Before sterilizing explants, they are washed with running water for 30–45 minutes [12]. Also, washing is carried out with the addition of detergents. M. J. S. Cárdenas [13] recommends keeping buds before sterilization in a mixture of fungicidal-bactericidal solution (captan 2.7 g/l + streptomycin 0.5 g/l + benomyl 1.8 g/l) for 12 hours in a shaker to disinfect the explants completely.

The sterilizing agent should neutralize the microflora without damage to plant tissues [9]. The sterilization time is regulated depending on the concentration, type of sterilizing agent and type of the explant. Plants grown in the field are recommended to be sterilized twice with a 24-hour interval. According to the degree of disinfecting effect, sterilizers can be conditionally divided into groups: with strong, medium and weak disinfecting effect.

The group with a strong disinfecting effect includes compounds containing mercury: sulema (mercury chloride (II)), diacid, mercury nitric acid and silver nitric acid. The group with an average disinfecting effect includes chlorine-containing compounds: sodium and potassium hypochlorites, chloramine and chloride lime. Hydrogen peroxide and potassium permanganate have oxidizing properties and belong to the group with a weak disinfecting effect [20].

Various compounds are used as a sterilizer for currants. For *Ribes* spp. the protocol "Micropropagation of *Rubus* and *Ribes* spp." recommends rinsing the buds in 70% alcohol for 1 min and then in 10–12 % calcium hypochlorite solution for 10–12 minutes. If the tops of annual softwood shoots are treated, alcohol treatment should be avoided and the tips of the shoots should be washed in a solution of calcium hypochlorite of the same concentration, but within 5 minutes [12]. M. J. S. Cárdenas [13] used a combination of 70 % ethanol (5 seconds) and 1% sodium hypochlorite solution (10 minutes) for disinfection of three *Ribes* representatives. Contamination of explants varied from 16 to 44 % depending on the type of plant. Chlorine-based disinfectants – 0.3 % solution of HMI UNI S and 1 % solution of HMI Tabidez-56 proved to be optimal for

washing buds, and alternate treatment with them made it possible to achieve 100 % pure culture. However, the explants did not develop for a long time after that, and in some cases died [21]. In experiments with golden currant, 70 % ethanol (3–5 seconds) and 0.1% solution of sulema (mercury (II) chloride) (20 minutes) were used for buds sterilization followed by 4-fold washing with sterile distilled water [14]. An increase in the exposure of 0.1 % sulema from 1 minute to 7 minutes in combination with treatments with 70 % ethanol and 0.2 % benlate led to a decrease in the number of infected explants (from 50 % in 'Fertodi Piros' to 10 % in 'Nenaglyadnaya') and an increase in the number of viable explants [4]. Mercury (II) chloride at a concentration of 0.15 % with the addition of a wetting agent (Tween-20) (immersion for 1 min.) reduced the level of contamination of the medium to an average of 25.7 %, while no darkening of explants or the medium caused by the oxidation of phenolic substances was observed [15]. The application of 0.1 % merthiolate solution (3 minutes) for explant treatment reduced the proportion of contamination to 13.2–64 % [22]. Hydrogen peroxide is used as a sterilizer for fruit crops in various concentrations from 3 to 30 % [4; 23; 24]. Silver nitrate (0.1 %) is used as a sterilizer not only for disinfection of buds, but also seeds [20; 25].

Experience in the use of nutrient media on *Ribes* plants and their modification at the stage of introduction and micro reproduction. The composition of the culture medium significantly affects the success of microclonal reproduction. Murashige – Skoog (MS) medium is more often used for the culture of currant cells, while changing the salt composition depending on the stage of cultivation: introduction, reproduction and rooting of micro-shoots [12; 26]. There are also works using McCown medium for woody plants (WPM), characterized by a lower content of macronutrients [27]. However, it turned out to be unsuitable for 'Detvan', 'Vitan' and 'Rote Hellandische' at the stage of micro-propagation of the tops of shoots. The plants had symptoms of yellowing or chlorosis. 'Rotte Holländische' had a higher multiplication coefficient (2.1 pcs/exp) on MS medium with a BAP content of 1.0 mg/l and 2.0 mg/l than on WPM medium with the same BAP concentrations [15]. In addition to Murashige – Skoog and McCown media, it is possible to use macro- and microsols for the introduction of red currant explants according to the Anderson, Lee and de Fossard media [4; 28]. Most of the valuable fruit and berry crops studied in the work (honeysuckle, aronia, raspberry, blackberry, currant, gooseberry, actinidia, blueberry) showed better results of the reproduction coefficient on the nutrient medium QL compared with MS [29; 30]. The positive effect of the QL nutrient medium was noted in the experiments with gooseberries: the reproduction coefficient increased by 1.3–1.8 times compared to the Murashige – Skoog medium [31]. In

addition to the above-mentioned culture media, DKW (Driver – Kuniyuki Walnut medium) was tested for *Ribes horasanicum*, however, it was less effective than Murashige – Skoog [32].

Vitamins included in the composition of the medium are important for the full development of plants, since vitamins perform various key roles in metabolism (participation in carbohydrate metabolism; as part of energy carriers and activators of phosphoric, carbohydrate and fat metabolism; as part of transaminases; as a component of redox reactions). The following vitamin concentrations are used more often for fruit plants: B1 (thiamine), PP (nicotinic acid), B6 (pyridoxine), H (biotin) in concentrations of 0.1–0.5 mg/l, C (ascorbic acid) – 1.0–3.0 mg/l, mesoinositol – 10–100 mg/l; glycine content varies from 1.0 to 8.0 mg/l [33]. In the studies of N. V. Kukharchik, the following quantitative content of vitamins for red currant is found: B1 – 0.1 and 10 mg/l, B6 – 0.5 and 10 mg/l, PP – 0.5 and 5 mg/l, ascorbic acid – 10 mg/l, mesoinositol – 100 mg/l. Glycine content – 2.0 mg/l [4]. For black currant at the rooting stage, mineral and vitamin complex “Complivit” (2.0 mg/l) was added to the medium to enhance growth [22].

Culture tubes are incubated for 3–4 weeks at a temperature of 22–24 °C with a photoperiod of 16/8 hours [12].

Various growth regulators which are growth and development activators (cytokinins, auxins, gibberellins, etc.) are introduced into the media. Their qualitative and quantitative ratios depend on the objectives of the study and micro-reproduction stage: for proliferation at the stages of reproduction, for the induction of rhizogenesis at the stages of micro-shoots rooting or for the induction of callus formation [33]. Also, the choice of a growth regulator is influenced by the genotype, the rate of reproduction of shoots, the height of shoots and the frequency of genetic variations. Higher concentrations of cytokinin usually cause the proliferation of shoots, but developed shoots have a smaller size and may have signs of hyperhydration [34]. There is also a possibility to detect changes in plant morphology, slowdown of the process of laying and development of axillary meristems, as well as reducing the ability of shoots to rhizogenesis is possible. Due to these undesirable phenomena, the use of the lowest concentrations of cytokinin, which can provide the maximum available rate of micropropagation, or the alternation of culture media with high and low growth regulator content will make it possible to avoid the toxic effects of cytokinins because of their constant presence in the nutrient medium. [35].

Benzylaminopurine (benzyladenine, 6- BAP, BAP) is the most commonly used inducer of shoot formation. The range of BAP concentrations in studies can reach 20 microns [14]. To introduce red currant meristems into the culture *in vitro*, the authors recommend a combination of benzylaminopurine 2.0 mg/l, indolyl-3-butyric acid (IBA) 0.5 mg/l and gibberellic acid (GA) 0.1

mg/l [12]. For red currant at the stage of introducing, the BAP content in the medium is recommended to be kept at 0.2 mg/l, which is significantly lower than for black currant – 0.5 mg/l [4].

At the stage of micro-reproduction proper, there are more references in the literature to the use of benzylaminopurine, and its concentrations vary from 0.4 to 1.0 mg/l.

E. Dziedzic and J. Jagła [12] after 3–4 weeks transferred micro-shoots to MS medium enriched with 1.0 mg/l BAP and 0.1 mg/l IBA. Another combination with benzylaminopurine was also successful: MS medium was supplemented with 1.0 mg/l BAP, 100 mg/l inositol and 2.0 mg/l glycine at pH 5.8 [15].

In the study of M. J. S. Cárdenas [13], a different species reaction to the composition of the medium *in vitro* was noted. The most suitable conditions for the vegetative development of red currant explants were created by a nutrient medium according to Murashige – Skoog supplemented with 0.1 mg/l gibberellic acid (GA), 0.5 mg/l BAP, 0.05 mg/l or 0.1 mg/l 1-naphthaleneacetic acid (NAA). For black currant and gooseberry, on the contrary, such a composition of growth regulators was not suitable: for black currant, MS medium with 0.1 mg/l gibberellic acid (GA) with or without growth regulators did not have a strong effect on the morphogenesis of the explant, and for gooseberry, the presence of only one hormone, gibberellic acid, stimulated the laying of additional buds [13]. Thus, the choice of the type and combination of growth regulators will depend on the genotype selected for micro-propagation.

In the experiments with red currant, MS medium with a mineral composition of 1/2 concentration and a BAP content of 0.4 mg/l, IBA of 0.02 mg/l and GA of 0.2 mg/l allowed to obtain more high shoots with green leaves and a high degree of density [11]. For the reproduction of black currant, the optimal concentration of BAP cytokinin was 0.5–1.0 mg/l (reproduction coefficient 3.0–12.6 pcs/exp) [19]. At the same time, it is not necessary to exclude the influence of the genotype: experiments confirm that reproduction depends not only on the concentration of cytokinins in the medium, but also on the individual reaction of the cultivar. The authors suggest that this is due to the genetic control of the metabolism of various auxins and cytokinins in plant tissue [15].

In addition to BAP, the growth regulator ‘Cytodef’ shows its effectiveness among cytokinins. An active ingredient of this growth regulator is N-(1,2,4-triazol-4-yl)-N'-phenylureas. Under stress, ‘Cytodef’ increases resistance to lack of moisture, provides stable synthesis of chlorophyll and stable operation of the photosynthetic apparatus at low temperatures, accelerates the accumulation of sugars [36]. Thus, the cultivars ‘Shedraya’ and ‘Jonkheer Van Tets’ on MS nutrient medium with the content of ‘Cytodef’ at concentrations of 0.5 and 1.0 mg/l acquired an increase in the number and

total length of shoots by 1.5–2.0 times, in comparison with BAP at the same concentrations [37].

Thidiazuron (TDZ) and forchlorfenuron (CPPU) are also derivatives of diphenylurea. In experiments with cultivars of gooseberry Russkiy and Severnyy Kapitan and honeysuckle Berel, the effects of these drugs and BAP were compared. The survival rate was higher in the presence of TDZ and CPPU (94.5–100 % vs. 85 % in gooseberries and 22 % in honeysuckle with BAP). Larger plants were formed on medium with the addition of BAP (up to 11.3 mm in gooseberries and 30 mm in honeysuckle). According to the reproduction coefficient, forchlorfenuron was more effective on gooseberries (up to 10.2 pcs/exp), while BAP (6.3 pcs/exp) was more effective on honeysuckle [38].

At the stage of blackcurrant proliferation, a high reproduction coefficient was noted – 4.7–7.6 pcs/exp. when kinetin 2.5 mg/l was added to the medium [19].

Gibberellic acid (GA_3) can have a positive effect on the cultivation of shoots: it promotes elongation and development of shoots and reduces the formation of callus [11]. In particular, in experiments with golden currant, its stimulating effect on the length of shoots was noted (they increased by 2 times) with the simultaneous presence of 5 microns of BAP and GA_3 in the medium. This approach is also applied to black currants and blackberries, as the authors note [14]. For red currant, GA was used at a concentration of 0.1–0.2 mg/l [11–13].

When signs of chlorosis are detected, micro-shoots are transferred to a medium with doubled content of iron chelate [12].

The total period of red currant cultivation in the form of actively growing culture at the stage of micro-propagation proper is 7–9 passages (about 9 months), after which the shoots either stop multiplying or turn brown-yellow and die [15]. A decrease in the reproduction rate of *Ribes uva-crispa* L. after the 4th passage on MS medium with 1.0 microns of BAP was shown, and for a number of black currant varieties, on the contrary, the level of BAP 0.5–2.0 mg/l was satisfactory for the induction of shoots and further reproduction. When propagating *in vitro*, red currant turned out to be a difficult crop, for which only the short-term maintenance of varieties is possible, but not the sustainable development on an industrial scale [15].

To lengthen the shoots of black currant, it is recommended to reduce the concentration of BAP in the medium to 0.2 mg/l or add adenine sulfate (50 mg/l) or GA (0.3 and 0.4 mg/l) to BAP (1.0 mg/l). It is possible to cultivate regenerants without hormones, as well as with putting 5.0 mg/l kinetin into the medium [19].

Rhizogenesis and selection of growth regulators for *Ribes* spp. At the rooting stage, the amounts of salts and carbohydrates are usually reduced, cytokinins are excluded and auxins are added [35]. The development of the root system *in vitro* is determined primarily by

the genotype: the predisposition of shoots to rooting. The composition of the nutrient medium has a great influence on rooting, i. e. micro- and macroelements at all stages of micro-reproduction, the source and concentration of carbohydrates, the consistency of the medium, the proportion in the medium and the combination of phytohormones and the direction of their action on the explant, the degree of development of the regenerant itself, etc. However, auxins have a leading influence on the rooting process and without them this process is practically impossible [10].

For hard-to-root genotypes of red currant, a two-stage procedure is used to increase the rate of appearance and development of roots. Before rooting, the shoots are transferred first to a medium with a high content of auxin until the roots appear (about 10–11 days), and then transplanted to a medium without phytohormones to lengthen the roots [12]. Other researchers transfer the shoots to MS medium with a small concentration of BAP (up to 1.0–2.0 microns) and cultivate them for 7–10 days. By virtue of this method, the number of explants suitable for rooting increases by up to 80 % and the negative impact of the accumulation of these growth regulators on rhizogenesis decreases [14].

E. Dziedzic and J. Jagła [12] use Murashige–Skoog medium containing IBA of 1.0 mg/l (2.0 mg/l for hard-to-root genotypes) as the mineral basis of the medium at the stage of rhizogenesis. The concentration of IBA of 1 mg/l contributes to the rooting of up to 70 % of black currant plants during adaptation in autumn (in September). By the end of the growing season, the shoots have a developed root system, 5–7 leaves and reach a height of 15–20 cm [21]. In experiments with golden currant at the rooting stage, researchers used ½ of the MS mineral base supplemented with IBA auxin with a concentration of 2.0 microns, since with a higher concentration (5.0 microns and 10.0 microns), active callus formation is noted, preventing the development of roots. The exception was the Valentine variety, in which the number of shoots with roots increased with a high content of auxin [14]. In the work of C. G. Manole and co-authors [11], the medium for rooting red currant contained 1/5 of the MS macronutrients with the addition of BAP 0.01 mg/l. The shoots were first grown in the darkness for 5 days, then transferred to the light for a period of 3 weeks, later the process of root formation became less intense. The most suitable medium for rooting black currant shoots was Quorin, Lepoivre without the addition of hormones with half content of macronutrients [19].

The use of another auxin, naphthaleneacetic acid (NAA), in the experiments with golden currant was ineffective, since even in low concentrations it caused callusogenesis in the basal part of micro-shoots, and the formation of single roots was recorded only in one cultivar ‘Valentina’. Such undesirable effects when using NAA were noted earlier in experiments with goose-

berries [14]. In the experiments of M. J. S. Cárdenas [13], the combined content of 0.1 mg/l NAA and 0.5 mg/l BAP in the medium had an inhibitory effect on the laying of shoots without a positive effect on their length, which contradicts the work of other scientists who showed that the decrease in BAP from 1.0 mg/l to 0.5 and 0.25 mg/l led to an increase in growth and the number of shoots.

Some researchers note the positive effect of indolyl-3-acetic acid (IAA) on the process of root formation [6; 39; 40]. IAA is the most common and basic natural auxin; according to the degree of compliance with the auxin receptor, it prevails over other compounds. The addition of this auxin to the nutrient medium in comparison with IBA and NAA had a stimulating effect on golden currant shoots greater in strength and quality [14]. However, in experiments with the rooting of black currant micro shoots, the growth and development of roots on media containing IAA was worse than on media containing IBA: the roots acquired an unnatural thickness, lateral roots were not formed and callus growth, reducing the quality of planting material, was observed [10].

Physiological prerequisites for the difficulties of adapting mericlones to non-sterile conditions and working out how to achieve them. One of the most difficult processes is the adaptation of regenerating plants to *ex vitro* conditions. It is at this stage that large losses of plants occur during microclonal reproduction on an industrial scale [41]. Cessation of growth, leaf loss and death are observed in plants, when transplanted into non-sterile conditions. These phenomena are caused, first of all, by the weak control of transpiration by micro-plants themselves and the heterotrophic way of nutrition [42].

For better survival of plants in new conditions, it is necessary to prepare them to overcome stress. First of all, water stress negatively affects regenerants, leading to dehydration of tissues and damage to membranes [43].

Carbohydrates are added to the nutrient medium at all stages of micro-reproduction, since plants *in vitro* are only heterotrophic. Chlorophyll of plants *in vitro* is not fully capable of photosynthesis due to the low content of carbon dioxide in the vessels. The ability to photoautotrophy *in vitro* will vary depending on the type of vessel coating, light intensity, sucrose content in the medium. After transplantation into *ex vitro* conditions, plants do not have time to adapt to photoautotrophy due to carbon-fixing enzymes that do not work at full strength [44; 45].

The leaves of plants from test tubes are able to absorb CO₂ 4–5 times less in comparison with already adapted plants, which is not enough for the needs of the respiration process in photosynthesis products [46; 47]. In this regard, before transferring plants to non-sterile conditions, many scientists recommend to grow

test tube plants for 2 weeks at a light level of 10000 lux [48].

The adaptation technology includes the selection of the substrate and optimal conditions: illumination, photoperiod, air and substrate humidity and temperature regime. Some authors recommend adhering to the following parameters: gentle illumination, active growth temperature (20 °C), high relative humidity – about 95–99 % before the formation of a new leaflet in non-sterile conditions and good aeration [49].

The essence of adaptation is to maintain high humidity in the ground part of the plant and to reduce it systematically. Plants are more often adapted in greenhouse conditions, where high humidity is created. The humidity can be achieved by using artificial fog installations, a wet awning, an individual plastic coating and a “smog” system. Artificial fog allows monitoring the humidity level of the air, but it leads to a decrease in the nutrient content in plants, overwetting of the substrate and creating conditions for the development of fungal diseases [50]. A. B. Burgutin [51] proposed a method in which it is possible to exclude the use of a fog-forming installation during the adaptation of grapes. To do this, it is necessary to remove the plugs from those test tubes in which the shoots occupied the entire height of the container, and leave the plants open for 1.5–2 weeks. After these weeks, the plants should be transplanted together with agar into the soil with the stem deepening into the substrate.

A wet awning in comparison with fog accelerates the adaptation of plants and stimulates their growth more. However, when using it, it is difficult to control the temperature and the required humidity at a particular stage [52].

At the stage of adaptation, plastic food containers with a volume of 0.5 liters with a lid are used. Half of their volume is filled with soil composition, a couple of plants are planted and hermetically covered with a lid. For a period of 3–4 weeks, containers are placed under lamps with a capacity of 4000–5000 lux without the need for watering and additional care. After the time has elapsed, holes with an area of 0.5–1.0 cm² are made in the lid to reduce humidity, and after a week the lids are completely removed. When using this adaptation technique on cherry and plum plants, the yield was 70–90 % [53].

An alternative option is the use of hydroponic installations that contribute to the growth of the height of shoots, the number of leaves, the number and length of roots by the end of the acclimatization period in non-sterile conditions [14].

In most works, adaptation occurs in the soil substrate. Mixtures of 2–4 components (soil, sand, peat, zeolite, vermiculite, humus, etc.), ionite substrates (Cion, Bione, etc.) are most often used as a substrate [49].

Researchers recommend transferring rooted red currant shoots previously washed in water from agar separately to the mixture of soil and perlite 2 : 1 [12]. The high survival rate of currants is also noted on substrates: coconut (96 %), peat + sand (94 %), and turf (90 %) [54]. When evaluating the results of adaptation of regenerating *R. Meyeri* plants to *ex vitro* conditions, a mixture of peat and sand (3 : 1) contributed to the survival rate of 60 % of plants; a mixture of peat, soil and sand (2 : 2 : 1) contributed to the survival rate of 70 % plants [42]. Black currant seedlings showed high survival rate (90–95 %) on peat and peat substrates with the addition of perlite in a ratio of 3 : 1 [55].

The phytosanitary condition of the substrate is very important in the adaptation of plants *ex vitro*. For example, for grapes, the sterilization of sand with a solution of potassium permanganate had a significant impact on the survival of plants. Treatments of the soil substrate with hot steam, 0.1 % solution of fungicides (Benlat, Euparen), antimicrobials with the addition of another fungicide (Terrazol) have proven effectiveness. However, there is an opinion that there is no significant difference between the use of a sterilized and non-sterilized substrate. For example, for the development of strawberries obtained *in vitro*, the best option was a non-sterile mixture of forest soil and sand (3 : 1) [56].

The ideal temperature for growing many types of plants, is +23...+25 °C. At the initial stage of adaptation, exceeding and lowering of this factor will negatively affect the further development of the plant. A systematic decrease in temperature to +15...+20 °C and an increase in the humidity of the substrate transfer the micro-plants to a state of prolonged dormancy with a low probability of getting out of it without the selection of special conditions [57]. The temperature in the range of +40...+45 °C and above when planting plants in combination with high humidity in the adaptation room leads to a violation of the cellular structure of regenerants.

Illumination is one of the important factors influencing the full development of the photosynthetic apparatus of plants *in vitro*. In the culture rooms of biotechnology laboratories, the lighting intensity is usually maintained at 3000–3500 lux and the photoperiod is 16 hours a day / 8 hours a night. In the first weeks after planting plants in the ground, it is recommended to keep the light at the same level. On grape plants, the illumination in the climate chamber of 3000 lux at a temperature of +25...+27 °C showed 100 % efficiency and contributed to the development of the root system [58]. The lack of lighting suppressed the growth and development of plants, which led to plant death in 2–3 weeks [59].

It is recommended to cover the planting of red currants with a transparent plastic film and maintain a constant temperature of 20 ± 1 °C with a photoperiod of 16/8 hours and a light intensity of $300 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

After 5–6 days, the authors advise starting the hardening of plants in a climatic box or greenhouse. In studies, they reduced humidity by removing the lid for an hour, gradually increased the acclimatization time to *ex vitro* conditions for 4 weeks. After 4 weeks, the plants were transferred to the greenhouse, and in the next 4 weeks, the plants were ready to move to field conditions [12].

Blackcurrant plants were kept in conditions of high humidity under the film for longer than two weeks, at a temperature of 22–26 °C, and only then they were gradually accustomed to a decrease in air humidity [55]. The increased humidity of the air did not cause an increase in the intensity of transpiration, which protected the plants against wilting.

Now, special installations (climate chambers) are being developed to adapt test tube plants to non-sterile environmental conditions. Climate chambers are capable to keep the degree of aeration of the soil substrate, humidity and air temperature in a given mode. The main task of the chamber is to mitigate the stress load of plants and ensure a smooth transition to cultivation in new conditions. At the Magarach Institute of the Russian Academy of Sciences (Yalta), the KBWF Binder 240 climate chamber is used. This chamber allows simulating cultivation modes for different stages of the technology of clonal micro-propagation of grapes and helps accelerate adaptation processes while maintaining relatively high viability of grape plants [60]. Prior to that, an adaptation mode was developed and tested there, which allows for partial lignification of grape shoots, which further increases the viability of plants during the adaptation and after the adaptation period [61].

Currently, there is a large range of chambers for the adaptation of plants *in vitro*, but they are all foreign-made and quite expensive. In this regard, some domestic research institutes are developing similar chambers and modes for cultivated plants, which is more cost-effective to produce planting material.

Discussion and Conclusion

Due to the increase in demand for domestic products and state support for the development of their own farms, the number of studies aimed at modernizing existing technologies for growing plants is increasing. The researchers include more and more new growth regulators, sterilizers in technological maps, and improve ways to adapt plants to non-sterile conditions in order to reduce plant losses. For currants in the early 2000s, there was little work on *in vitro* culture. Now there are much more of such work: there are protocols for microclonal reproduction, various recommendations for a greater yield of developed plants. Despite sometimes contradictory results, the idea of the success of using certain drugs for currants is expanding. Thanks to further tests, the quality of planting material will increase, which should have a positive effect on the productivity of berry crops and the profitability of production.

References

1. Shokurova E. Proizvodstvo plodovo-yagodnoy produktsii v Rossii prevysilo 1,5 mln tonn [Production of fruit and berry products exceeded 1.5 million tons in Russia] [e-resource]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/39833-proizvodstvo-plodovo-yagodnoy-produktsii-v-rossii-prevysilo-1-5-mln-t> (date of reference: 30.03.2023). (In Russian.)
2. Khromenko V. V., Vorob'yev V. F. Tekhnologicheskiye zatraty i ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya yagodnykh kul'tur [Technological costs and economic efficiency of growing berry crops] // Horticulture and viticulture. 2013. No. 2. Pp. 44–48. (In Russian.)
3. Pronina I. N., Matushkina O. V. Ekonomicheskiye aspekty ispol'zovaniya klonal'nogo mikrorazmnozheniya v sisteme proizvodstva posadochnogo materiala plodovykh i yagodnykh kul'tur [Economic aspects of using clonal micropropagation in the system of production of planting material of fruit and berry crops] // Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2011. Vol. 26. Pp. 82–88. (In Russian.)
4. Kukharchik N. V., Kastritskaya M. S., Semenas S. E., Kolbanova E. V., Krasinskaya T. A., Volosevich N. N., Solovey O. V., Zmushko A. A., Bozhiday T. N., Rundya A. P., Malinovskaya A. M. Razmnozheniye plodovykh i yagodnykh rasteniy v kul'ture *in vitro* [Reproduction of fruit and berry plants in culture *in vitro*]. Minsk: Belaruskaya navuka, 2016. 208 p. (In Russian.)
5. Orazbayeva G. K., Khasanova V. T., Isakov A. R., Shvidchenko V. K. Klonal'noye razmnozheniye rasteniy chernoy smorodiny (*Ribes nigrum* L.) *in vitro* [Clonal propagation of black currant plants (*Ribes nigrum* L.) *in vitro*] // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. 2012. No. 1 (72). Pp. 115–124. (In Russian.)
6. Ishmuratova M. M., Golovina L. A. Razmnozheniye sortov smorodiny chernoy (*Ribes nigrum* L.) bashkirskoy selektsii v kul'ture *in vitro* [In vitro propagation of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cultivars of bashkir breeding] // Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences. 2017. Vol. 27. No. 4. Pp. 455–461. (In Russian.)
7. Suleymanova S. J. Mikroklonal'noye razmnozheniye plodovykh kul'tur (obzor) [Microclonal propagation of fruit crops (review)] // East European Scientific Journal. 2016. No. 11. Pp. 47–54. (In Russian.)
8. Shevelukha V. S., Kalashnikova E. A., Voronin E. S., Kovalev V. M., Kovalev A. A., Kochiyeva E. Z., Novikov N. N., Provorov, N. A., Prokof'yev M. I., Pronina N. B., Sventitskiy I. O., Tikhonov I. V., Tikhonovich I. A. Sel'skokhozyaystvennaya biotekhnologiya [Agricultural biotechnology] // Under the editorship of V. S. Shevelukha. Moscow: Vysshaya shkola, 1998. 416 p. (In Russian.)
9. Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur [Program and methodology for breeding fruit, berry and nut crops] // Under the general editor ship of E. N. Sedov. Oryol: Russian research institute of fruit crop breeding, 1995. 502 p. (In Russian.)
10. Geneticheskiye osnovy selektsii: v 4 t. T. 3. Biotekhnologiya v selektsii rasteniy. Kletochnaya inzheneriya [Genetic foundations of breeding: in 4 vol. Vol. 3. Biotechnology in plant breeding. Cell engineering] / Under the editorship of A. V. Kil'chevskiy, L. V. Khotyleva. Minsk: Belaruskaya navuka, 2012. 489 p. (In Russian.)
11. Manole C. G., Balan V., Mencinicopschi I. C., Golea D., Rodino S., Butu, A. The influence of growth regulators concentrations on *in vitro* micropropagation of *Ribes rubrum* species // Scientific Bulletin, Series F, Biotechnologies. 2012. Vol. 16. Pp. 26–29.
12. Dziedzic E., Jagla J. Micropropagation of *Rubus* and *Ribes* spp. // Protocols for Micropropagation of Selected Economically-Important Horticultural Plants. 2013. Pp. 149–160. DOI: 10.1007/978-1-62703-074-8_11.
13. Cárdenas M. J. S. Adaptación de protocolos de establecimiento *in vitro* de *Ribes rubrum* L., *Ribes nigrum* L. y *Ribes uva-crispa* L.: doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile. 2016. 41 p. (In Spanish.)
14. Erst A. A., Vechernina N. A. Razmnozheniye *Ribes aureum* (sem. *Grossulariaceae*) v kul'ture *in vitro* [Propagation of *Ribes aureum* (family of *Grossulariaceae*) in *in vitro* culture] // Biotechnology. 2010. No. 5. Pp. 37–44. (In Russian.)
15. Sedlák J., Paprštein F. *In vitro* establishment and proliferation of red currant cultivars // Hort. Sci. Prague. 2012. Vol. 39. No. 1. Pp. 21–25. DOI: 10.17221/40/2011-HORTSCI.
16. Manole C., Bălan V., Tudora C., Butu M., Fidler G., Rodino S., Golea D., Butu A. Influence of sucrose concentration on *in vitro* multiplication of *Ribes rubrum* species // Banat's Journal of Biotechnology. 2011. Vol. 2. No. 4. Pp. 73–75.
17. Vechernina N. A., Plaksina T. V., Tikhomirova L. I. Biotekhnologicheskiye metody sokhraneniya i izmeneniya genomov sadovykh rasteniy [Biotechnological methods for preserving and changing the genomes of garden plants] // Programma rabot selektsionno-nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva Sibiri imeni M. A. Lisavenko do 2030 goda. Novosibirsk: Nauchno-issledovatel'skiy institut sadovodstva Sibiri imeni M. A. Lisavenko Sibirskogo otdeleniya Rossel'khozakademii NII. 2011. Vol. 3. Pp. 51–56. (In Russian.)
18. Sposob klonal'nogo mikrorazmnozheniya smorodiny i antioksidant dlya klonal'nogo mikrorazmnozheniya smorodiny [Method of clonal micromultiplication of currant and antioxidant for currant clonal micromultiplication]

tion] / G. P. Atroshchenko Patent 20080060 Russian Federation No. 94007611/13; application: 1.03.1994, date of publication: 27.05.1997. 7 p. (In Russian)

19. Matushkin S. A. Optimizatsiya elementov tekhnologii razmnzheniya smorodiny chernoy i kryzhovnika *in vitro*: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Optimization of the elements of the technology of reproduction of black currant and gooseberry *in vitro*: abstract of the dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University, 2020. 24 p. (In Russian.)

20. Kutas E. N., Garaninova M. V. Vliyaniye sterilizuyushchikh soyedineniy na vykhod zhiznesposobnykh eksplantov rododendronov (*Rhododendron* L.) pri vvedenii v kul'turu *in vitro* [Influence of sterilizing compounds on the yield of viable explants rhododendron (*Rhododendron* L.)] // Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. 2015. No. 2. Pp. 13–17. (In Russian.)

21. Kovalenko G. Biotehnologicheskiye priyemy razmnzheniya yagodnykh kul'tur [Biotechnological methods of berry crop propagation] // Horticultură, Viticultură și vinificație, Silvicultură și grădini publice, Protecția plantelor. 2010. Vol. 24. Pp. 197–199. (In Russian.)

22. Skovorodnikov D. N. Klonal'noye mikrorazmnzheniye v uskorenii selektsionnogo protsessa smorodiny chernoy [Clonal micropropagation in accelerating the breeding process of black currant] // Belgorod State University Scientific Bulletin. Series Natural Sciences. 2012. Vol. 21. No. 21-1 (140). Pp. 58–61. (In Russian.)

23. Shakhov V. V., Fedotova I. E., Tashmatova L. V., Matsneva O. V., Khromova T. M. Sravnitel'nyy analiz sterilizatorov na osnove periodizatsii ikh ispol'zovaniya [Comparative analysis of sterilizers on the basis of periodization of their use] // The Bulletin of KrasGAU. 2019. No 12 (153). Pp. 38–42. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-38-42. (In Russian.)

24. Kambarova A., Karipbayeva R. K., Bakhtaulova A. S. Poluchenie asepticheski chistoy kul'tury smorodiny Meyera dlya vvedeniya v kul'turu *in vitro* [Obtaining an aseptically pure 'Meyer' currant culture for *in vitro* culture] // Seleksiya i sortorazvedeniye sadovykh kul'tur. 2020. Vol. 7. No. 1-2. Pp. 80–82. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-38-42. (In Russian.)

25. Sakhvon E. V., Kudryashova O. A., Vaynovskaya I. F., Volotovych A. A. Sravnitel'nyy analiz sposobov asepticheskogo vvedeniya v kul'turu *in vitro* rasteniy *Melittis sarmatica* Klok. [Comparative analysis of administration aseptical in culture *in vitro* plants *Melittis sarmatica* Klok.] // Bulletin of Polessky State University. Series in Natural sciences. 2016. No. 1. Pp. 22–27. (In Russian)

26. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures // Physiologia plantarum. 1962. Vol. 15 (3). Pp. 473–497. DOI: 10.1111/J.1399-3054.1962.TB08052.X.

27. Lloyd G., McCown B. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. 1980. Vol. 30. Pp. 421–427.

28. Anderson W. C. A revised tissue culture medium for shoot multiplication of rhododendron // Journal of the American Society for Horticultural Science. 1984. Vol. 109. Pp. 343–347. DOI: 10.21273/JASHS.109.3.343.

29. Quorin M., Lepoivre P. Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. // Acta Horticulturae. 1977. Vol. 78 (4). Pp. 437–442. DOI: 10.17660/ActaHortic.1977.78.54.

30. Molkanova O. I., Koroleva O. V., Stakheyeva T. S., Krakhmaleva I. L., Meleshchuk E. A. Sovershenstvovaniye tekhnologii klonal'nogo mikrorazmnzheniya tsennykh plodovykh i yagodnykh kul'tur dlya proizvodstvennykh usloviy [Improvement of clonal micropropagation technology of valuable fruit and berry crops varieties for commercial conditions] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. Vol. 32 (9). Pp. 66–69. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10915. (In Russian.)

31. Krakhmaleva I. L., Molkanova O. I. Osobennosti razmnzheniya sortov kryzhovnika v kul'ture *in vitro* [Peculiarities of *in vitro* propagation of gooseberry varieties] // Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2020. Vol. 62. Pp. 105–114. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-62-105-114. (In Russian.)

32. Daroudi H., Akbari M., Hosseini S. M., Hajiyani Shahri M. Micropropagation of *Ribes khorasanicum* species by tissue culture // Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 2015. Vol. 23. No. 1. Pp. 65–76. DOI: 10.22092/IJRPBGR.2015.101539. (In Persian.)

33. Dzhigadlo E. N., Dzhigadlo M. I., Golyshkina L. V. Metodicheskiye rekomendatsii po ispol'zovaniyu biotehnologicheskikh metodov v rabote s plodovymi, yagodnymi i dekorativnymi kul'turami [Guidelines for the use of biotechnological methods in the work with fruit, berry and ornamental crops]. Oryol: Russian research institute of fruit crop breeding, 2005. 51 p. (In Russian)

34. Bad'yakov I., Georgiev V., Georgieva M., Dincheva I., Vrancheva R., Ivanov I., Georgiev D., Hristova D., Kondakova V., Pavlov A. Bioreactor technology for *in vitro* berry plant cultivation // In: Plant Cell and Tissue Differentiation and Secondary Metabolites: Fundamentals and Applications / K. G. Ramawat, H. M. Ekiert, S. Goyal (eds.). Cham: Springer, 2021. Pp. 383–431. DOI: 10.1007/978-3-030-30185-9_18.

35. Timofeeva O. A., Nevmerzhitskaya Yu. Yu. Klonal'noye mikrorazmnozheniye rasteniy: uchebno-metodicheskiye posobiye [Clonal micropropagation of plants: Educational and methodical manual]. Kazan: Kazan Federal University, 2012. 56 p. (In Russian.)
36. Tsitodef-100 [Cytodef-100] [Electronic resource] // Agrosintez [website]. URL: <https://agrosintez.ru/catalog/czitodef-100-vrp> (date of reference: 3.03.2022). (In Russian.)
37. Makarov S. S., Chudetskiy A. I., Kuznetsova I. B. Vliyaniye tsitokininov na protsess pobegoobrazovaniya rasteniy krasnoy smorodiny na etape "sobstvenno mikrorazmnozheniye" [The effect of cytokinins on the process of shoot formation of red currant plants at the stage of "true micropropagation"] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 3 (83). Pp. 101–103. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-101-103. (In Russian.)
38. Milekhina N. V., Skovorodnikov D. N. Vliyaniye proizvodnykh difenilmocheviny na vvedeniye v kul'turu *in vitro* yagodnykh rasteniy [Influence of diphenyl-urea derivatives on small fruit introduction in culture *in vitro*] // Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. 2017. No. 4 (62). Pp. 30–34. (In Russian.)
39. Matsneva O. V., Tashmatova L. V. Klonal'noye mikrorazmnozheniye zemlyaniki – perspektivnyy metod sovremennogo pitomnikovodstva (obzor) [Clonal micro-propagation of strawberries is a promising method of modern nursery practice (review)] // Contemporary Horticulture. 2019. No. 4. Pp. 113–119. DOI: 10.24411/2312-6701-2019-10411. (In Russian.)
40. Sidorevich M. S. Razrabotka etapa mikroklonal'nogo razmnozheniya v introduktsii smorodiny krovavo-krasnoy [Development of the stage of microclonal propagation in the introduction of blood-red currant] // Ustoychivoye razvitiye: regional'nyye aspekty: sbornik materialov XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh. Brest, 2019. Pp. 429–431. (In Russian.)
41. Kim K. W., Byun M. S., Kang M. S. Effect of ABA and agar in preventing verticillium of carnation plantlets cultured *in vitro* // Journal of the Korean Society for Horticultural Science. 1988. Vol. 29. No. 3. Pp. 208–215.
42. Karipbayeva R. K., Kanayev A. T., Ismailova M. E., Khani A. B. Adaptatsiya regenerantov smorodiny Mey-Yera (*Ribes Meyeri*) k usloviyam *ex vitro* [Adaptation of Meyer currant regenerants (*Ribes Meyeri*) to *ex vitro* conditions] // Ustoychivoye razvitiye territoriy: teoriya i praktika: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sibay, 2020. Pp. 159–161. (In Russian.)
43. Demenko V. I., Lebedev V. G. Adaptatsiya rasteniy, poluchennykh *in vitro*, k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of plants obtained *in vitro* to non-sterile conditions] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2011. No 1. Pp. 60–70. (In Russian.)
44. Ivanova-Khanina L. V. Adaptatsiya rasteniy-regenerantov ezheviki k usloviyam *ex vitro* [Adaptation of blackberry plants-regenerators to *ex vitro* conditions] // Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry. 2019. Vol. 5 (71). No. 1. Pp. 30–39. (In Russian.)
45. Crane J., Hughes H. Medium overlays for improved hardening of micropropagated potatoes // Horticultural Science. 1990. Vol. 25 (7). Pp. 794–795. DOI: 10.21273/HORTSCI.25.7.794.
46. Giang D. T. T., Tanaka M. Photoautotrophic micropropagation of *Epidendrum* (*Orchidaceae*) using disposable, gas permeable film vessel // Propagation of Ornamental Plants. 2004. Vol. 4 (2). Pp. 41–47.
47. Xiao Y., Kozai T. Comparison of micropropagation costs by photoautotrophic and photomixotrophic systems // Agriscell Report. 2004. Vol. 4. Pp. 5–7.
48. Gront B. W. W. Photosynthesis of regenerated plantlets *in vitro* and the stresses of transplantins // Acta Horticulturae. 1988. Vol. 230. Pp. 129–135.
49. Pavlova I. A., Gavrilenko I. V., Matyash Yu. S., Gavrilenko A. V., Shanin D. A., Likhovskoy V. V., Goncharenko V. A. Faktory effektivnoy adaptatsii rasteniy vinograda *in vitro* k usloviyam *ex vitro* [Original research factors of effective adaptation of grape plants *in vitro* to *ex vitro* conditions] // Magarach. Viticulture and winemaking. 2021. Vol. 23. No. 3. Pp. 226–232. DOI: 10.35547/IM.2021.30.22.003. (In Russian.)
50. Polyakov S. A., Rastorguyev S. L., Verzilin A. V. Adaptatsiya rasteniy-regenerantov zemlyaniki k nesteril'nym usloviyam [Adaptation of strawberry regenerated plants to non-sterile conditions] // Povysheniye effektivnosti sadovodstva v sovremennykh usloviyakh: materialy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Michurinsk, 2003. Vol. 2. Pp. 335–339. (In Russian.)
51. Burgutin A. B. Mikroklonal'noye razmnozheniye rasteniy vinograda. Perevod probirochnykh rasteniy v pochvennyuyu kul'turu [Micropropagation of grapes. Converting Test Tube Plants to Soil Culture] // Biologiya kul'tiviruyemykh kletok i biotekhnologiya: tezisy dokladov mezhdunarodnoy konferentsii. Novosibirsk, 1988. P. 12. (In Russian.)
52. Zhang B., Stoltz L. P. Acclimatization systems for *Euphorbia fulgens* microcuttings // HortScience. 1989. Vol. 24 (6). Pp. 1025–1026.
53. Kornatskiy S. A. Naiboleye znachimyye elementy promyshlennoy tekhnologii klonal'nogo mikrorazmnozheniya drevesnykh kul'tur [The most significant elements of the industrial technology of clonal micropropagation of tree crops] // Promyshlennoye proizvodstvo ozdorovlennogo posadochnogo materiala plodovykh, ya-

godnykh i tsvetочно-dekorativnykh kul'tur: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moscow, 2001. Pp. 103–104. (In Russian.)

54. Makarov S. S., Kuznetsova I. B., Chudetskiy A. I. Izucheniye protsessа adaptatsii krasnoy smorodiny *in vitro* k nesteril'nyim usloviyam *in vivo* [Studies on the adaptation process of red currant *in vitro* to non-sterile conditions *in vivo*] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 5 (85). Pp. 104–107. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-104-107. (In Russian.)

55. Kovaleva I. S., Matsneva A. E., Khanbabayeva O. E., Mazayeva A. S. Vvedeniye v kul'turu *in vitro* i klonal'noye mikrorazmnozheniye perspektivnogo seyantsа smorodiny chernoy (*Rubus nigrum* L.) [The introduction to culture *in vitro* and clonal micropropagation of perspective seedling of black currant (*Rubus nigrum* L.)] // The Bulletin of KrasGAU. 2019. No. 12 (153). Pp. 43–48. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-12-43-48. (In Russian.)

56. Muratova S. A., Trunov I. A., Melekhov I. D. Osnovnyye faktory, opredelyayushchiye uspekhi perevoda mikrorasteniy v nesteril'nyye usloviya [Main factors determining the success of the transfer of microplants to non-sterile conditions] // Nauka i obrazovaniye. 2020. Vol. 3. No. 4. Pp. 298. (In Russian.)

57. Trunov I. A., Khoroshkova Yu. V. Optimizatsiya usloviy rosta mikrorasteniy sadovykh kul'tur na etape adaptatsii [Optimization of growing conditions of microplants of horticultural crops on the adaptation stage] // Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2020. No. 1. Pp. 90–97. (In Russian.)

58. Byadovskiy I. A. Optimizatsiya usloviy rosta kostochkovykh kul'tur posle mikrorazmnozheniya: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Optimization of growth conditions for stone fruit crops after micropropagation: abstract of the dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Moscow: Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, 2007. 25 p. (In Russian.)

59. Pierik R. L. M., Steegmans H. H. M., Sprenkels P. A. Micropropagation of lilac (*Syringa vulgaris* L.) // Biotechnology in agriculture and forestry. 1992. Vol. 20. Pp. 407–426.

60. Pavlova I. A., Klimenko V. P. Modelirovaniye klimaticheskikh usloviy dlya adaptatsii rasteniy vinograda *in vitro* k usloviyam *in vivo* [Modeling of the climatic conditions for the adaptation of grape plants *in vitro* to conditions *in vivo*] // Scientific works of SKFNTsSVV. 2019. Vol. 25. Pp. 164–168. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-164-168. (In Russian.)

61. Klimenko V. P., Pavlova I. A. Sozdaniye posadochnogo materiala vinograda vysokikh biologicheskikh kategoriy kachestva na osnove ispol'zovaniya sovremennykh agrobiotekhnologiy [Production of grapevine planting material of high biological quality using modern agrobiotechnologies] // Magarach. Viticulture and winemaking. 2018. No. 4. Pp. 34–36. (In Russian.)

Author's information:

Nelli V. Ryago¹, junior researcher, ORCID 0000-0003-2871-6126, AuthorID 1110256; +7 996 164-79-91, ryago@orel.vniispk.ru

¹Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), Zhilina, Russia

Применение экстерьерной оценки в селекции крупного рогатого скота голштинской породы

Н. И. Татаркина^{1✉}, М. А. Свяженина¹, Е. А. Пономарева¹

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

✉E-mail: tatarkinani@gausz.ru

Аннотация. Экстерьерная оценка крупного рогатого скота является дополнительным ресурсом при проведении селекции, она позволяет не только типизировать стадо, но и уточнять племенную ценность животных, выявлять направление последующей племенной работы. **Цель исследования** – оценка экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы для последующего совершенствования стада. **Методы.** Для характеристики животных по экстерьерным показателям в динамике исследования проводились в 2019 г. и 2021 г. Проведение оценки экстерьера осуществлялось несколькими методами: снятие промеров, расчет индексов телосложения, линейная оценка экстерьера по системам А и Б с учетом выявленных у животных недостатков и пороков телосложения [1]. Оценка экстерьера в соответствии с методикой линейной оценки проводилась у коров первой лактации в период с 30-го по 150-й день лактации. **Результаты.** Проведенные исследования показали, что в экстерьер стада под действием препотентных быков-производителей может измениться достаточно быстро. В течение одного поколения изучаемое стадо несколько уклонилось в сторону использования большего количества животных нежного типа телосложения, что подтвердилось получением относительно более крупных животных при практически не изменившейся оценке за крепость телосложения и уменьшении индекса костистости на 0,4 % ($P < 0,001$). Наиболее показательно в этом плане изменение параметров линейной оценки, дающей более подробную характеристику экстерьера, в том числе с фиксированием недостатков. Повышение числа недостатков у коров первой лактации в 2021 г. также подтверждает произошедшие в стаде изменения. **Научная новизна** исследования заключается в интерпретации полученных результатов исследования для последующего формирования рекомендаций с целью повышения эффективности использования крупного рогатого скота в условиях промышленного производства молока.

Ключевые слова: молочный скот, голштинская порода, экстерьер, линейная оценка, селекция.

Для цитирования: Татаркина Н. И., Свяженина М. А., Пономарева Е. А. Применение экстерьерной оценки в селекции крупного рогатого скота голштинской породы // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 81–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-81-90.

Дата поступления статьи: 04.05.2023, **дата рецензирования:** 15.06.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

The use of exterior assessment in the selection of Holstein cattle

N. I. Tatarkina^{1✉}, M. A. Svyazhenina¹, E. A. Ponomareva¹

¹Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

✉E-mail: tatarkinani@gausz.ru

Abstract. Evaluation of the conformation of cattle is an additional resource for selection. Exterior assessment allows you to level the herd, clarify the breeding value of animals, and identify the direction of breeding work. **The purpose** of the study is to evaluate the conformation of Holstein cattle in order to improve the herd in the future. **Methods.** The studies were carried out in 2019 and 2021. The conformation was evaluated in two generations of cows. The evaluation of the herd twice revealed the changes that had taken place. The assessment of the exterior was carried out by several methods: taking measurements; calculation of body indexes; linear assessment of the exterior according to systems A and B, taking into account the shortcomings and defects in the physique of animals

[1]. The assessment of the exterior of cows of the first lactation was carried out in accordance with the method of linear assessment. The evaluation period is from 30 to 150 days of lactation. **Results.** Studies have shown that the conformation of a herd can change rather quickly under the influence of sires with a strong heredity. The studied herd veered towards the delicate body type within one generation. The receipt of tender animals is confirmed by the fact that the cows have become larger, but the width of the sternum (body strength) has not changed much. The bone development index decreased by 0.4 % ($P < 0.001$) in cows in the 2021 group. The number of deficiencies in cows in 2021 has increased compared to cows in the 2019 group. This confirms the changes that have taken place in the herd. The linear assessment of the exterior of the cows turned out to be the most accurate, as it made it possible to characterize the cows and identify shortcomings in the physique. **The scientific novelty** of the study lies in the interpretation of the results of the study to develop recommendations that can be used to improve the herd. This will increase the efficiency of the use of cattle in the conditions of industrial milk production.

Keywords: dairy cattle, Holstein breed, exterior, linear assessment, selection.

For citation: Tatarkina N. I., Svyazhenina M. A., Ponomareva E. A. Primenenie ekster'ernoy otsenki v selektsii krupnogo rogatogo skota golshtinskoy porody [The use of exterior assessment in the selection of Holstein cattle] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 81–90. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-81-90. (In Russian.)

Date of paper submission: 04.05.2023, **date of review:** 15.06.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Экстерьерная оценка крупного рогатого скота является одной из наиболее важных при характеристике племенных качеств животных [2, с. 228; 3, с. 214; 4, с. 256]. Важность экстерьерной оценки диктуется необходимостью оставления на племя наиболее гармонично сложенных животных, которые, обладая правильным, функциональным телосложением, характерным для своего направления продуктивности, будут обладать еще и высокой продуктивностью [5, с. 373; 6, с. 218]. Кроме того, экстерьер крупного рогатого скота позволяет не только судить о направлении продуктивности животного, о состоянии его здоровья и физической крепости, о породной принадлежности и типичности для данной породы, об индивидуальных особенностях животного, но и проявлять генетически заложенные способности к продуцированию [7, с. 51]. Практикой установлены требования к телосложению молочного скота, для которого должны быть характерны: длинное туловище с прямой спиной, глубокая и широкая грудь, крепкие и правильно поставленные конечности, технологичное и объемистое вымя, общая крепость конституции, отсутствие недостатков и пороков телосложения [8, с. 259]. Гармонично развитые животные характеризуются рядом ценных качеств, которые в основном заключаются в их способности производить достаточно высокий объем качественной продукции в течение длительного времени использования [9]. Именно животные, обладающие такими свойствами, составляют основу любого стада, эффективно производящего продукцию как с селекционной, так и с экономической точки зрения [10, с. 176]. Следовательно, работа со стадом по улучшению типа телосложения требует проведения экстерьерной оценки

животных и позволяет выявить возможные отклонения в их развитии, а также сделать корректировку в направлении осуществляемой племенной работы.

Цель исследования заключается в оценке экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы в динамике разведения стада для корректировки последующего селекционного процесса.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили на стаде крупного рогатого скота голштинской породы. Характеристика животных по телосложению осуществлялась с использованием утвержденной во ВНИИплем методики по оценке племенного материала, а именно «Правил оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород. СНПплем Р10 – 96» [1]. В соответствии с методикой животных оценивали на 2–5-м месяце первой лактации. Оценка проводилась по 18 признакам системы А, использующей девятибалльную шкалу, и пяти показателям системы Б (по стобалльной шкале). Дополнительно проводилось выявление недостатков и пороков телосложения. Для возможности сравнения животных разных поколений и характеристики изменений, произошедших в стаде, проводилась оценка животных первой лактации в 2019 г. и 2021 г. Количество оцененных животных составляло не менее 50 % от общего поголовья животных данной возрастной группы, а именно 283 головы в 2019 г. и 205 голов в 2021 г. Так как выборка животных была случайной (только с учетом периода лактации и возраста), то выявленные особенности телосложения можно использовать как общие для стада. Все данные, полученные в ходе исследований, были обработаны с применением методов биологической статистики с использованием программы Microsoft Excel на ПК.

Результаты (Results)

Молочное скотоводство на современном этапе основывается на использовании наиболее продуктивных пород скота. Сейчас одной из таких пород является голштинская, имеющая всемирное признание как самая молочная порода. Однако, наряду с высокой молочной продуктивностью существуют и некоторые проблемы, связанные с данной породой. Одной из проблем ее использования является относительно низкий срок продуктивного долголетия. Коровы голштинской породы, обладая высокой продуктивностью, часто характеризуются относительной нежностью телосложения. Поэтому отбор коров с учетом гармоничности их телосложения может повлиять как на продуктивность, так и на продолжительность хозяйственного использования [11, с. 100]. Характеристика коров по промерам позволяет точно дать оценку габаритов животных, степень стандартизации стада. Так как голштинский скот скороспелый, то уже к первой лактации формируются коровы довольно крупные и хорошо развитые, способные производить достаточно большое количество продукции [12, с. 226]. Коровы первой лактации, имеющиеся в хозяйстве, характеризуются довольно высокой однородностью по выраженности разных промеров, коэффициенты вариации относительно невысоки, их величины не превышают порог 7,1 % (таблица 1).

Животные обладают высоким ростом, хорошо развитым и объемистым туловищем, по промерам практически полностью соответствуют требова-

ниям к голштинской породе по методике породоспытаний на отличимость, однородность и стабильность [13]. Присутствующие отличия по промерам незначительны и колеблются в пределах 1,0–7,0 %.

При сравнении коров первой лактации 2019 г. и 2021 г. наблюдаются хотя и незначительные, но достоверные отличия. Так, у первотелок 2021 года, наблюдается повышение следующих промеров: высота в холке на 1,53 см или на 1,1 %; ширина груди на 3,6 (8,6 %); глубина груди на 2,9 см (4,0 %); обхвата груди за лопатками на 5,9 см (3,0 %). Наряду с этим наблюдается снижение промеров косой длины туловища на 4,8 см, или 2,9 %, и обхвата пясти на 0,4 см, или 2,1 %. То есть можно заключить, что животные стали выше, объемистее в грудной клетке, но несколько укороченные и менее костистые.

Показатели высоты в холке, глубины груди, обхвата груди за лопатками коров первой лактации 2021 г. соответствуют требованиям, предъявляемым голштинской породе (методика ООС, 1997).

Так как промеры дают только представление о размерах животного, то для оценки гармоничности их развития, типа телосложения и соответствия направлению последующего использования применяют индексную оценку (таблица 2).

Проведение сравнения полученных индексных оценок с рекомендуемыми показателями для голштинской породы (методика ООС, 1997) указывает на некоторые характерные для конкретного стада особенности телосложения у коров первой лактации, выращенных и используемых в хозяйстве.

Таблица 1
Промеры туловища коров первой лактации, см

Промер	ООС для голштинской породы [13]	2019 г.		2021 г.	
		$X \pm Sx$	$Cv, \%$	$X \pm Sx$	$Cv, \%$
Высота в холке	Более 136	$134,6 \pm 0,20$	2,5	$136,1 \pm 0,21^{***}$	2,2
Ширина груди	Более 47	$42,0 \pm 0,15$	6,1	$45,6 \pm 0,15^{***}$	4,4
Глубина груди	Более 71	$73,0 \pm 0,09$	2,1	$75,9 \pm 0,15^{***}$	2,7
Обхват груди	Более 195	$194,8 \pm 0,40$	3,5	$200,7 \pm 0,44^{***}$	3,0
Косая длина туловища	Более 165	$165,8 \pm 0,35$	3,6	$161,0 \pm 0,27^{***}$	7,1
Обхват пясти	16–19	$18,7 \pm 0,04$	3,5	$18,3 \pm 0,04^{***}$	2,8

Примечание. Здесь и далее достоверность разницы между показателями разных лет исследований у коров 1 лактации * $P < 0,05$,

** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Table 1
Body measurements of cows of the 1st lactation, cm

Measurement	DUS for the Holstein breed [13]	2019		2021	
		$X \pm Sx$	$Cv, \%$	$X \pm Sx$	$Cv, \%$
Height at the withers	More than 136	134.6 ± 0.20	2.5	$136.1 \pm 0.21^{***}$	2.2
Chest width	More than 47	42.0 ± 0.15	6.1	$45.6 \pm 0.15^{***}$	4.4
Chest depth	More than 71	73.0 ± 0.09	2.1	$75.9 \pm 0.15^{***}$	2.7
Chest girth	More than 195	194.8 ± 0.40	3.5	$200.7 \pm 0.44^{***}$	3.0
Oblique body length	More than 165	165.8 ± 0.35	3.6	$161.0 \pm 0.27^{***}$	7.1
Pastern girth	16–19	18.7 ± 0.04	3.5	$18.3 \pm 0.04^{***}$	2.8

Note. Here and further, the reliability of the difference between the indicators of different years of research in cows of 1 lactation * $P < 0,05$,

** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Таблица 2

Индексы телосложения коров 1-й лактации, %

Индекс	По ООС для голштинской породы [13]	2019 г.		2021 г.	
		$X \pm Sx$	$Cv, \%$	$X \pm Sx$	$Cv, \%$
Длинноногости	$\approx 47,8$	$45,7 \pm 0,06$	2,4	$44,2 \pm 0,11^{***}$	3,3
Растянутости	$\approx 121,3$	$123,2 \pm 0,27$	3,8	$118,3 \pm 0,21^{***}$	2,5
Грудной	$\approx 66,2$	$57,6 \pm 0,20$	5,9	$60,1 \pm 0,14^{***}$	3,2
Сбитости	$\approx 118,2$	$117,7 \pm 0,33$	4,8	$124,7 \pm 0,22^{***}$	2,5
Костистости	11,8–14,0	$13,9 \pm 0,03$	3,8	$13,4 \pm 0,03^{***}$	3,3

Table 2

Indices of the physique of cows of the 1st lactation, %

Index	DUS for the Holstein breed [13]	2019		2021	
		$X \pm Sx$	$Cv, \%$	$X \pm Sx$	$Cv, \%$
Legginess	≈ 47.8	45.7 ± 0.06	2.4	$44.2 \pm 0.11^{***}$	3.3
Elongation of the trunk	≈ 121.3	123.2 ± 0.27	3.8	$118.3 \pm 0.21^{***}$	2.5
Development of the chest	≈ 66.2	57.6 ± 0.20	5.9	$60.1 \pm 0.14^{***}$	3.2
Compactness	≈ 118.2	117.7 ± 0.33	4.8	$124.7 \pm 0.22^{***}$	2.5
Of the development of the backbone	11.8–14.0	13.9 ± 0.03	3.8	$13.4 \pm 0.03^{***}$	3.3

Особенности заключаются в снижении индекса длинноногости, грудного индекса. Такие изменения можно объяснить своеобразной формой грудной клетки, которая больше развита в глубину и менее в ширину. Кроме того, для коров первой лактации 2019 г. было характерно несколько растянутое туловище по сравнению с рекомендуемым показателем (+1,9 %), при этом первотелки 2021 г. характеризовались меньшей растянутостью (–3,0 %). В противоположном направлении изменился индекс сбитости: в 2019 г. –0,5 % (к рекомендуемому показателю), в 2021 г. + 6,5 %.

Тенденции развития стада указывают на постепенное уменьшение индексов длинноногости, растянутости и костистости (–1,5 %; –4,9 % и –0,5 % по индексам соответственно) у коров по первой лактации 2021 г. в сравнении с коровами 2019 г. При этом показатели грудного индекса и индекса сбитости повысились на 2,5 % и 7,0 % соответственно. Все выявленные изменения и отличия высоко достоверны ($P < 0,001$).

Изменчивость индексных оценок, как и промеров, очень низкая (коэффициент вариации колебался в пределах 2,4–5,9% у группы коров 2019 г. и 2,5–3,3% у коров в 2021 г.).

Следовательно, можно заключить, что животные в группах однотипны и для них характерен сходный генетический потенциал развития, так как факторы кормления и содержания у коров одинаковы. В связи с тем, что выборка животных была случайной, выявленные особенности телосложения можно применять для характеристики всего стада и соответственно использовать их в последующей племенной работе.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что проведение отбора внутри ста-

да не даст эффективных изменений. Поэтому основное воздействие при селекции стада возможно только при направленном подборе быков-производителей.

В связи с тем, что в хозяйстве разводится скот голштинской породы, помимо традиционной оценки экстерьерера, по промерам и индексам телосложения, использована линейная методика, первоначально разработанная специально для животных этой породы. Линейная методика позволяет оценить поголовье с не только целью более точной экстерьерной характеристики стада, но и с учетом последующей селекционной работы со стадом. В том числе это актуально при подборах быков-производителей, имеющих экстерьерный профиль. Такие подборы позволят работать целенаправленно не только в плане повышения молочной продуктивности, но и улучшения экстерьерных качеств животных с возможным повышением продолжительности хозяйственного использования.

Характеристика коров первой лактации по системе А дает подробную характеристику развития некоторых наиболее важных статей экстерьерера. Результаты линейной оценки по системе А представлены в таблице 3.

Линейная методика частично основывается на промерах животных, поэтому прослеживается взаимосвязь между линейными оценками и промерами [14, с. 22; 15, с. 45; 16, с. 73]. Так, необходимо отметить, что для коров, оцененных в 2021 г., были характерны высокий рост (+1,8 балла к оптимальному показателю 5,0); глубокое туловище (+1,5 балла); некоторая узкотелость (снижение крепости телосложения на 0,9 балла); ярко выраженные молочные формы (+1,4 балла); укороченный (–0,6 балла), узкий (–1,6 балла) и слегка свислый зад (+0,9 балла).

При этом у животных наблюдалась недостаточная обмускуленность ($-1,1$ балла). При оценке задних ног отмечены скакательные суставы с практически оптимальным углом наклона ($-0,2$ балла) с немного торцеватыми по форме копытами ($+1,0$ балла).

При анализе качества вымени по системе А выявлено следующее. Вымя у коров оптимального прикрепления, с достаточно длинными передними долями ($+0,3$ балла); задние доли высоко расположены ($+1,9$ балла) и довольно широкие ($+1,8$ бал-

ла). Хорошо развитая борозда вымени ($+0,8$ балла) указывает на железистость вымени. Высокое расположение вымени ($+2,3$ балла) делает его удобным для доения. Передние соски расположены относительно узко ($+1,2$ балла), но такое размещение в целом характерно для скота голштинской породы, длина сосков несколько больше желательной ($+0,7$ балла). Следовательно, можно заключить, что вымя у коров технологичное.

Таблица 3
Линейная оценка (система А) коров 1-й лактации, $X \pm Sx$

Признак, балл	2019 г.	2021 г.
Рост	$6,5 \pm 0,13$	$6,8 \pm 0,09$
Глубина туловища	$6,1 \pm 0,12$	$6,5 \pm 0,08$
Крепость телосложения	$4,0 \pm 0,08$	$4,1 \pm 0,05$
Молочные формы	$6,3 \pm 0,09$	$6,4 \pm 0,05$
Длина крестца	$5,6 \pm 0,11$	$4,4 \pm 0,04^{***}$
Положение таза	$5,7 \pm 0,10$	$5,9 \pm 0,07$
Ширина таза	$4,1 \pm 0,08$	$3,4 \pm 0,04^{***}$
Обмускуленность	$4,2 \pm 0,07$	$3,9 \pm 0,05^{***}$
Постановка задних ног	$4,6 \pm 0,08$	$4,8 \pm 0,05$
Угол копыт	$4,5 \pm 0,08$	$6,0 \pm 0,06^{***}$
Прикрепление передних долей вымени	$5,0 \pm 0,14$	$5,0 \pm 0,08$
Длина передних долей вымени	$5,5 \pm 0,14$	$5,3 \pm 0,09$
Высота задних долей вымени	$7,2 \pm 0,12$	$6,9 \pm 0,05^*$
Ширина задних долей вымени	$4,2 \pm 0,09$	$6,8 \pm 0,09^{***}$
Борозда вымени	$5,9 \pm 0,15$	$5,8 \pm 0,08$
Положение дна вымени	$6,2 \pm 0,11$	$7,3 \pm 0,07^{***}$
Расположение передних сосков	$6,4 \pm 0,09$	$6,2 \pm 0,11$
Длина сосков	$5,1 \pm 0,11$	$5,7 \pm 0,08^{***}$

Table 3
Linear evaluation (system A) of cows of the 1st lactation, $X \pm Sx$

Characteristic, points	2019	2021
Height	6.5 ± 0.13	6.8 ± 0.09
Trunk depth	6.1 ± 0.12	6.5 ± 0.08
Fortress physique	4.0 ± 0.08	4.1 ± 0.05
Dairy forms	6.3 ± 0.09	6.4 ± 0.05
Sacrum length	5.6 ± 0.11	$4.4 \pm 0.04^{***}$
Pelvic position	5.7 ± 0.10	5.9 ± 0.07
Pelvic width	4.1 ± 0.08	$3.4 \pm 0.04^{***}$
Obmuscularity	4.2 ± 0.07	$3.9 \pm 0.05^{***}$
Rear leg position	4.6 ± 0.08	4.8 ± 0.05
Hoof angle	4.5 ± 0.08	$6.0 \pm 0.06^{***}$
Attachment of the anterior lobes of the udder	5.0 ± 0.14	5.0 ± 0.08
Length of the anterior lobes of the udder	5.5 ± 0.14	5.3 ± 0.09
Height of the posterior udder lobes	7.2 ± 0.12	$6.9 \pm 0.05^*$
Width of the posterior udder lobes	4.2 ± 0.09	$6.8 \pm 0.09^{***}$
Depth Udder furrow	5.9 ± 0.15	5.8 ± 0.08
The position of the bottom of the udder	6.2 ± 0.11	$7.3 \pm 0.07^{***}$
The location of the front nipples of the udder	6.4 ± 0.09	6.2 ± 0.11
Length of the front udder nipples	5.1 ± 0.11	$5.7 \pm 0.08^{***}$

Сравнение оценок системы А по разным годам исследований показало, что произошли достоверные изменения по нескольким показателям. По оценочным характеристикам туловища: стал короче крестец (–1,2 балла), уменьшилась ширина зада (–0,7 балла), снизился показатель обмускуленности (–0,3 балла). По характеристикам конечностей: увеличился угол копыт (+1,5 балла). По характеристикам вымени: увеличилась ширина задних долей вымени (+3,6 балла), вымя стало более высоко подвешенным (+1,1 балла), соски стали длиннее (+0,6 балла). То есть можно заключить, что не все показатели изменились в лучшую сторону.

В целом же считается, что величины показателей линейной оценки системы А в пределах 4–6 баллов являются нормальными, поэтому можно говорить об относительно хорошем развитии коров первой лактации. Величина коэффициентов вариации

показателей системы А у животных анализируемых групп считается относительно невысокой и колеблется в пределах 1,35–25,4 %.

На основании общей оценки произошедших изменений в экстерьере коров первой лактации по системе А можно заключить, что стадо изменяется в сторону нежного типа конституции. Несмотря на то что животные нежного типа в благоприятных условиях показывают высокую продуктивность, необходимо учесть, что срок использования таких особей относительно короток, так как для них характерна чаще всего ранняя выбраковка.

Линейная система А дополняется характеристикой недостатков, выявленных в стаде. Данное мероприятие необходимо, поскольку наличие недостатков в экстерьере ведет к снижению продуктивности [17, с. 250]. Частота проявления разных недостатков представлена в таблице 4.

Таблица 4
Частота встречаемости недостатков у коров, %

Недостаток	2019 г.	2021 г.
Крыловидная лопатка	18,2	4,7
Провислая спина	1,5	–
Горбатая спина	1,5	–
Провислая поясница	4,5	10,9
Крышеобразный крестец	1,5	9,9
Приподнятый корень хвоста	6,1	6,3
Слабые бабки	4,5	4,7
Ноги сближены в скакательных суставах	1,5	2,1
Широкая межкопытная щель	12,1	22,5
Боковая борозда вымени	–	27,8
Наклонное дно вымени	–	3,1
Асимметрия долей вымени	6,1	8,4
Соски сближены сзади	–	11,5
Передние соски не вертикальны	–	14,7
Толстые соски	–	3,1
Соски неудовлетворительной формы	–	3,1
Дополнительные соски	1,5	3,1

Table 4
Frequency of defects in cows, %

The disadvantage	2019	2021
Retracted scapula	18.2	4.7
Sagging back	1.5	–
Hump back	1.5	–
Sagging lower back	4.5	10.9
Roof-shaped sacrum	1.5	9.9
Raised tail root	6.1	6.3
Weakened puto	4.5	4.7
The legs are brought together at the hock joints	1.5	2.1
Wide inter – hoof gap	12.1	22.5
Lateral furrow of the udder	–	27.8
Sloping udder bottom	–	3.1
Asymmetry of udder lobes	6.1	8.4
The nipples are brought together from behind	–	11.5
The front nipples are not vertical	–	14.7
Thick nipples	–	3.1
Nipples of unsatisfactory shape	–	3.1
Extra nipples	1.5	3.1

Сравнение двух групп животных по выявленным недостаткам показывает, что в основном произошло увеличение частоты их встречаемости, а также расширения спектра недостатков. Исключением было только снижение частоты появления коров с крыловидной лопаткой почти в четыре раза.

Одним из наиболее часто встречающихся недостатков, выявленных у коров, является широкая межкопытная щель: частота встречаемости данного недостатка в 2019 г. была 12,1 %, в 2021 г. – 22,5 %. Это указывает на слабость копытных связок и требует большего внимания при создании условий содержания для коров.

При оценке вымени основным недостатком являлась боковая борозда вымени у 27,8 % (в 2019 г. не выявлена), на что необходимо обратить внимание, поскольку такое вымя с возрастом может обвисать. Выраженная боковая борозда вымени нежелательна, так как уменьшает объем вымени и может привести к учащению воспалительных заболеваний. Кроме того, слишком нежное вымя (дольчатость указывает именно на это отклонение) предрасположено к замедлению его опорожнения в силу нарушения процесса доения из-за «наползания» стаканов доильного аппарата. Недостатки размещения и формы сосков в 2019 г. не были выявлены, а в 2021 г. уже встречались у 14,7 % оцененных коров передние соски не вертикальны, у 11,5% соски сближены, у 8,4 % коров наблюдается асимметрия долей вымени. Все это, конечно, приводит к затруднению доения.

Таким образом, можно заключить, что стадо изменилось в сторону нежного типа конституции. Это подтверждается появлением большого числа разнообразных недостатков. Несмотря на то что частота встречаемости каждого из них в большинстве случаев невысока, но в отдельных случаях они наблюдаются в комплексе (несколько у одного животного)

и ведут к снижению качества поголовья. В связи с этим особое внимание необходимо уделить получению животных с хорошо развитой передней частью туловища, ровной спиной, крепким сухожильно-связочным аппаратом, хорошо развитым выменем. Так как отбор в стаде провести практически невозможно по причине низкой вариативности признаков экстерьера, то направленные изменения возможны только путем использования тщательно подобранных быков-производителей. Кроме этого, возможно использование внутренних резервов направленного выращивания молодняка, а именно формирование телок с использованием активного моциона.

Завершающим этапом линейной методики является оценка животных по системе Б, показатели которой приведены в таблице 5.

Так как оценки животных по системе А были чаще всего в пределах оптимального развития 4–6 баллов, а выявленные недостатки встречались в виде незначительных отклонений от желательного развития статей экстерьера, то оценки по системе Б были достаточно высокие. Хотя и здесь необходимо отметить, что по всем произошло снижение показателей комплексного класса животных с «Хорошо+» в 2019 г. до класса «Хорошо» в 2021 г. При этом достоверное снижение оценок отмечалось по всем оценочным позициям: объем туловища (из-за недостаточной крепости телосложения, узкого и коротковатого зада) – на 2,2 балла, молочные признаки – на 3,1 балла, ноги – на 3,1 балла, вымя – на 5,0 балла, общий вид – на 2,7 балла. При этом коэффициент изменчивости по всем показателям относительно низкий – в пределах 2,9–4,5 %. Следовательно, животные в обеих группах относительно схожи, а полученные данные можно распространить на все стадо.

Таблица 5
Линейная оценка (система Б) коров, баллов, $X \pm Sx$

Признак	2019 г.	2021 г.
Объем туловища	$80,5 \pm 0,21$	$78,3 \pm 0,10^{***}$
Молочные признаки	$81,7 \pm 0,21$	$78,6 \pm 0,08^{***}$
Ноги	$80,4 \pm 0,24$	$77,3 \pm 0,08^{***}$
Вымя	$82,0 \pm 0,25$	$77,0 \pm 0,42^{***}$
Общий вид	$80,1 \pm 0,25$	$77,4 \pm 0,09^{***}$

Table 5
Linear evaluation (system B) of cows, points, $X \pm Sx$

Characteristic, points	2019	2021
Volume of the body of a cow	80.5 ± 0.21	$78.3 \pm 0.10^{***}$
Milk signs	81.7 ± 0.21	$78.6 \pm 0.08^{***}$
Legs	80.4 ± 0.24	$77.3 \pm 0.08^{***}$
Udder	82.0 ± 0.25	$77.0 \pm 0.42^{***}$
General form	80.1 ± 0.25	$77.4 \pm 0.09^{***}$

Такое изменение качества стада стало последствием изменения подхода к подбору быков-производителей. Поэтому дальнейшее эффективное разведение скота возможно только при использовании обоснованных подборов производителей с учетом их экстерьерного профиля, а также соблюдении технологии выращивания ремонтного молодняка.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Оценка экстерьера показала, что скот, разводимый в хозяйстве, крупный, соответствует молочному типу телосложения и в основном не имеет существенных недостатков в развитии статей экстерьера. Однако направление племенной работы, проводимой на предприятии в последние годы, а также проведение отбора без учета экстерьера животных, только по продуктивному потенциалу привело к тому, что в хозяйстве на современном этапе ис-

пользуется скот, уклоняющийся в сторону нежного типа конституции. Данное изменение подтверждается как снижением крепости телосложения, так и более частой встречаемостью недостатков, характерных для нежных животных. Такие же выводы были получены в других исследованиях [18, р. 398; 19, р. 282]. В связи с этим для перспективного развития и совершенствования стада необходимо проведение обоснованного подбора быков-производителей с учетом их экстерьерного профиля, а также введение в технологию выращивания ремонтного молодняка активного моциона. Такие мероприятия позволят повысить не только комплексный экстерьерный класс, но и пожизненную молочную продуктивность, что является основной целью селекции стада.

Библиографический список

1. Правила оценки телосложения дочерей быков-производителей молочно-мясных пород. СНПплем Р10 – 96 // Сборник нормативных документов по оценке племенного материала. Лесные Поляны: ВНИИплем, 1998. Т. 1. 232 с.
2. Заикин В. И., Кульмакова Н. И. Оценка типа экстерьера крупного рогатого скота черно-пестрой породы // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: материалы Всероссийской конференции с международным участием. Краснодар, 2021. С. 227–230.
3. Шевелева О. М., Бахарева А. А., Суханова С. Ф. Линейная оценка экстерьера крупного рогатого скота герефордской породы в условиях Северного Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 112–116.
4. Шевелева О. М. Линейная оценка экстерьера крупного рогатого скота породы обрак в условиях Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (89). С. 256–259.
5. Sheveleva O. M., Bakharev A. A. Meat productivity of French bred bulls due to adaptive technology in western Siberia // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Vol. 14. No. 4. Pp. 370–383.
6. Свяженина М. А. Экстерьер скота голштинской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 217–219.
7. Свяженина М. А., Шевелева О. М. Экстерьер коров голштинской породы // Обеспечение качества и безопасности молока: материалы круглого стола. Тюмень, 2022. С. 50–54.
8. Шевелева О. М., Свяженина М. А., Суханова С. Ф., Даниленко И. Ю. Экстерьерная характеристика коров голштинской породы в условиях Северного Зауралья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 253–262.
9. Sheveleva O. M., Bakharev A. A., Lysenko L. A., Chasovshchikova M. A. Exterior features and meat productivity of aubrac breed cattle during acclimatization in the conditions of Northern Trans-Urals // E3S Web of Conferences. Series “Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations – FARBA 2021”. Oryol, 2021. Vol. 254 (97). Article number 08004. DOI: 10.1051/e3s-conf/202125408004.
10. Sheveleva O. Chasovshchikova M., Bakharev A. et al. Influence of paratypical factors on the productive longevity and lifelong productivity of Holstein cows of the Dutch selection of different generations // Amazonia Investiga. 2020. Vol. 9. No. 25. Pp. 176–181.
11. Лапина М. Ю., Абрамова М. В. Динамика показателей экстерьера и молочной продуктивности в микропопуляции голштинского скота // Пермский аграрный вестник. 2020. № 3 (31). С. 94–102.
12. Шевелева О. М., Москалева А. О. Экстерьер коров голштинской породы // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Тюмень, 2022. С. 221–230.
13. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность по крупному рогатому скоту // Сборник правовых и нормативных актов к федеральному закону «О селекционных достижениях». Лесные Поляны: ВНИИплем, 1997. 204 с.

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

15. Контэ А. Ф., Карликова Г. Г. Параметры изменчивости показателей телосложения и продуктивности голштинских коров в зависимости от уровня удоя // Аграрный вестник Урала. 2022. № 06 (221). С. 37–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-221-06-37-48.

16. Контэ А. Ф., Ермилов А. Н., Сермягин А. А. Динамика генетической изменчивости для показателей типа телосложения первотелок голштинизированной черно-пестрой породы Подмосквья // Вестник КрасГАУ. 2020. № 8. С. 69–78.

17. Контэ А. Ф., Янчуков И. Н., Бычкунова Н. Г., Сермягин А. А. Взаимосвязи признаков и недостатков экстерьера коров черно-пестрой породы Московской области // Научное обеспечение развития животноводства в Российской Федерации: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста. Дубровицы, 2019. С. 249–253.

18. Batanov S. D., Baranova I. A., Starostina O. S., Shaidullina M. M., Smolentsev S. Yu. Constitution traits formation and influence on milk productivity Dokkyo // Journal of Medical Sciences. 2021. Vol. 48. No. 3. Pp. 393–401.

19. Batanov S. D., Baranova I. A. Untersuchungen zu altersbedingten veränderungen von exterieurmerkmalen und ihre beziehungen zur milchleistung bei kühen // Zuchtungskunde. 2021. Vol. 93. No. 4. Pp. 279–294.

Об авторах:

Нина Ильинична Татаркина¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Технологии производства и переработки продукции животноводства», ORCID 0000-0001-8515-6562, AuthorID 791484; +7 904 492-71-15, tatarकिनани@gausz.ru

Марина Анатольевна Связженина¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры «Технологии производства и переработки продукции животноводства», ORCID 0000-0003-1571-2900, AuthorID 431483; +7 999 547-66-36; svyazhenina@gausz.ru

Екатерина Александровна Пономарева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID 0000-0003-1003-2682, AuthorID 719358; +7 922 478-62-17; ponomarevaea@gausz.ru

¹ Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

References

1. Pravila otsenki teloslozheniya docherey bykov-proizvoditeley molochno-myasnykh porod. SNPplem R10 – 96 [Rules for assessing the physique of the daughters of sires of dairy and meat breeds. SNPplem P10 – 96] // Sbornik normativnykh dokumentov po otsenke plemennogo materiala. Lesnye Polyany: VNIIPlem, 1998. Vol. 1. 232 p. (In Russian.)

2. Zaikin V. I., Kul'makova N. I. Otsenka tipa ekster'era krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody [Evaluation of the exterior type of black-and-white cattle] // Zdorov'e sberegayushchie tekhnologii, kachestvo i bezopasnost' pishchevoy produktsii: materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Krasnodar, 2021. Pp. 227–230. (In Russian.)

3. Sheveleva O. M., Bakharev A. A., Sukhanova S. F. Lineynaya otsenka ekster'era krupnogo rogatogo skota ge-refordskoy porody v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Linear assessment of the exterior of cattle of the Hereford breed in the conditions of the Northern Trans-Urals] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2022. Vol. 36. No. 4. Pp. 112–116. (In Russian.)

4. Sheveleva O. M. Lineynaya otsenka ekster'era krupnogo rogatogo skota porody obrak v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Linear assessment of the exterior of obrak cattle in the conditions of the Northern Trans-Urals] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2021. No. 3 (89). Pp. 256–259. (In Russian.)

5. Sheveleva O. M., Bakharev A. A. Meat productivity of French bred bulls due to adaptive technology in western Siberia // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Vol. 14. No. 4. Pp. 370–383.

6. Svyazhenina M. A. Ekster'er skota golstinskoy porody [Exterior of Holstein cattle] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 5 (79). Pp. 217–219. (In Russian.)

7. Svyazhenina M. A., Sheveleva O. M. Ekster'er korov golstinskoy porody [Exterior of cows of the Holstein breed] // Obespechenie kachestva i bezopasnosti moloka: materialy kruglogo stola. 2022. Pp. 50–54. (In Russian.)

8. Sheveleva O. M., Svyazhenina M. A., Sukhanova S. F., Danilenko I. Yu. Ekster'ernaya kharakteristika korov golstinskoy porody v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Exterior characteristics of Holstein cows in the conditions of the Northern Trans-Urals] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2022. No. 2 (66). Pp. 253–262. (In Russian.)

9. Sheveleva O. M., Bakharev A. A., Lysenko L. A., Chasovshchikova M. A. Exterior features and meat productivity of aubrac breed cattle during acclimatization in the conditions of Northern Trans-Urals // E3S Web of

Conferences. Series "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations – FARBA 2021". Oryol, 2021. Vol. 254 (97). Article number 08004. DOI: 10.1051/e3s-conf/202125408004.

10. Sheveleva O., Chasovshchikova M., Bakharev A. et al. Influence of paratypical factors on the productive longevity and lifelong productivity of Holstein cows of the Dutch selection of different generations // Amazonia Investiga. 2020. Vol. 9. No. 25. Pp. 176–181.

11. Lapina M. Yu., Abramova M. V. Dinamika pokazateley ekster'era i molochnoy produktivnosti v mikropopulyatsii golshtinskogo skota [Dynamics of indicators of the exterior and milk productivity in the micropopulation of Holstein cattle] // Perm Agrarian Journal. 2020. No. 3 (31). Pp. 94–102. (In Russian.)

12. Sheveleva O. M., Moskaleva A. O. Ekster'er korov golshtinskoy porody [The exterior of Holstein cows] // Dostizheniya agrarnoy nauki dlya obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. Tyumen', 2022. Pp. 221–230. (In Russian.)

13. Metodika provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' po krupnomu rogamu skotu [Methodology for testing for distinctness, uniformity and stability in cattle] // Sbornik pravovykh i normativnykh aktov k federal'nomu zakonu "O selektsionnykh dostizheniyakh". Lesnye Polyany: VNIIPlem, 1997. 204 p. (In Russian.)

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

15. Konte A. F., Karlikova G. G. Parametry izmenchivosti pokazateley teloslozheniya i produktivnosti golshtinskikh korov v zavisimosti ot urovnya udoya [Parameters of variability of the body type and productivity of Holstein cows depending on the level of milk yield] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 06 (221). Pp. 37–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-221-06-37-48. (In Russian.)

16. Konte A. F., Ermilov A. N., Sermyagin A. A. Otsenka dinamiki geneticheskoy izmenchivosti dlya pokazateley tipa teloslozheniya korov-pervotelok golshtinizirovannoy cherno-pestroy porody Podmoskov'ya [Evaluation of the dynamics of genetic variability for indicators of the body type of first-time cows of the Holsteinized Black-and-White breed of the Moscow Region] // Bulletin of KrasGAU. 2020. No. 8. Pp. 69–78. (In Russian.)

17. Konte A. F., Yanchukov I. N., Bychkunova N. G., Sermyagin A. A. Vzaimosvyazi priznakov i nedostatkov ekster'era korov cherno-pestroy porody Moskovskoy oblasti [Interrelationships of signs and disadvantages of the exterior of Black-and-White cows of the Moscow region] // Nauchnoe obespechenie razvitiya zhivotnovodstva v Rossiyskoy Federatsii: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu VIZh im. akademika L. K. Ernsta. Dubrovitsy, 2019. Pp. 249–253. (In Russian.)

18. Batanov S. D., Baranova I. A., Starostina O. S., Shaidullina M. M., Smolentsev S. Yu. Constitution traits formation and influence on milk productivity Dokkyo // Journal of Medical Sciences. 2021. Vol. 48. No. 3. Pp. 393–401.

19. Batanov S. D., Baranova I. A. Untersuchungen zu altersbedingten veränderungen von exterieurmerkmalen und ihre beziehungen zur milchleistung bei kühen // Zuchtungskunde. 2021. Vol. 93. No. 4. Pp. 279–294.

Authors' informations:

Nina I. Tatarkina¹, doctor of agricultural sciences, professor of the department "Production and processing technologies of livestock products", ORCID 0000-0001-8515-6562, AuthorID 791484; +7 904 492-71-15, tatarkinani@gausz.ru

Marina A. Svyazhenina¹, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department "Production and processing technologies of livestock products", ORCID 0000-0003-1571-2900, AuthorID 431483; +7 999 547-66-36; svyazhenina@gausz.ru

Ekaterina A. Ponomareva¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, ORCID 0000-0003-1003-2682, AuthorID 719358, +7 922 478-62-17; ponomarevaea@gausz.ru

¹ Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Развитие поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при включении в рацион синбиотиков и фитобиотика

Е. В. Шацких¹✉, Д. Е. Королькова-Субботкина¹

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: evshackih@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – изучить особенности роста и развития поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при скормливания им с основным рационом синбиотических кормовых добавок и фитобиотика. **Методы.** Исследования были проведены в рамках научно-хозяйственного опыта на бройлерах кросса Росс-308, сформированных в контрольную и три опытных группы ($n = 44$). В рацион цыплят I опытной группы дополнительно к основному рациону с 5-го дня жизни вводили синбиотик «ГербаСтор» в количестве 0,5 г на 1 кг комбикорма; птице II опытной группы скормливали с основным рационом синбиотик «ПроСтор» в количестве 0,5 г на 1 кг комбикорма, цыплятам III опытной группы с 5-го дня жизни включали в основной рацион фитобиотик «Активо» в количестве 0,15 г на 1 кг корма. В ходе эксперимента оценивали массу и морфогистологическое состояние поджелудочной железы цыплят. **Результаты.** Абсолютная и относительная масса поджелудочной железы у цыплят-бройлеров, получавших исследуемые препараты, находилась в пределах физиологических границ. Морфогистологические исследования демонстрировали более активную секреторную деятельность поджелудочной железы у цыплят, получавших синбиотик «ПроСтор» и фитобиотик «Активо» по предлагаемой схеме. **Научная новизна** заключается в том, что впервые проведены исследования по изучению влияния трех новых кормовых добавок на развитие и морфогистологическое состояние поджелудочной железы цыплят-бройлеров. Дано заключение о благоприятном воздействии изучаемых препаратов на структуру и функции анализируемого органа, что, в свою очередь, является биологической предпосылкой позитивного влияния его на переваримость и использование питательных веществ комбикорма, а следовательно, и на основные показатели продуктивности птицы. **Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, синбиотик, фитобиотик, поджелудочная железа, кормовые антибиотики, биологически активные добавки, гистология.

Для цитирования: Шацких Е. В., Королькова-Субботкина Д. Е. Развитие поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при включении в рацион синбиотиков и фитобиотика // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 91–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-91-102.

Дата поступления статьи: 19.05.2023, **дата рецензирования:** 11.07.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Development of the pancreas in broiler chickens when synbiotics and phytobiotics are included in the diet

E. V. Shatskikh¹✉, D. E. Korolkova-Subbotkina¹

¹Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: evshackih@yandex.ru

Abstract. The purpose of the study is to study the features of the growth and development of the pancreas in broiler chickens when fed with the main diet of synbiotic feed additives and a phytobiotic. **Methods.** The studies were carried out as part of a scientific and economic experiment on broilers of the Ross-308 cross, formed into a control group and three experimental groups ($n = 44$). In the diet of chickens of the 1st experimental group, in addition to the main diet from the 5th day of life, the “GerbaStor” synbiotic was introduced in the amount of 0,5 g per 1 kg of feed; the birds of the 2nd experimental group were fed with the main ration the synbiotic “ProStor” in the amount of 0,5 g per 1 kg of feed, the chickens of the 3rd experimental group from the 5th day of life were included in the main ration of the phytobiotic “Aktivo” in the amount of 0,15 g per 1 kg of feed. During the experiment, the mass

and morphological and histological state of the pancreas of chickens were evaluated. **Results.** The absolute and relative mass of the pancreas in broiler chickens treated with the studied drugs was within the physiological limits. Morphohistological studies demonstrated a more active secretory activity of the pancreas in chickens treated with “ProStor” synbiotic and “Aktivo” phytobiotic according to the proposed scheme. **The scientific novelty** lies in the fact that for the first time studies have been carried out to study the effect of three new feed additives on the development and morphological and histological state of the pancreas of broiler chickens. A conclusion was made about the favorable effect of the studied preparations on the structure and functions of the analyzed organ, which, in turn, is a biological prerequisite for its positive effect on the digestibility and use of feed nutrients, and, consequently, on the main indicators of poultry productivity.

Keywords: broiler chickens, synbiotic, phytobiotic, pancreas, feed antibiotics, biologically active additives, histology.

For citation: Shatskikh E. V., Korolkova-Subbotkina D. E. Razvitiye podzheludochnoy zhelezy u tsyplyat-broylerov pri vkluyuchenii v ratsion sinbiotikov i fitobiotika [Development of the pancreas in broiler chickens when synbiotics and phytobiotics are included in the diet] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 91–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-91-102. (In Russian.)

Date of paper submission: 19.05.2023, **date of review:** 11.07.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время в птицеводческой отрасли остро стоит вопрос об изменениях технологий кормления с целью повышения биологической безопасности конечной продукции, которая реализуется населению нашей страны [1; 2].

Глобальной мировой проблемой животноводческого сектора до недавнего времени считалось безграничное использование кормовых антибиотиков в течение всего периода выращивания. Некоторые страны нашли решение данному вопросу путем полного исключения запрета на использование кормовых антибиотиков в качестве стимуляторов роста.

Зарубежные животноводческие и птицеводческие предприятия предложили в качестве альтернативной замены кормовым антибиотикам различные препараты, в том числе пробиотики, пребиотики, синбиотики, фитобиотики, фитобиотики с пребиотиками и т. д. На фоне запретов было проведено множество исследований об эффективности введенных замен. Исследования проводятся на протяжении последних 20 лет, особенно активизировались они в последнее десятилетие [3–6].

Тема замены кормовых антибиотиков резко встала и в России, поскольку последствия такого бездумного и массового применения этих препаратов затронули наше население.

Главная опасность использования кормовых антибиотиков в технологических схемах выращивания птицы и животных кроется в постоянстве и регулярности, на фоне чего патогенные микроорганизмы адаптируются к используемым видам антибиотиков.

Привыкание патогенов к губительным для них веществам еще называется резистентностью. В результате возникновения резистентности эффективность того или иного антибиотика в борьбе с

бактериями, вирусами значительно снижается. На практике это негативно сказывается на здоровье животных и птицы и, следовательно, на их показателях роста и развития.

Для человечества эта проблема страшна тем, что человек, употребляя мясо птицы или животных, выращиваемых с использованием кормовых антибиотиков, вырабатывает устойчивость к какому-то виду антибиотиков. И все это приводит к тому, что лечение серьезных и опасных заболеваний не поддается разработанным ранее методикам, которые подразумевали использование существующих антибиотиков. Имеющиеся у человечества антибиотики становятся неэффективными, не справляются со своим медицинским назначением. И на сегодняшний день, чтобы лечить некоторые виды заболеваний, необходимо разрабатывать новые виды антибиотиков. Но такой путь тоже не безграничен. Поэтому человечество пришло к выводу о том, что решение такой проблемы необходимо начинать с самой причины, а не с последствий. И, как уже говорилось выше, кормовым антибиотикам начали искать альтернативу. Хорошо себя зарекомендовали в этом плане синбиотики и фитобиотики. Рынок кормовых добавок сегодня предлагает очень широкий ассортимент препаратов, которые основаны на сочетании полезных свойств растений и некоторых видов бактерий [7].

В России 1 сентября 2022 г. вступил в силу закон о недопустимости безрецептурного ввода в кормосмесь антибиотиков для лечения инфекционных и паразитарных болезней. Однако в нашей стране при выращивании бройлеров разрешено использовать кормовые антибиотики. В качестве альтернативы на многих предприятиях применяют фитобиотики и синбиотики.

Под фитобиотиками понимают такие добавки, которые содержат в своем составе различные экс-

тракты растений и обладают различными свойствами, в том числе антимикробными, антигрибковыми, иммуномодулирующими и противовоспалительными. По составу такие препараты подразделяются на несколько групп в зависимости от того, какое сырье было использовано при их изготовлении.

Все известные сегодня формы фитобиотиков подразделяют на группы по составу (препараты на основе трав, специй, эфирных масел и смол) и по методу получения (сбор, высушивание и измельчение, а также холодный отжим – паровая или спиртовая дистилляция и экстракция). Фитобиотики нетоксичны, а их включение в рационы способствует повышению иммунного статуса организма. Установлено, что на организм птицы фитобиотики не оказывают побочного действия. При создании фитобиотических препаратов используют травы, цветы и специи.

Также вызывает большой интерес использование синбиотиков в качестве альтернативной замены кормовым антибиотикам. Синбиотики – это такие добавки, которые в своем составе содержат и пробиотики, и пребиотики. Данные препараты применяются с целью сохранения и поддержания здоровья микрофлоры кишечника [8].

Птицеводство XXI века можно охарактеризовать как очень интенсивное и передовое производство, которое активно внедряет различные технологические и биологические инновации. Задачей современной птицеводческой отрасли является выход на высокие показатели продуктивности птицы, но не за счет увеличения поголовья, а при помощи оптимизации зоогигиенических условий, а именно кормления и содержания, повышения жизнеспособности птицы, а также за счет проведения регулярных профилактических мероприятий, нацеленных на снижение процессов нарушений обмена веществ и возникновения инфекционных заболеваний.

К настоящему времени проведено большое количество исследований, в которых проанализирована степень влияния различных безопасных стимуляторов роста на зоотехнические показатели сельскохозяйственной птицы [9–13].

Ю. Г. Тамбиева с соавторами проводили оценку эффективности использования фитогенных препаратов «Активо» и «Активо Ликвид» в технологии выращивания цыплят-бройлеров. Анализ полученных данных позволил сделать вывод о том, что исследуемые добавки оказали благоприятное воздействие на сохранность поголовья в опытных группах, на показатели динамики живой массы, а также позволили снизить затраты корма на 1 кг прироста [14].

В работах Магдалены Краузе и ее коллег описано положительное воздействие масла корицы на рост и развитие кишечника цыплят-бройлеров [15].

В исследованиях Мохаммеда Э. Абд Эль-Хака и его команды изучалось воздействие имбиря на состояние иммунитета цыплят-бройлеров. Авторы констатировали, что добавки, содержащие в своем составе имбирь, благоприятно сказываются на иммунной системе птицы, способствуют регулярному образованию антител [16].

Яньлин Чжао с соавторами изучали эффективность замены кормового антибиотика в кормлении цыплят-бройлеров на эфирное масло орегано. В ходе работы оценивались зоотехнические показатели, переваримость питательных веществ, морфология кишечника и состояние микрофлоры. Результатом работы явилось заключение о том, что птица опытной группы, получающая вместо антибиотика с основным рационом эфирное масло орегано, характеризовалась более высокими показателями среднесуточного прироста, убойного выхода и сохранности. Такая птица более эффективно использовала питательные вещества корма [17].

В исследованиях О. Н. Андреевой и В. С. Буярова изучалась эффективность различных препаратов, стимулирующих продуктивность и жизнеспособность цыплят-бройлеров. Установлено, что синбиотический препарат «ПроСтор» позволил добиться повышения живой массы цыплят в двух опытных группах в сравнении с контрольными значениями на 4,1 и 3,2 %, при этом сохранность поголовья к концу выращивания в опытных группах превзошла контроль на 2 % [18]. В. С. Буяровым и С. Ю. Метасовой продемонстрировано, что синбиотик «ПроСтор» способствует повышению естественной резистентности организма птицы, сопровождаясь более высоким содержанием эритроцитов, гемоглобина и общего белка в крови [19].

Тема воздействия безопасных стимуляторов роста на зоотехнические показатели цыплят-бройлеров изучена довольно широко, однако имеется мало данных о том, какое влияние оказывают синбиотические и фитобиотические кормовые добавки на состояние и развитие внутренних органов птицы, в частности, на развитие поджелудочной железы.

От протекания метаболических процессов в организме птицы зависит то, насколько хорошо и правильно будут усваиваться питательные вещества потребленного корма. Нарушение работы какого-либо органа пищеварительной системы может привести к непоправимым последствиям, которые в целом негативно отразятся на всем предприятии.

Каждый орган выполняет свою определенную функцию. Поджелудочная железа является органом, который одновременно выполняет две функции – экзокринную и эндокринную. К экзокринной (секреторной) функции относится процесс выделения пищеварительного сока, содержащего ферменты, которые попадают в просвет двенадцатиперстной кишки, двигаясь по выводным протокам [20].

К эндокринным (инкреторным) функциям данного органа относится процесс синтеза гормонов, которые далее поступают в кровь. Данная функция осуществляется в так называемых островках Лангерганса, которые, в свою очередь, делятся на темные и светлые. Темные состоят из α -клеток, они обеспечивают продуцирование глюкагона, на их долю приходится около 20 %. Примерно 70 % представлены светлыми островками, состоящими из β -клеток. Главной их функцией является выработка инсулина. Если в поджелудочной железе начнутся атрофические изменения, это приведет к возникновению патологий стенок тонкого отдела кишечника, что в итоге негативно скажется на переваривании и всасывании питательных веществ в организме птицы в целом [21].

Поджелудочная железа является одним из центральных пищеварительных органов. Ферменты, которые синтезируются данной железой, гидролизуют основные питательные вещества до состояния мономеров. Именно мономеры далее всасываются в кровь и лимфу.

Цель исследования – изучить особенности роста и развития поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при скормливании им с основным рационом синбиотических кормовых добавок и фитобиотика.

В задачи исследования входило изучение анатомических особенностей поджелудочной железы цыплят-бройлеров, а также гистологическое исследование данного органа.

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальной площадкой проведения научно-хозяйственного опыта по изучению эффективности применения новых кормовых добавок явился птичник учебно-опытного хозяйства Уральского государственного аграрного университета. Схема научно-хозяйственного опыта представлена в таблице 1.

Для проведения опытных исследований были сформированы 4 группы: контрольная и 3 опытных. В каждую группу вошло по 44 головы цыплят-бройлеров кросса Росс-308, средняя живая масса которых в первые сутки жизни составляла 42 г. Цыплята контрольной группы на протяжении всего эксперимента, а именно в течение 37 суток, получали в качестве основного рациона полноценный комбикорм, питательность которого соответствовала требованиям для данного кросса. Рационы контрольной и опытных групп были свободны от кормового антибиотика на протяжении всего периода выращивания птицы. Цыплятам опытных групп начиная с 5-го дня жизни в основной рацион начали добавлять кормовые препараты. Бройлерам I и II опытных групп включали в рацион препараты «ГербаСтор» (содержит в своем составе живые спорообразующие бактерии рода *Bacillus* и молочнокислые микроорганизмы, жом свекловичный ферментированный, автолизаты дрожжей, минеральные соли, углеводы, фитодобавки (травы душицы, лист подорожника, цветки ромашки, трава зверобоя)) и

Таблица 1
Схема проведения научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество голов	Условия кормления
Контрольная	♂ 22 ♀ 22	Основной рацион (ОР) – комбикорм с питательностью, соответствующей рекомендациям для кросса
I опытная	♂ 22 ♀ 22	ОР + «ГербаСтор» в количестве 0,5 г/кг комбикорма с 5-го дня выращивания и до конца периода откорма
II опытная	♂ 22 ♀ 22	ОР + «ПроСтор» в количестве 0,5 г/кг комбикорма с 5-го дня выращивания и до конца периода откорма
III опытная	♂ 22 ♀ 22	ОР + «Активо» в количестве 0,15 г/кг комбикорма с 5-го дня выращивания и до конца периода откорма

Table 1
Scheme of scientific and economic experience

Group	Number of heads	Feeding conditions
Control	♂ 22 ♀ 22	The main diet is compound feed with a nutritional value corresponding to the recommendations for the cross
1 st experienced	♂ 22 ♀ 22	The main diet + "GerbaStor" in the amount of 0.5 g/kg of compound feed, from the 5th day of cultivation until the end of the fattening period
2 nd experienced	♂ 22 ♀ 22	The main diet + "ProStor" in the amount of 0.5 g/kg of compound feed, from the 5th day of cultivation until the end of the fattening period
3 rd experienced	♂ 22 ♀ 22	The main diet + "Aktivo" in the amount of 0.15 g/kg of compound feed, from the 5th day of cultivation until the end of the fattening period

Результаты (Results)

«ПроСтор» (состав такой же, как у «ГербаСтора», только другие фитодобавки (трава эхинаеи пурпурной, плоды расторопши пятнистой)) соответственно в количестве 0,5 г на 1 кг комбикорма. Птице III опытной группы вводили в рацион фитобиотик «Активо» (смесь эфирных масел из экстрактов растений тимьяна, розмарина, орегано и экстракт перца чили, а также наполнитель – гидрогенизированные растительные жиры) в количестве 0,15 г на 1 кг комбикорма.

Система выращивания цыплят-бройлеров была напольной, на несменяемой подстилке. Опытная птица на протяжении всего эксперимента находилась в одном корпусе, в одинаковых микроклиматических условиях.

Анатомическая разделка тушек птицы проводилась согласно методике ФНЦ «ВНИТИП» РАН в 29- и 37-дневном возрасте. Для этого в конце периода выращивания было отобрано по 3 петушка-бройлера из каждой группы со средней живой массой по группе. Убой проводился методом декапитации.

Морфогистологические исследования поджелудочной железы цыплят проводились в конце откорма (37 дней) по взятым от 3 голов из каждой группы образцам. В качестве фиксирующего материал препарата использовался 10-процентный раствор нейтрального формалина.

Первая анатомическая разделка тушек цыплят в возрасте 29 дней показала, что масса поджелудочной железы находилась в пределах 3,55–4,45 г, при этом наибольшее значение данного показателя наблюдалось у особей III опытной группы, наименьшее – у цыплят II опытной (рис. 1). Наряду с абсолютной массой органа оценивали относительную массу поджелудочной железы к живой массе птицы (рис. 2). Установлено, что относительная масса поджелудочной железы у цыплят контрольной группы составила 0,24 %. У птицы III опытной группы данный показатель превзошел контрольные значения на 0,03 %, тогда как у цыплят I и II опытных групп, наоборот, наблюдалось снижение относительной массы анализируемого органа в сравнении с контрольными показателями на 0,02 и 0,03 % соответственно.

Масса поджелудочной железы контрольных особей в 37 дней составила 5,91 г (рис. 3). Аналогичный показатель у цыплят I и II опытных групп превзошел контрольный уровень на 35,36 и 6,6 % соответственно.

У цыплят III опытной группы наблюдалось снижение массы поджелудочной железы относительно контроля на 5,5 %.

Относительная масса поджелудочной железы у подопытных цыплят (рис. 4) варьировалась в пределах от 0,19 до 0,28 %.

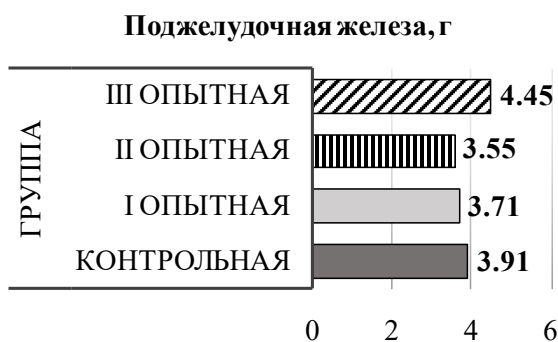


Рис. 1. Масса поджелудочной железы цыплят-бройлеров в 29 дней, г

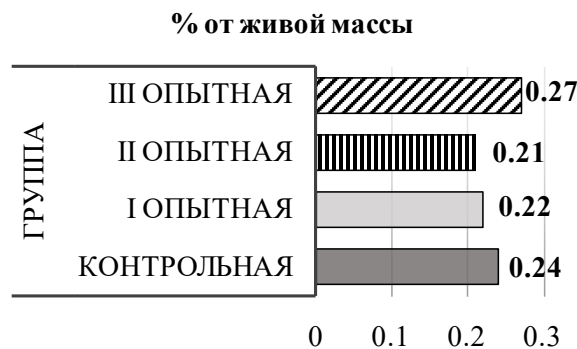


Рис. 2. Относительная масса поджелудочной железы у цыплят в возрасте 29 дней, %

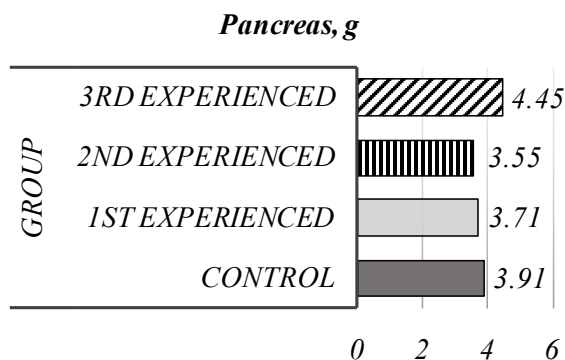


Fig. 1. Pancreatic mass of broiler chickens at 29 days, g

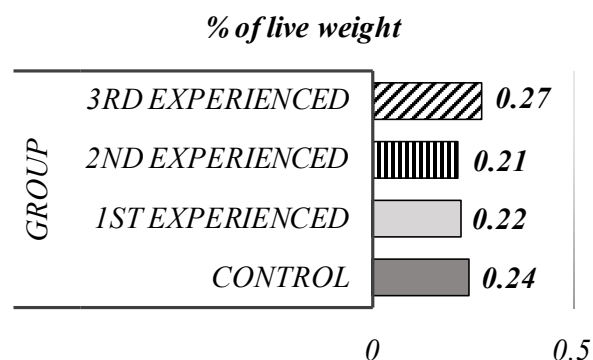


Fig. 2. Relative pancreatic mass in chickens aged 29 days, %



Рис. 3. Масса поджелудочной железы цыплят-бройлеров в 37 дней, г



Рис. 4. Относительная масса поджелудочной железы у цыплят в возрасте 37 дней, %

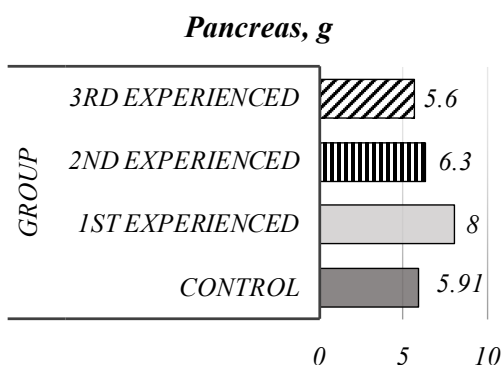


Fig. 3. Pancreatic mass of broiler chickens at 37 days, g

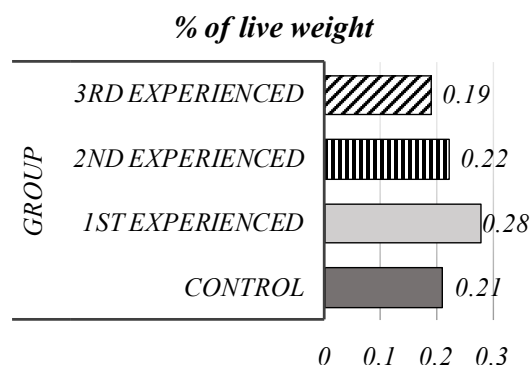
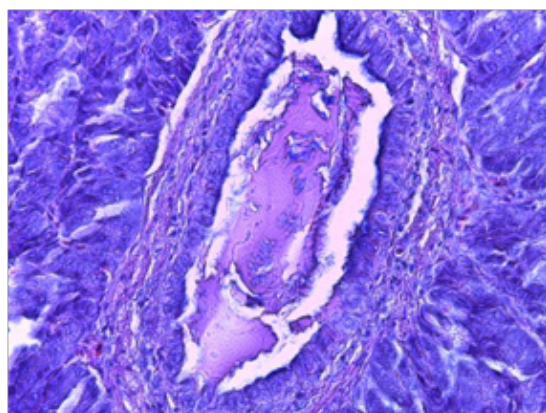
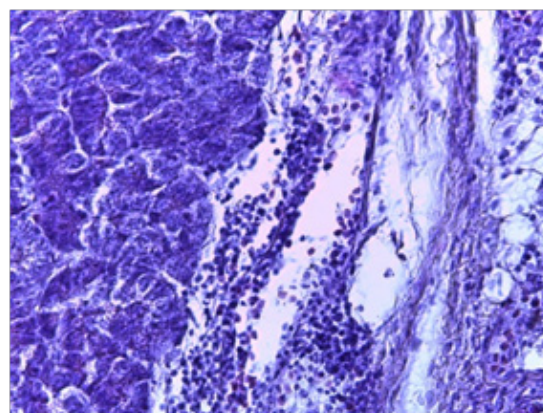


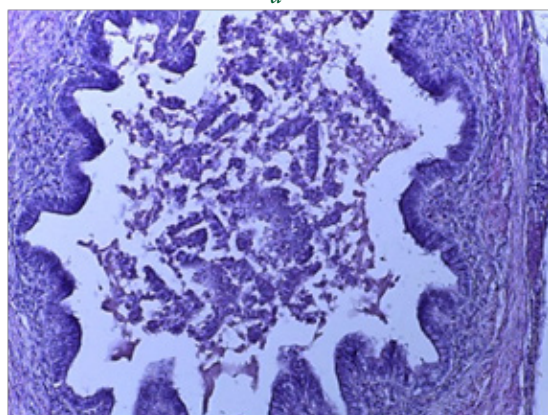
Fig. 4. Relative pancreatic mass in chickens aged 37 days, %



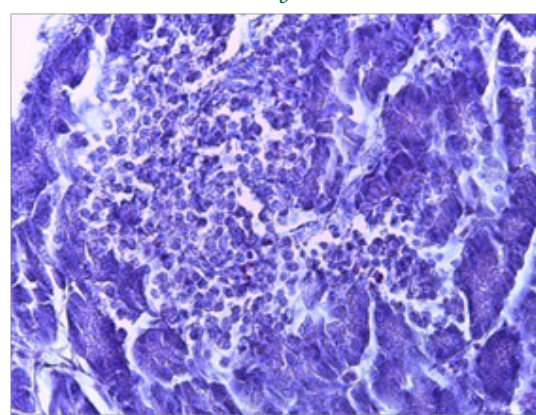
a



b



c

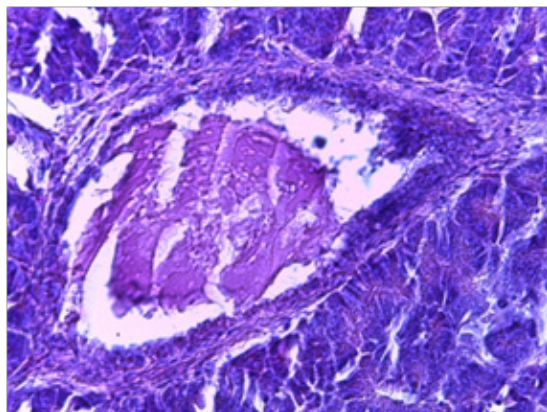


d

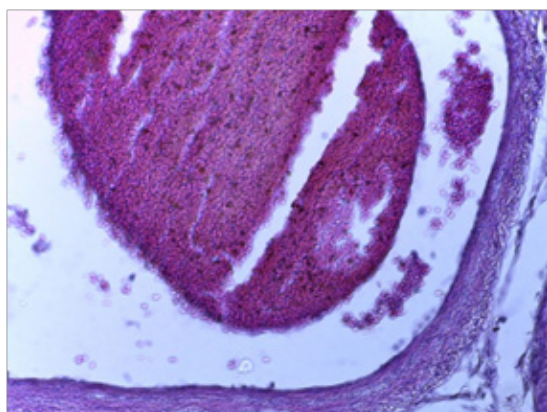
Рис. 5. Срез поджелудочной железы цыплят контрольной группы. Ув. 400
Fig. 5. Section of the pancreas of chickens of the control group. Zoom 400

Наибольшие значения по этому показателю наблюдались в I опытной группе, наименьшие – в III опытной группе.

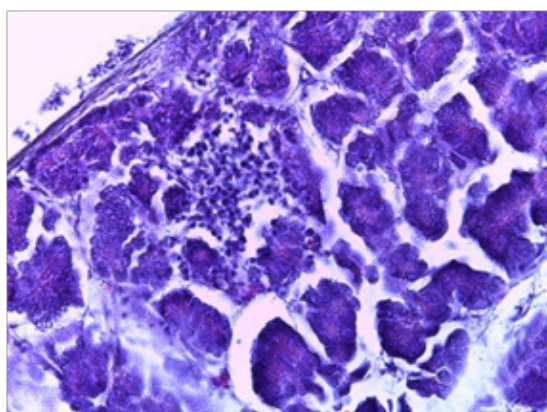
Для получения более полной картины о степени развития поджелудочной железы у цыплят-бройлеров при введении в рацион исследуемых кормовых препаратов в 37 дней было проведено морфогистологическое обследование органа.



a
a



b
b



c
c

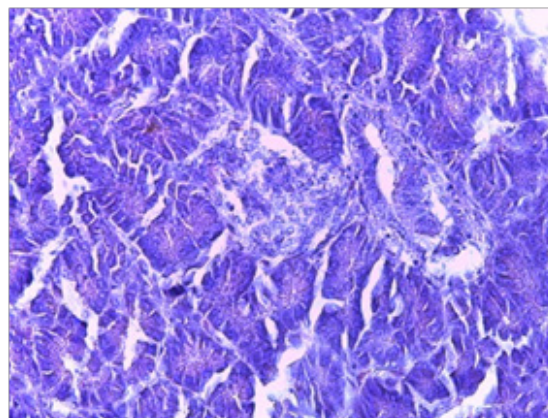
Рис. 6. Срез поджелудочной железы цыплят I опытной группы. Ув. 400
Fig. 6. Section of the pancreas of chickens of the 1st experimental group. Zoom 400

Анализ показал, что в поджелудочной железе контрольных птиц протоки имели уплотненное содержимое. Обнаружены воспалительные инфильтраты в межуточной соединительной ткани, отмечено слущивание эпителия протоков в просвет. Островки Лангерганса были единичными и многоотростчатыми (рис. 5).

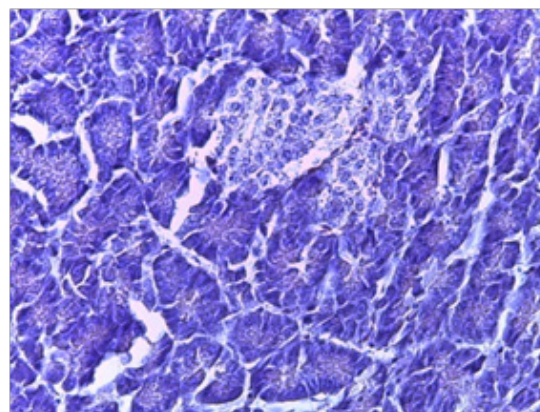
В поджелудочной железе цыплят I опытной группы также отмечалось слущивание эпителия в просвет протока. А в самих протоках был обнаружен секрет, который характеризовался неоднородной консистенцией (рис. 6, a).

В кровеносных сосудах наблюдалось формирование тромбов (рис. 6, б), периваскулярно и в паренхиме железы располагались рассеянные и локальные лимфоидноклеточные инфильтраты (рис. 6, в).

Поджелудочная железа птицы II опытной группы характеризовалась отсутствием патологических процессов, а соответственно, высокой функциональной активностью, что подтверждается наличием в паренхиме четко очерченных островков Лангерганса (рис. 7).

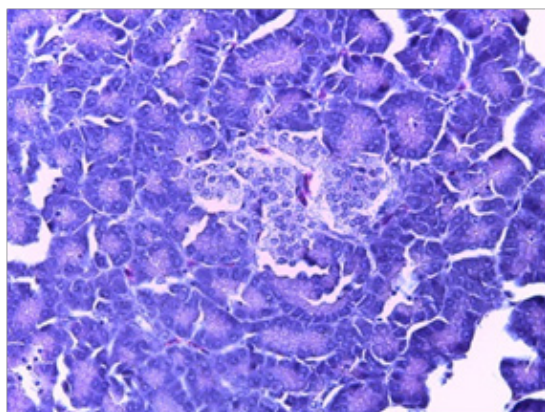


a
a

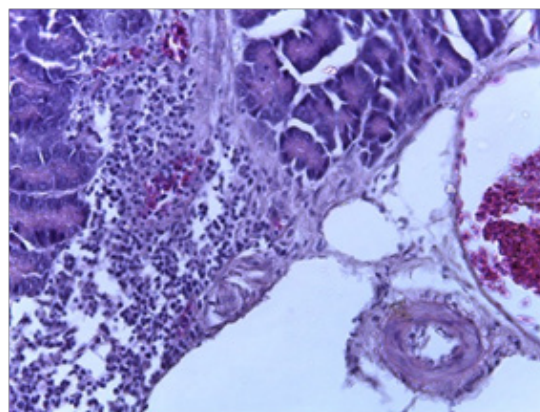


b
b

Рис. 7. Срез поджелудочной железы цыплят II опытной группы. Ув. 400
Fig. 7. Section of the pancreas of chickens of the 2nd experimental group. Zoom 400



a



b

Рис. 8. Срез поджелудочной железы цыплят III опытной группы. Ув. 400
Fig. 8. Section of pancreas of chickens of the 3rd experimental group. Zoom 400

У цыплят-бройлеров из III опытной группы в поджелудочной железе также были обнаружены хорошо очерченные островки Лангерганса. Отмечена выраженная секреторная активность железы (рис. 8, а), имели место полиморфноклеточные воспалительные инфильтраты с гиперемией сосудов венозного русла (рис. 8, б).

Таким образом, процессы, зарегистрированные на препаратах гистологических срезов поджелудочной железы цыплят-бройлеров в возрасте 37 дней, показали, что подопытное поголовье характеризовалось благополучием по инфекционным паразитарным заболеваниям. При этом исследуемые кормовые добавки, обладающие антимикробными, противовирусными, иммуномодулирующими, противогрибковыми, противовоспалительными свойствами, оказали положительное влияние на развитие поджелудочной железы опытной птицы.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Использование синбиотических и фитобиотических препаратов в птицеводстве набирает большую популярность в последние годы, о чем свидетельствуют современные научные публикации отечественных и зарубежных авторов. Биологически активные вещества, входящие в состав указанных кормовых средств, ввиду антимикробной активности и положительного воздействия на микробиом кишечника обеспечивают выраженный продуктивный эффект, а следовательно, позволяют повысить экономические показатели работы птицеводческих предприятий.

Фитобиотики в настоящее время считаются наиболее перспективными кормовыми средствами, которые, в свою очередь, способны снижать восприимчивость организма к возбудителям различных заболеваний, в том числе они обладают противовоспалительными свойствами.

Синбиотики также представляют большой интерес для изучения.

Проведенные нами исследования продемонстрировали, что введение препаратов «ГербаСтор» и «ПроСтор» в количестве 0,5 г на 1 кг комбикорма и препарата «Активо» в количестве 0,15 г на 1 кг комбикорма (начиная с 5-го дня жизни птицы) способствовало благополучному росту и развитию поджелудочной железы. К концу периода выращивания максимальной массой характеризовалась поджелудочная железа цыплят, которым скармливали препарат «ГербаСтор», находясь при этом в пределах физиологических норм. Морфогистологические исследования показали, что секреторная активность поджелудочной железы была наиболее выраженной у представителей II опытной группы, получавшей дополнительно к основному рациону синбиотический препарат «ПроСтор». Наряду с этим положительное влияние на структуру и функциональное состояние исследуемого органа оказала кормовая добавка «Активо».

Таким образом, испытываемые препараты оказывают стимулирующее воздействие на активность клеточных и тканевых структур поджелудочной цыплят-бройлеров, обеспечивая нормализацию процессов метаболизма в органе, а следовательно, обуславливают более высокий уровень переваривания корма и продуктивности птицы. Полагаем, что отмеченные изменения связаны с повышением участия компонентов препаратов в механизмах защиты биомембран клеток за счет блокирования развития патогенной и условно-патогенной микрофлоры, со стимулированием активности ферментов и повышением их синтеза в организме хозяина.

Полученные нами данные согласуются с результатами ряда исследований. Так, в диссертации А. И. Нуфер продемонстрировано, что применение кормовых добавок на основе олигосахаридов и препарата, включающего фитобиотики и органические кислоты, сопровождается благоприятными изменениями в гистологической структуре поджелудочной железы цыплят-бройлеров [11]. В исследованиях

Н. Г. Черепановой с соавторами отмечено, что некоторые биологически активные кормовые добавки способны оказывать положительное воздействие на развитие стенок поджелудочной железы цыплят-бройлеров [22]. В научных экспериментах Н. А. Щеглова показано, что испытуемые иммуномодулирующие препараты, в том числе фитобиотик, улучшают морфометрические характеристики экзокринной и эндокринной частей поджелудочной железы у цыплят-бройлеров в постнатальном онтогенезе [23].

Резюмируя установленные нами данные по морфофункциональным изменениям поджелудочной железы у бройлеров при применении препаратов «ГербаСтор», «ПроСтор» и «Активо», можно рекомендовать их к использованию при совершенствовании методов повышения уровня резистентности организма птиц мясного направления продуктивности и, в частности, при разработке программ по замене кормовых антибиотиков безопасными стимуляторами роста.

Библиографический список

1. Аристов А. В., Копытина Г. Е., Кудинова Н. А. Кормовые добавки в кормлении сельскохозяйственной птицы // Актуальные вопросы ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарной экспертизы и зоотехнии: тезисы по материалам Круглого стола представителей Воронежского ГАУ, управлений ветеринарии по Липецкой, Воронежской и Тамбовской областям, комитета ветеринарии по Тульской области. Воронеж, 2022. С. 13–15.
2. Степанишин В. В., Кондратов Г. В., Усачева А. А. Применение фитобиотиков при выращивании сельскохозяйственной птицы // Наука и современное образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 33–35.
3. Голубева А. А., Ляуквичюте В. Й., Бычкова Т. К. Современные пробиотики в кормлении сельскохозяйственных животных // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК: материалы II Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 41–46.
4. Меднова В. В., Буяров В. С. Эффективность применения фитобиотических кормовых добавок в технологии производства мяса бройлеров // Аграрный вестник Верхневолжья. 2022. № 2 (39). С. 62–67. DOI: 10.35523/2307-5872-2022-39-2-62-67.
5. Song X., Jiao H., Zhao J., Wang X., Lin H. Ghrelin serves as a signal of energy utilization and is involved in maintaining energy homeostasis in broilers // General and Comparative Endocrinology. 2019. Vol. 272. Pp. 76–82. DOI: 10.1016/j.ygcen.2018.11.017.
6. Bolyen E., Rideout J. R., Dillon M. R., Bokulich N., Abnet C. C., Al-Ghalith G. A., Alexander H., Alm E. J., Arumugam M., Asnicar F. et al. Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2 // Nature Biotechnology. 2019. Vol. 37. Pp. 852–857. DOI: 10.1038/s41587-019-0209-9.
7. Петруша Ю. К., Лебедев С. В., Гречкина В. В. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственной птицы (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 1. С. 103–118.
8. Буяров В. С., Буяров А. В. Эффективность современных технологий в промышленном птицеводстве // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 4 (37). С. 24–33. DOI: 10.35523/2307-5872-2021-37-4-24-33.
9. Юрина Н. А., Лабутина Н. Д., Хорин Б. В., Петенко А. И., Петенко И. А., Гнеуш А. Н. Кормовая добавка на основе пивной дробины в комбикормах для цыплят-бройлеров // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2021. Т. 10. № 2. С. 34–38.
10. Нечитайло К. С. Эффективность использования биогенных и абиогенных веществ в составе энзимосодержащего рациона цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. биол. Наук. Оренбург: Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 2022. 24 с.
11. Нуфер А. И. Эффективность использования кормовых добавок на основе олигосахаридов и препарата, включающего фитобиотики и органические кислоты, в кормлении цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. биол. Наук. Оренбург: Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 2022. 26 с.
12. Багно О. А. Оптимизация продуктивности и физиологического статуса сельскохозяйственной птицы с использованием эссенциальных микроэлементов, фитобиотиков и их сочетаний автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2023. 44 с.
13. Шаабан М. Эффективность использования фитобиотика «Фраматан ВСО» в кормлении цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. 24 с.
14. Тамбиева Ю. Г., Тамбиев Т. С., Федюк В. В., Федоров В. Х., Тазаян А. Н., Шлычков А. Е. Сохранность и мясная продуктивность цыплят-бройлеров при использовании в рационе фитогенных препаратов // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (47). С. 129–138.

15. Krauze M., Cendrowska-Pinkosz M., Matusevicius P., Stepniowska A., Jurczak P., Ognik K. The Effect of Administration of a Phytobiotic Containing Cinnamon Oil and Citric Acid on the Metabolism Immunity and Growth Performance of Broiler Chickens // *Animals*. 2021. No. 11 (2). Article number 399. DOI: 10.3390/ani11020399.
16. El-Hack A. A., Mohamed E., Alagawany M., Shaheen H., Samak D., Othman S. I., Allam A., Taha A., Khafaga A. F., Osman A. et al. Ginger and its derivatives as promising alternatives to antibiotics in poultry feed // *Animals*. 2020. No. 10. Article number 452. DOI: 10.3390/ani10030452.
17. Zhao Y., Wang Y., Lu X., Sun J. Effects of the substitution of oregano essential oil for antibiotics in the plateau-broiler diet // *Italian Journal of Animal Science*. 2021. No. 20 (1). Pp. 1328–1337. DOI: 10.1080/1828051X.2021.1967208.
18. Андреева О. Н., Буяров В. С. Эффективность применения препаратов, стимулирующих продуктивность и жизнеспособность цыплят-бройлеров // *Пища. Экология. Качество: труды XVII Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург, 2020. С. 50–54.
19. Буяров В. С., Метасова С. Ю. Эффективность применения синбиотика «ПроСтор» в птицеводстве // *Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки*. 2019. С. 408–421. DOI: 10.26907/2542-064X.2019.3.408-421.
20. Вертипрахов В. Г., Кислова И. Г. Экзокринная функция поджелудочной железы кур- несушек при изменении уровня кальция в рационе // *Международный вестник ветеринарии*. 2019. № 4. С. 118–124.
21. Матвеев О. А., Пашинин Н. С., Торшков А. А. Гистологическое строение поджелудочной железы цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 6 (86). С. 197–200.
22. Черепанова Н. Г., Просекова Е. А., Панина Е. В., Панов В. П. [и др.] Гистология кишечной стенки цыплят-бройлеров при использовании различных биодобавок // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2019. № 1. С. 98–112.
23. Щеглов Н. А. Морфология поджелудочной железы бройлеров кросса «Смена-7» в норме и при применении «Гамавита» и «Фоспренила»: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва: Российский университет дружбы народов, 2022. 24 с.

Об авторах:

Елена Викторовна Шацких¹, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой зооинженерии, ORCID 0000-0001-5086-6353, AuthorID 478964; +7 922 107-67-92, evshackih@yandex

Дарья Евгеньевна Королькова-Субботкина¹, аспирант, преподаватель кафедры зооинженерии, ORCID 0000-0001-5103-222, AuthorID 1110761; +7 950 638-32-55, korolkovadaria13@gmail.com

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Российская Федерация

References

1. Aristov A. V., Kopytina G. E., Kudinova N. A. Kormovye dobavki v kormlenii sel'skokhozyaystvennoy ptitsy [Feed additives in the feeding of poultry] // *Aktual'nye voprosy veterinarnoy meditsiny, veterinarno-sanitarnoy ekspertizy i zootekhnii: tezisy po materialam Kruglogo stola predstaviteley Voronezhskogo GAU, upravleniy veterinarii po Lipetskoy, Voronezhskoy i Tambovskoy oblastyam, komiteta veterinarii po Tul'skoy oblasti*. Voronezh, 2022. Pp. 13–15. (In Russian.)
2. Stepanishin V. V., Kondratov G. V., Usacheva A. A. Primenenie fitobiotikov pri vyrashhivanii sel'skookhozyajstvennoj pticy [The use of antibiotics in the cultivation of poultry] // *Nauka i sovremennoe obrazovanie: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Penza, 2022. Pp. 33–35. (In Russian.)
3. Golubeva A. A., Lyaukyavichyute V. Y., Bychkova T. K. Sovremennyye probiotiki v kormlenii sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Modern probiotics in the feeding of farm animals] // *Rol' agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii APK: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kursk, 2022. Pp. 41–46. (In Russian.)
4. Mednova V. V., Buyarov V. S. Effektivnost' primeneniya fitobioticheskikh kormovykh dobavok v tekhnologii proizvodstva myasa broylerov [The effectiveness of the use of phytobiotic feed additives in broiler meat production technology] // *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya*. 2022. No. 2 (39). Pp. 62–67. DOI: 10.35523/2307-5872-2022-39-2-62-67. (In Russian.)
5. Song X., Jiao H., Zhao J., Wang X., Lin H. Ghrelin serves as a signal of energyutilization and is involved in maintaining energy homeostasis in broilers // *General and Comparative Endocrinology*. 2019. Vol. 272. Pp. 76–82. DOI: 10.1016/j.ygcen.2018.11.017.

6. Bolyen E., Rideout J. R., Dillon M. R., Bokulich N., Abnet C. C., Al-Ghalith G. A., Alexander H., Alm E. J., Arumugam M., Asnicar F. et al. Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2 // *Nature Biotechnology*. 2019. Vol. 37. Pp. 852–857. DOI: 10.1038/s41587-019-0209-9.
7. Petrusha Yu. K., Lebedev S. V., Grechikina V. V. Fitobiotiki v kormlenii sel'skokhozyaystvennoy ptitsy (obzor) [Phytobiotics in poultry feeding (review)] // *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022. Vol. 105. No. 1. Pp. 103–118. DOI: 10.33284/2658-3135-105-1-103. (In Russian.)
8. Buyarov V. S., Buyarov A. V. Effektivnost' sovremennykh tekhnologiy v promyshlennom pitsevodstve [Efficiency of modern technologies in industrial poultry farming] // *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzh'ya*. 2021. No. 4 (37). Pp. 24–33. DOI: 10.35523/2307-5872-2021-37-4-24-33. (In Russian.)
9. Yurina N. A., Labutina N. D., Khorin B. V., Petenko A. I., Petenko I. A., Gneush A. N. Kormovaya dobavka na osnove pivnoy drobiny v kombikormakh dlya tsyplyat-broylerov [Feed additive based on beer pellets in compound feeds for broiler chickens] // *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii*. Krasnodar, 2021. Vol. 10. No. 2. Pp. 34–38. DOI: 10.48612/sbornik-2021-2-8. (In Russian.)
10. Nechitaylo K. S. Effektivnost' ispol'zovaniya biogennykh i abiogennykh veshchestv v sostave enzimsoderzhashchego ratsiona tsyplyat-broylerov: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [The effectiveness of the use of biogenic and abiogenic substances in the composition of the enzyme-containing diet of broiler chickens: abstract of the dissertation ... candidate of biological sciences]. Orenburg: Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 2022. 24 p. (In Russian.)
11. Nufer A. I. Effektivnost' ispol'zovaniya kormovykh dobavok na osnove oligosakharidov i preparata, vkhlyuchayushchego fitobiotiki i organicheskie kisloty, v kormlenii tsyplyat-broylerov: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Efficiency of using feed additives based on oligosaccharides and a preparation containing phytobiotics and organic acids in feeding broiler chickens: abstract of the dissertation ... candidate of biological sciences]. Orenburg: Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 2022. 26 p. (In Russian.)
12. Bagno O. A. Optimizatsiya produktivnosti i fiziologicheskogo statusa sel'skokhozyaystvennoy ptitsy s ispol'zovaniem essentsial'nykh mikroelementov, fitobiotikov i ikh sochetaniy avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk [Optimization of productivity and physiological status of poultry using essential microelements, phytobiotics and their combinations: abstract of the dissertation ... doctor of biological sciences]. Orenburg: Orenburg State Agrarian University, 2023. 44 p. (In Russian.)
13. Shaaban M. Effektivnost' ispol'zovaniya fitobiotika "Framatan VSO" v kormlenii tsyplyat-broylerov: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [The effectiveness of the use of the phytobiotic "Framatan VSO" in feeding broiler chickens: abstract of the dissertation ... candidate of biological sciences]. Moscow: Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 2022. 24 p. (In Russian.)
14. Tambieva Yu. G., Tambiev T. S., Fedjuk V. V., Fedorov V. Kh., Tazayan A. N., Shlychkov A. E. Sokhrannost' i myasnaya produktivnost' tsyplyat-broylerov pri ispol'zovanii v ratsione fitogennykh preparatov [Preservation and meat productivity of broiler chickens when using phyto-genic preparations in the diet] // *Bulletin of the Don State Agrarian University*. 2023. No. 1 (47). Pp. 129–138. (In Russian.)
15. Krauze M., Cendrowska-Pinkosz M., Matusevicius P., Stepniowska A., Jurczak P., Ognik K. The Effect of Administration of a Phytobiotic Containing Cinnamon Oil and Citric Acid on the Metabolism Immunity and Growth Performance of Broiler Chickens // *Animals*. 2021. No. 11 (2). Article number 399. DOI: 10.3390/ani11020399.
16. El-Hack A. A., Mohamed E., Alagawany M., Shaheen H., Samak D., Othman S. I., Allam A., Taha A., Khafaga A. F., Osman A. et al. Ginger and its derivatives as promising alternatives to antibiotics in poultry feed // *Animals*. 2020. No. 10. Article number 452. DOI: 10.3390/ani10030452.
17. Zhao Y., Wang Y., Lu X., Sun J. Effects of the substitution of oregano essential oil for antibiotics in the plateau-broiler diet // *Italian Journal of Animal Science*. 2021. No. 20 (1). Pp. 1328–1337. DOI: 10.1080/1828051X.2021.1967208.
18. Andreeva O. N., Buyarov V. S. Effektivnost' primeneniya preparatov, stimuliruyushchikh produktivnost' i zhiznesposobnost' tsyplyat-broylerov [The effectiveness of the use of drugs that stimulate the productivity and viability of broiler chickens] // *Food. Ecology. Quality: proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference*. Ekaterinburg, 2020. Pp. 50–54. (In Russian.)
19. Buyarov V. S., Metasova S. Yu. Effektivnost' primeneniya sinbiotika "ProStor" v pitsevodstve [The effectiveness of the use of the synbiotic "ProStor" in poultry farming] // *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki*. 2019. Pp. 408–421. DOI: 10.26907/2542-06. (In Russian.)
20. Vertiprakhov V. G., Kislova I. G. Ekzokrinnaya funktsiya podzheludchnoy zhelezy kur-nesushek pri izmenenii urovnya kal'tsiya v ratsione [Exocrine function of the pancreas of laying hens with changes in the level of calcium in the diet] // *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2019. No. 4. Pp. 118–124. (In Russian.)

21. Matveev O. A., Pashinin N. S., Torshkov A. A. Gistologicheskoe stroenie podzheludochnoy zhelezy tsyplyat-broylerov v postinkubatsionnom ontogeneze [Histological structure of the pancreas of broiler chickens in post-incubation ontogenesis] // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 6 (86). Pp. 197–200. (In Russian.)
22. Cherepanova N. G., Prosekova E. A., Panina E. V., Panov V. P. et al. Gistologiya kishechnoy stenki tsyplyat-broylerov pri ispol'zovanii razlichnykh biodobavok [Histology of the intestinal wall of broiler chickens when using various dietary supplements] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy 2019. No. 1. Pp. 98–112. (In Russian.)
23. Shcheglov N. A. Morfologiya podzheludochnoy zhelezy broylerov krossa “Smena-7” v norme i pri primenenii “Gamavita” i “Fosprenila”: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [The morphology of the pancreas of broilers of the “Smena-7” cross is normal and with the use of “Gamavit” and “Fosprenil”: abstract of the dissertation ... candidate of biological sciences]. Moscow: RUDN University, 2022. 24 p. (In Russian.)

Authors' information:

Elena V. Shatskikh¹, doctor of biological sciences, professor, head of the department of zooengineering, ORCID 0000-0001-5086-6353, AuthorID 478964; +7 922 107-67-92, evshackih@yandex
 Darya E. Korolkova-Subbotkina¹, postgraduate, lecturer of the department of zooengineering, ORCID 0000-0001-5103-222, AuthorID 1110761; +7 950 638-32-55, korolkovadaria13@gmail.com

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Особенности организации изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменского Севера

А. А. Южаков¹, С. М. Зуев², В. В. Елсаков³, К. А. Лайшев¹✉

¹ Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

² Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

³ Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

✉ E-mail: layshev@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – на основе анализа архивных материалов, литературных источников и собственных исследований рассмотреть особенности организации изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменского Севера. **Методы.** В ходе исследования применялись исторический, экспертный, сравнительный, структурный анализ, мониторинг, аналогия, обобщение. **Результаты.** Изгородное содержание северных оленей в регионах Субарктики применяется уже около 100 лет, но сегодня требует нового концептуального подхода к проектированию ферм в лесной зоне. В Тюменской области выпасается почти 700 000 домашних северных оленей – самое большое поголовье в Арктике и Субарктике. Для выпаса оленей используются в основном пастбища тундровой зоны – здесь в летний период находится 92 % стад. Из-за превышения проектной оленеемкости пастбища в ЯНАО последние 30 лет находятся в состоянии долговременного перевыпаса и требуют снижения пасторальной нагрузки. Одним из путей оптимизации тундрового выпаса оленей является перевод части животных на свободные лесные пастбища. С 2019 г. в Ямало-Ненецком автономном округе проводится производственный эксперимент по круглогодичному выпасу стад оленей в лесной зоне с использованием изгородей. Проведено мониторинговое исследование двух ферм изгородного содержания в лесной зоне ЯНАО. Реализация проектов по созданию ферм изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменского Севера позволит не только разгрузить тундровые пастбища, но и решить ряд вопросов социально-экономического, экологического, технологического характера на территориях традиционного природопользования в ЯНАО и ХМАО-Югре. **Научная новизна** работы заключается в комплексном подходе к целям проектирования лесных ферм изгородного содержания северных оленей, включающем в себя не только технологические особенности проектов, но и их социальную значимость для коренного малочисленного населения Севера.

Ключевые слова: северное оленеводство, Тюменская область, коренное население, пастбища северных оленей, изгородное содержание оленей, акклиматизация оленей.

Для цитирования: Южаков А. А., Зуев С. М., Елсаков В. В., Лайшев К. А. Особенности организации изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменского Севера // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 103–113. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-103-113.

Дата поступления статьи: 06.02.2023, **дата рецензирования:** 15.06.2023, **дата принятия:** 11.07.2023.

Features of the organization of fence keeping of reindeer in the forest zone of the Tyumen North

A. A. Yuzhakov¹, S. M. Zuev², V. V. Elsakov³, K. A. Layshev¹✉

¹ Saint Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Pushkin, Russia

² Scientific Center for the Study of the Arctic, Salekhard, Russia

³ Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktывkar, Russia

✉ E-mail: layshev@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is based on the analysis of historical and modern experience of hedge keeping of reindeer, to determine the possibilities and tasks of creating reindeer farms in the forest zone of the Tyumen North. **Methods.** During the study historical, expert and comparative analysis, structural analysis, monitoring, analogy, generalization were used. **Results.** The hedge keeping of reindeer in the Subarctic regions has been used for about a hundred years, but today it requires a new conceptual approach to the design of farms in the forest zone. Almost 700,000 domestic reindeer are grazed in the Tyumen region are the largest population in the Arctic and Subarctic. The pastures of the tundra zone are mainly used for grazing deer – 92 % of the herds are located here in the summer. Due to the excess of the project reindeer capacity, pastures in the Yamalo-Nenets Autonomous District have been in a state of long-term overgrazing for the last 30 years and require a reduction in pastoral load. One of the ways to optimize the tundra grazing of deer is to transfer some of the animals to free forest pastures. Since 2019 In the Yamalo-Nenets Autonomous District, a production experiment is being conducted on year-round grazing of reindeer herds in a forest area using hedges. A monitoring study of two hedge farms in the forest zone of the Yamalo-Nenets Autonomous District was conducted. The implementation of projects to create hedge farms for reindeer in the forest zone of the Tyumen North will not only relieve tundra pastures, but also solve a number of socio-economic, environmental, technological issues in the territories of traditional nature management in the Yamalo-Nenets Autonomous District and KhMAO-Yugra. The scientific novelty of the work lies in a comprehensive approach to the tasks and goals of designing forest farms for hedging reindeer, which includes not only the technological features of the projects, but also their social significance for the indigenous small population of the North.

Keywords: reindeer husbandry, Tyumen region, indigenous population, reindeer pastures, hedge keeping of deer, acclimatization of deer.

For citation: Yuzhakov A. A., Zuev S. M., Elsakov V. V., Layshev K. A. Osobennosti organizatsii izгородnogo soderzhaniya severnykh oleney v lesnoy zone Tyumenskogo Severa [Features of the organization of fence keeping of reindeer in the forest zone of the Tyumen North] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 103–113. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-103-113. (In Russian.)

Date of paper submission: 06.02.2023, **date of review:** 15.06.2023, **date of acceptance:** 11.07.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Северное оленеводство вопреки сложившемуся в обществе стереотипу представляет собой не только набор традиций, но и предполагает особый образ жизни, который включает в себя инновационные технологические приемы и новые практики. Достаточно вспомнить историю новаций в XX веке: внедрение коралей – загонов для обработки и просчета оленей, раздельный выпас транспортного и плодового стада, ежегодную вакцинацию и обработки оленей от инвазий, применение радиосвязи, снегоходов, электрогенераторов, новых синтетических материалов [1, с. 140]. Все это было внедрено в северное оленеводство в течение жизни одного-двух поколений и сейчас уже воспринимается как неотъемлемая часть технологического процесса. В современных условиях рыночной экономики и продолжающейся глобализации в отрасли произошли серьезные изменения – прежде всего в локальных сообществах самих оленеводов, что не могло не отразиться на экономике их домохозяйств, сокращении кадрового потенциала, снижении компетенций у оленеводов и специалистов, состоянии популяций домашних северных оленей и оленьих пастбищах [2, с. 24]. Органы власти субъектов Арктической зоны стараются поддерживать современные технологии выпаса домашних северных оленей, где отрасль остается социально значимой для сельского

аборигенного населения [3–6].

Тюменская область располагает самым большим в мире поголовьем домашних северных оленей, которое, по последним данным Росстата, насчитывает 683 724 голов, в т. ч. в Ямало-Ненецком автономном округе 649 831, в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре – 33 893 животных [7]. Для выпаса оленей используются в основном пастбища тундровой зоны – здесь в летний период находится 92 % стад. Пастбища лесотундровой и лесной зоны используются в основном в зимний период и незначительно в летний. Такая непропорциональность в сезонной эксплуатации пастбищ привела к локальному истощению пастбищ в тундровой зоне, повлекшему за собой нестабильность производственных показателей отрасли вплоть до массового падежа животных в неблагоприятные по погодным условиям годы. Одним из возможных путей решения проблемы в Стратегии социально-экономического развития ЯНАО до 2030 г. предлагается перемещение части тундровых стад в лесную зону с последующим содержанием на огороженных участках в летний период.

С 2019 г. в ЯНАО проводится производственный эксперимент по круглогодичному выпасу стад оленей в лесной зоне с использованием замкнутых изгородей. Проведено мониторинговое исследование двух ферм изгородного содержания в лесной зоне ЯНАО.

Предварительные выводы в целом положительные, но, чтобы получить надежное заключение, необходимо проведение дополнительных исследований по состоянию растительного покрова в изгороди и вокруг нее, изменению морфобиологических, физиологических и продуктивных показателей оленей, социально-экономического статуса семей оленеводов. Реализация проектов по созданию ферм изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменской области позволит не только разгрузить тундровые пастбища, но и решить ряд вопросов социально-экономического, экологического, технологического характера на территориях традиционного природопользования в ЯНАО и ХМАО-Югре.

Цель исследований – на основе анализа архивных материалов, литературных источников и собственных исследований рассмотреть особенности организации изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменского Севера.

Методология и методы исследования (Methods)

Результаты работы основываются на анализе архивных материалов и литературных источников, а также материалов собственных исследований. Были использованы методы исторического и сравнительного анализов, структурного анализа, визуализации, систематизации, аналогии, обобщения, геоботанические и опросные исследования. Работа выполнена в Санкт-Петербургском федеральном исследовательском центре РАН, ГАУ ЯНАО Научном центре изучения Арктики (г. Салехард), Институте биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

Для анализа функционирования оленеводческого хозяйства с изгородным содержанием оленей в лесной зоне в 2021 и 2022 гг. были организованы экспедиции в оленеводческие хозяйства расположенные в Надымском и Тазовском районах Ямало-Ненецкого автономного округа. Основное внимание уделялось опыту строительства изгородей и вспомогательных сооружений, оценке состояния оленьих пастбищ, организации выпаса животных, хозяйственно-экономическим показателям хозяйств.

Результаты (Results)

В настоящее время выделяют два основных типа оленеводства на севере Тюменской области:

1. Тундровое крупнотадное – в ЯНАО это Ямальский и Тазовский районы полностью, север Приуральского, Шурышкарского и Надымского районов, В ХМАО-Югре – предгорья Березовского района, На этих ландшафтах 92 % домохозяйств оленеводов содержат до 96 % всего поголовья домашних северных оленей Тюменской области.

2. Лесотундровое и лесное мелкостадное – в Надымском и Приуральском районах, Красноселькупском и Пуровском районах ЯНАО, в Сургутском, Нижневартовском и Ханты-Мансийском районах ХМАО-Югры (рис. 1).

Уже несколько лет в ЯНАО идет активная дискуссия между представителями науки, общественности, оленеводов, малого бизнеса и органов власти по поводу перевода части оленей из тундровой зоны в лесную в связи с истощением и деградацией тундровых пастбищ.

Лесное оленеводство значительно отличается от тундрового и требует решения крупных организационных и методических проблем по выбору участка для выпаса, подбора компетентных исполнителей, источников значительных финансовых ресурсов для строительства производственных сооружений, прежде всего, изгородей. В первую очередь нужно учитывать наличие компетентных трудовых ресурсов. Примером недооценки данного фактора может послужить неудачный опыт развития изгородного оленеводства в Республике Коми. В 2016 г. в Княжпогостский район республики (Княжпогостский филиал ООО «Агрокомплекс «Инта приполярная») перегнали 500 голов из Надымского района ЯНАО, но при этом на площади в 36 тыс. га не учли кормовые ресурсы, желание и трудовой потенциал оленеводов, которые не имели представление о том, как содержать оленей в изгороди. При интенсивной нагрузке пастбища были выбиты в течение одного года, непроизводительный отход увеличился в разы из-за постоянного присутствия хищников и поломок изгородей. В итоге проект закончился гибелью части животных и вынужденным убоем оставшихся.

Для оленеводов из числа коренного населения переход из одной зоны выпаса оленей на постоянное проживание в другой, связан не просто со сменой локации, но и кардинальной переменой образа жизни, традиций и технологий, социального окружения. Такие перемены – на грани экзистенциальных – возможны для аборигенного населения только при наличии очень весомой мотивации, в число которых могут входить не столько финансовые предпочтения, как скорее социальные, связанные с проживанием семьи круглый год в более комфортных условиях без потери традиционного образа жизни с оленями. Фермы с изгородным содержанием оленей в значительной мере способны предоставить бывшим тундровым кочевникам такие условия.

Накопленный практический опыт российского и зарубежного оленеводства показывает, что для устойчивого ведения отрасли в лесных условиях оптимальным способом содержания домашних северных оленей является изгородный, который позволяет эффективно управлять стадом и сохранять поголовье животных.

Для изоляции путей кочевания домашних северных оленей от неуправляемых многотысячных стад дикого северного оленя применяются *направляющие и отсекающие* изгороди, которые не дают популяциям животных смешиваться. Подобные много-

километровые изгороди существуют в Финляндии и Норвегии, на полуострове Сьюард (штат Аляска, США) [8, с. 20]. Данные виды изгородей относятся к *незамкнутому* типу и предназначены для кратковременного сезонного использования.

Из практики северного оленеводства известно, что выпасать стада оленей летом в лесной зоне гораздо сложнее, чем в тундре, где на открытых пространствах, на обдуваемых возвышенностях или на морских побережьях животные могут найти защиту от жары и гнуса. В свою очередь, лесное оленеводство в бесснежный период требует от пастухов значительных затрат времени и усилий на удержание стада и поиск отбившихся оленей. Практика подсказала выход: в самые опасные периоды загнать оленей в замкнутые изгороди, где свобода передвижения животных будет существенно ограничена и не потребуется постоянное присутствие человека. При этом для реализации такой технологии потре-

бовались как необходимый строительный материал, рабочие руки для строительства, так и постоянный контроль со стороны пастухов за состоянием изгороди. Изгороди были несложными в изготовлении и недолговечными в использовании, поскольку строились из подручного материала, обычно дерева.

Исторический анализ. Направляющие изгороди, возможно, являются одной из древнейших форм загонной охоты на диких северных оленей, которая отражена на петроглифах Альты в Норвегии [9, с. 131–132]. В целях долговременного содержания и пастбы оленей строят *замкнутые* изгороди, которые имеют давнюю историю применения и совершенствования. Огораживать пастбищные участки как технологический прием выпаса северных оленей в лесу начали еще сотни лет назад. Народами, первыми освоившими изгородное содержание в таежной зоне, были эвенки, а в лесотундровой – саами [10, с. 85].

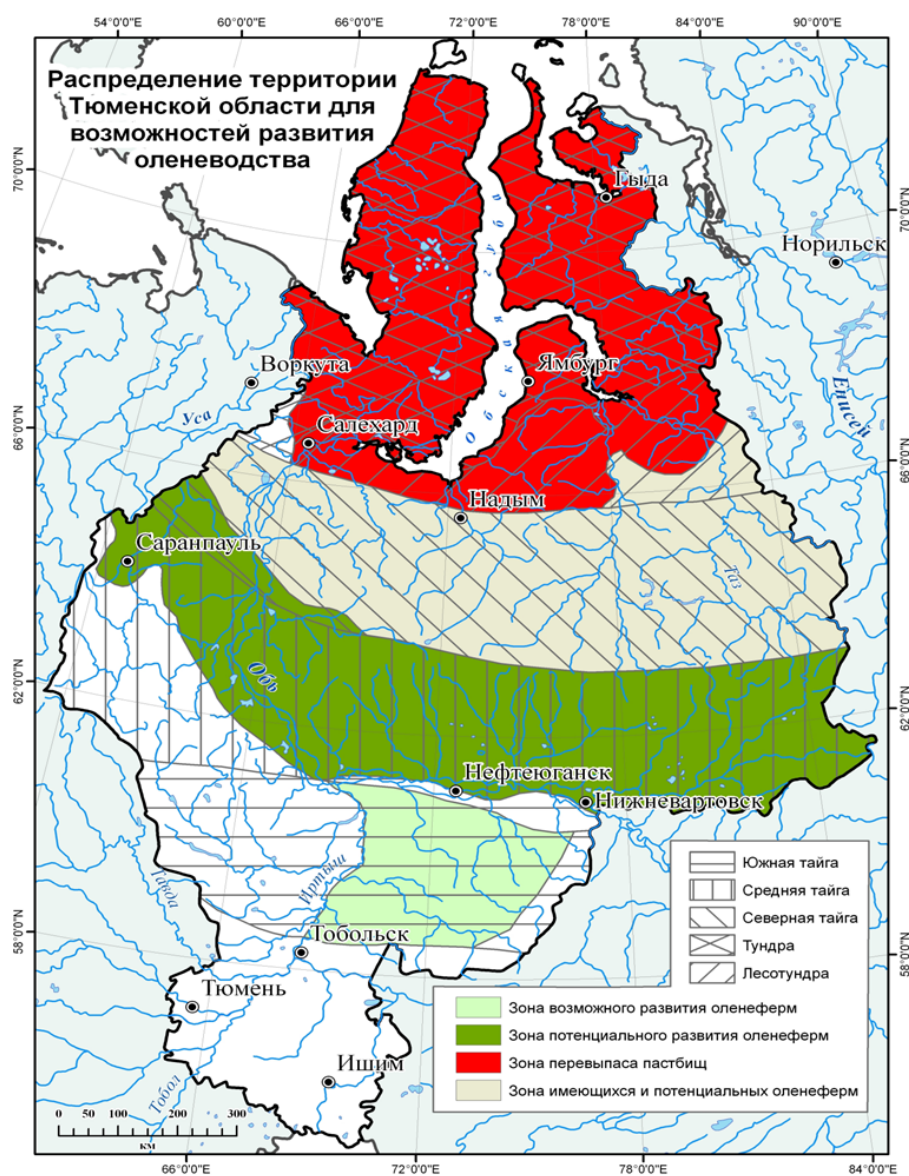


Рис. 1. Карта оленьих пастбищ Тюменской области

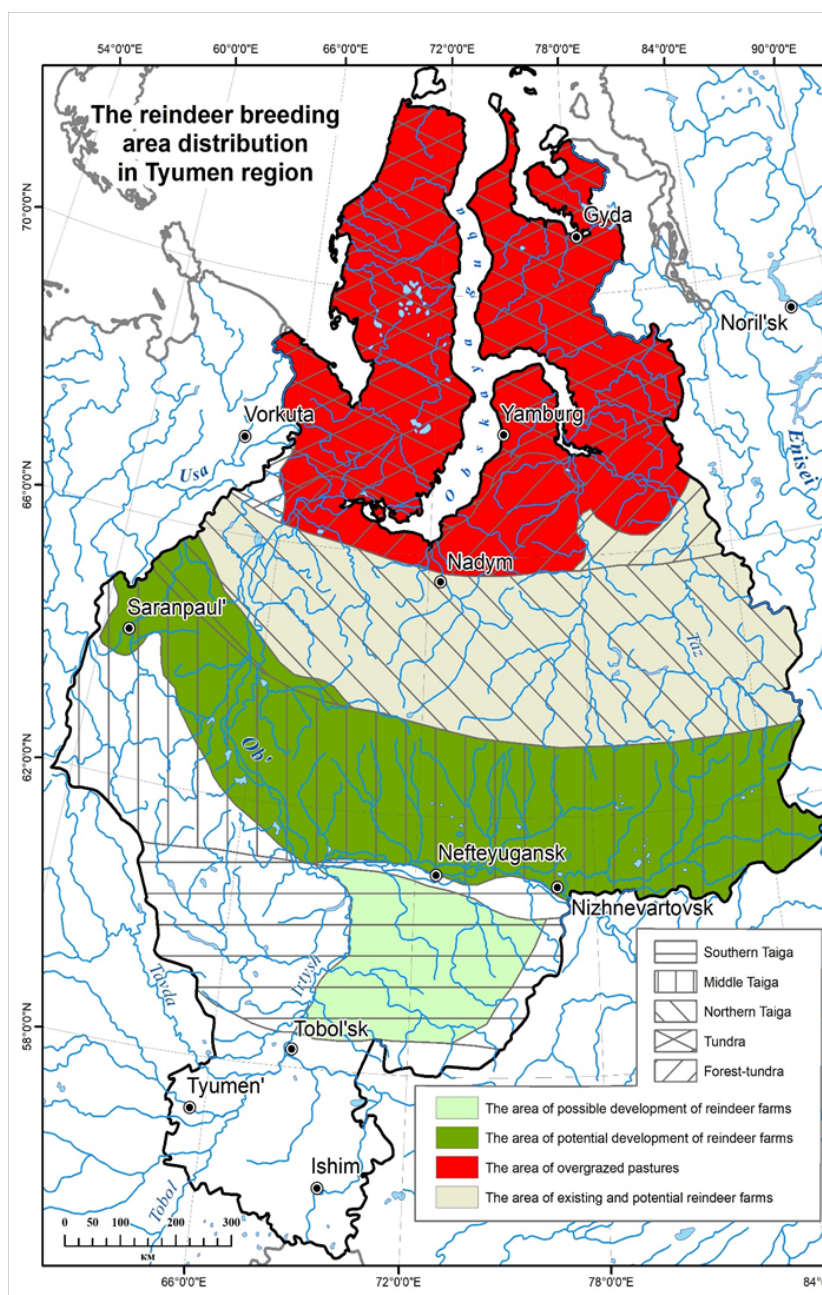


Fig. 1. Map of reindeer pastures of the Tyumen region

Попытки организовать лесные фермы содержания домашних северных оленей в XX в. предпринимались неоднократно. Так, на территории Республики Коми лесное (изгородное) оленеводство существовало в дореволюционное время, но форма природопользования практически полностью исчезла в годы Гражданской войны. Попытки ее восстановления относятся к периодам 1931–1943 гг., 1952 г. – когда был предпринят перевод отдельных небольших стад оленей из тундровых районов в более южные районы республики [11, с. 111]. Геоботанические исследования показывали высокий кормовой потенциал по зеленым и лишайниковым кормам для разведения животных. Хорошая кормовая база и заинтересованность населения приносили

результаты: от 425 голов тундровых оленей, закупленных и перемещенных из Ижемского района в Помоздинский в 1944 г., к 1953 г. численность стада (животных содержали вне изгородей) увеличилась до 1137 голов. Однако в середине 1990-х после 50 лет успешной работы в силу социально-экономических причин хозяйство ликвидировали. Работники хозяйства отмечали перспективность направления: достижение больших по сравнению с тундровыми оленями показателей по весу, целостность шкур (отсутствие подкожного овода в лесной зоне).

В опытном стаде Ямальской оленеводческой станции в 1950–1952 гг. впервые была применена усовершенствованная изгородь. Со второй половины XX в. для выпаса оленей строятся комби-

нированные изгороди, включающие разные виды материалов (проволока, облегченная металлическая сетка, металлические опоры), что значительно ускорило строительство и увеличило срок эксплуатации изгородей [12, с. 13]. Позднее изгороди появились в оленеводстве Мурманской и Магаданской областей, в Саха (Якутии) [13, с. 19].

Так, в стаде № 5 колхоза «Тундра» Мурманской области при переходе на изгородный выпас улучшился нагул животных, резко снизилась яловость. Проведение выпаса оленей на огороженных пастбищах позволило в колхозе почти полностью ликвидировать заболеваемость животных некробактериозом и пневмонией [14, с. 43].

Впервые применив изгороди, бригада Удалого из совхоза «Буксунда» (Магаданская область) сократила отход оленей в до 1 %, а бригада Гаркани из совхоза «Талая» – до 2 %, тогда как до применения изгородей отход животных был во много раз больше. Затраты на строительство изгородей возмещены за счет резкого сокращения потерь в первый же год их использования [15, с. 24].

В последние годы предпринимаются небезуспешные попытки внедрить в загонное содержание северных оленей пластиковые сети и электроизгородь (рис. 2).

Первые рекомендации по технологии круглогодичного изгородного содержания северных оленей для тасжной зоны были составлены в НИИСХ Крайнего Севера [16, с. 31]. В них учитывался опыт строительства и эксплуатации изгородей, рекомендации по выбору пастбищного участка, предлагалась организационно-технологическая схема содержания животных внутри изгороди.

Вследствие причин субъективного характера разработанная технология лесных ферм северных оленей так и не была реализована в практику.

В 1975–1980 гг. в Приуральском районе ЯНАО (Полуй (северная тайга)) был проведен научный эксперимент изгородному содержанию двух стад тундровых оленей. Эксперимент был признан успешным: тундровые олени адаптировались и стали круглый год выпасаться в лесу [17, с. 13].

В Эвенкии традиционно практиковалось сезонное содержание оленей в изгороди («огородах»). Этим занимались в основном охотники, незанятые на охотпромысле в летний период [18, с. 15].

В Республике Саха (Якутия) в 2005–2010 гг. был испытан метод круглогодичного содержания северных оленей в изгороди [19, с. 22]. В результате были получены положительные адаптационные показатели у оленей. Вместе с тем, на наш взгляд, в данной работе мало информации по организации технологического процесса и трансформации геоботанического состава пастбищ в изгороди при длительной эксплуатации. [20, с. 154].

Особенности современного применения изгородей в оленеводстве. Основными объектами изгородного оленеводства являются домашние северные олени, огороженный пастбищный участок и хозяйственно-бытовой комплекс (откормочные площадки, корали, убойный и ветеринарный пункты, жилые помещения, склады, бытовые постройки и пр.), то есть все необходимое для выпаса стада, проведения зооветеринарных работ и обеспечения социально-бытовых потребностей оленеводов и специалистов (рис. 3).



Рис. 2. Электроизгородь. Фото С. М. Зуева
Fig. 2. Electric fence. Photo by S. M. Zuev



Рис. 3. Жилой дом и чум на производственно-бытовой базе оленефермы. Фото С. М. Зуева
 Fig. 3. The living house and tent on the production and household base of a reindeer farm. Photo by S. M. Zuev

Экономический анализ опыта функционирования изгородных оленьих ферм в Надымском районе убеждает, что данный вид содержания животных позволяет на протяжении многих лет показывать стабильные производственные показатели. Некоторые авторы отмечали, что правильная организация изгородного содержания оленей и рациональная эксплуатация огороженных пастбищ позволяют повысить упитанность животных, значительно сократить непроизводительный отход оленей, качественно проводить ветеринарно-зоотехнические мероприятия (в лесной зоне тундровые олени через несколько лет увеличивают свою живую массу на 1013 кг, убойную массу – на 3–4 кг) [21, с. 98].

Анализ результатов геоботанических исследований лесных оленьих пастбищ Тюменского Севера показал, что природные комплексы здесь мало изменены, а существующие запасы кормовой базы достаточно высоки [22, с. 65; 23, с. 167]. Так, общий запас фитомассы на огороженных участках пастбищ площадью от 7200–8000 га, позволяет одновременно содержать до 600–700 голов оленей в Надымском районе, и до 700–900 голов – в Тазовском, но не более, чем на протяжении 5–7 лет, после чего требуется корректировка оленеемкости пастбищ и выпасаемого поголовья.

При лесном выпасе оленей требуется периодическая смена оленьих пастбищ за счет ежегодного расширения огороженных участков, а это влечет увеличение трудовых и финансовых затрат для строительства дополнительных стационарных и передвижных изгородей [2, с. 38].

Для того чтобы сохранить кормовые ресурсы пастбищ, на каждом огороженном участке Надым-

ского и Тазовского районов в течение года рекомендуется содержать в пределах 110–120 голов северных оленей. Это не соответствует имеющемуся стремлению оленеводов увеличить его до получения экономической прибыли (500–600 голов) и потребует как диверсификации ассортимента продукции на фермах, так и дополнительных социальных трансфертов для семей оленеводов.

Опыт организации оленеферм в Скандинавии, на Аляске, в Республике Саха (Якутия) и даже в Подмосковье показывает, что северный олень способен к сравнительно быстрой адаптации к новым экологическим условиям [24]. Следовательно, при организации оленеферм в лесной зоне Тюменской области вопрос наличия ресурсов кормовой базы не является лимитирующим, но он требует проведения дополнительных научных исследований по локальным особенностям технологии кормления оленей для каждой проектируемой фермы.

Более сложной представляется нам проблема термоадаптации оленей перемещенных с севера на юг, а также к очень высокой численности кровососущих насекомых и оводов. Как известно, северный олень тяжело переносит высокие температуры летнего периода, что потребует в лесной зоне определенного времени для адаптации животных к температурному стрессу. Кроме того, для защиты животных от теплового стресса и высокой численности насекомых можно строить специальные «теневые навесы» и обрабатывать оленей репеллентами.

Проведенный анализ эффективности создания оленеводческих ферм изгородного содержания в лесной зоне Тюменского Севера показал, что от внедрения новой технологии можно ожидать следующие результаты:

1. *Экологические* – снижение численности оленей в тундровых регионах, оптимизация условий выпаса, использование в качестве пастбищ не занятых участков лесотундры и тайги, включив их в экономический оборот.

2. *Социальные* – дополнительные рабочие места, снижение безработицы, повышение заработной платы, обучение молодежи, сохранение традиционных национальных навыков.

3. *Экономические* – получение дополнительной оленеводческой продукции, организация более полной переработки оленеводческой продукции, развитие различных форм агротуризма, создание сувенирных цехов, повышение отчислений в региональный бюджет.

4. *Технологические* – внедрение новых технологических разработок и приемов заготовки и переработки оленеводческой продукции.

Рекомендации для оленеводов и специалистов:

1. Ежедневно проверять изгородь на сохранность (в период пребывания оленей в изгороди), срубить все старые, поломанные, наклоненные деревья вдоль изгороди, которые могут повредить ее.

2. Для организации пастбищеоборота внутри периметра используемого участка и увеличения эффективности контроля выпаса оленей применять легкие переносные изгороди.

3. Строить маршрутные домики (временные сезонные жилища) в самой отдаленной точке от центрально стоянки для облегчения труда и отдыха оленеводов во время осмотра изгороди.

4. В бесснежный период организовать перекопку как внутри, так и за пределами изгороди, чтобы взрослое поголовье и вновь родившиеся телята привыкали к контакту с человеком.

5. Проводить белково-минеральную подкормку беременных самок перед отелом (февраль – апрель), кастрацию выбракованных самцов (август).

6. Организовывать гаремную случку племенных самцов и самок на отдельно огороженной территории.

7. Максимально изучить близлежащие территории запасных пастбищ, расположенных за пределами изгороди, и проложить маршруты движения стада к ним.

8. Продолжить практику периодического содержания стада оленей за пределами изгороди, где применять технологию свободного выпаса.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В качестве основной задачи перемещения северных оленей из тундровых районов Тюменской области на постоянный выпас в лесную зону ставится снижение пасторальной нагрузки на перегруженные тундровые пастбища. Администрация ЯНАО под влиянием экспертного сообщества с участием представителей науки поддержала проект экспериментальных ферм северных оленей с изгородным содержанием путем грантового бюджетного финансирования. Финансовые средства успешно освоены, сформированы коллективы оленеводов из числа опытных тундровиков, выделены и огорожены необходимые площади земель для выпаса, перегнано около 1000 оленей на две фермы. Станет ли новый проект началом «великого переселения» оленей и оленеводов, говорить пока рано, поскольку его эффективная реализация требует не только финансов и рабочей силы. Нужны новые компетенции и пастухам, и специалистам. Важна достоверная экспертная оценка результатов эксперимента. Требуется время для апробации многих технологических новшеств. Предварительные выводы в целом положительные, но, чтобы уверенно рекомендовать инновационную технологию в практику, необходимо проведение дополнительных исследований по состоянию растительного покрова в изгороди и вокруг нее, изменению морфобиологических, физиологических и продуктивных показателей оленей, социально-экономического статуса семей оленеводов. Для внедрения технологии изгородного содержания на Севере Тюменской области рекомендуется решить ряд административно-управленческих вопросов:

1) выявить наиболее перспективные для развития изгородного оленеводства территории, свободные от притязания третьих лиц;

2) урегулировать вопросы пользования земель в Лесном фонде; внести поправки в действующие нормативно-правовые акты;

3) разработать государственную программу по развитию изгородного оленеводства, включающую систему компенсационных мер на строительство изгородей.

Библиографический список

1. Южаков А. А., Деттер Г. Ф. Трансформация оленеводства Арктики в условиях рыночной экономики (на примере Ямала) // Арктика: экология и экономика. 2020. № 4 (40). С. 139–150. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-139-150
2. Зуев С. М. О перспективах полувольного и изгородного содержания домашних северных оленей в Ямало-Ненецком автономном округе. Омск: Изд-во «Золотой тираж», 2022. 174 с.
3. Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа до 2030 год [Электронный ресурс]. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/018e08421ad3d3b523173e61e2f3476b/23.04.2019yanao.pdf> (дата обращения: 18.02.2022).

4. Nikitkina E., Krutikova A., Musidray A., Plemyashov K. Search for associations of *fshr*, *inha*, *inhb*, *prl*, *tnp2* and *spgf2* genes polymorphisms with semen quality in Russian Holstein bulls (pilot study) // *Animals*. 2021. Vol. 11. No. 10. DOI: 10.3390/ani11102882.
5. Ilina L. A., Filippova V. A., Yildirim E. A., Brazhnik E. A., Dunyashev T. P., Laptev G. Y., Laishev K. A. The succession of reindeer' rumen symbiotic bacteria // *Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 99. No. S3. DOI: 10.3390/ani9090615.
6. Andronov S., Lobanov A., Popov A., Shaduyko O., Bogdanova E., Yuzhakov A., Raheem D., Kobelkova I. The relationships among microelement composition of reindeer meat (*rangifer tarandus*) and adaptation: a systematic review and meta-analysis // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No. 3. DOI: 10.3390/su14031173.
7. Официальный портал Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 06.11.2022).
8. Kofinas G., Osherenko G., Klein D., Forbes B. Research Planning in the Face of Change: The Human Role in Reindeer/Caribou Systems // *Polar Research*. 2000. Vol. 19 (1). Pp. 3–22.
9. Данилов П. И., Панченко Д. В., Тирронен К. Ф. [и др.] Северный олень в восточной Финляндии: (монография). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2020. 187 с.
10. Василевич Г. М., Левин М. Г. Типы оленеводства и их происхождение // *Советская этнография*. 1951. № 1. С. 63–87.
11. Дедов А. А. Пастбища лесного оленеводства в Помоздском районе Коми АССР // *Труды Коми филиала АН СССР*. 1954. № 2. С. 110–113.
12. Смирнов В. Изгороди занимают свое место в оленеводстве // *Магаданский оленевод*. 1970. Вып. 7. С. 13–14.
13. Кратковский Н. А., Лайшев А. Х. Опыт применения стационарных изгородей для полувольного выпаса оленей // *Основные пути развития северного оленеводства и задачи науки: тезисы докладов научно-производственного совещания*. Норильск, Норильское изд-во, 1973. С. 82–84.
14. Федотов В. С. Достижения науки и практики – в сельскохозяйственное производство: рекомендации для работников оленеводства и животноводства Мурманской области. Мурманск: Кн. изд-во, 1963. 48 с.
15. Скурлатов И. Итоги 1960 года // *Магаданский оленевод*. 1961. Вып. 6. С. 23–26.
16. Дьяченко Н. О. [и др.] Методические рекомендации по изгородному содержанию северных оленей. Норильск: Норильское изд-во, 1974. 31 с.
17. Харамзин Т. Г. Основные направления повышения эффективности оленеводства Тюменской области в условиях интенсивного развития нефтегазового комплекса: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1988. 18 с.
18. Мухачев А. Д. [и др.] Содержание северных оленей на огороженных пастбищах в Эвенкии: методические рекомендации. Новосибирск: изд-во СО ВАСХНИЛ, 1975. 28 с.
19. Алексеев Е. Д. Технология круглогодичного изгородного содержания домашних оленей в условиях таежной зоны Якутии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Якутск: ЯГСХА, 2009. 27 с.
20. Винокуров И. Н., Владимиров Л. Н., Алексеев Е. Д. Инновационная технология развития домашнего оленеводства в Якутии. Bremen: LAMBERT Academic Publishing, 2014. 320 с.
21. Южаков А. А., Лайшев К. А., Забродин В. А. Влияние наследственных и паратипических факторов на мясную продуктивность домашних северных оленей // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 11 (202). С. 93–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-93-100.
22. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. В. В. Плотникова. Тюмень: Изд-во «СофтДизайн», 1997. 288 с.
23. Елсаков В. В., Зуев С. М., Мыльникова Т. А. Распределение запаса зеленых кормов на участках выпаса оленей по материалам спутниковых съемок разной детальности // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2022. Т. 19. № 2. С. 155–168. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-155-168.
24. Оленья ферма в ближнем Подмосковье [Электронный ресурс]. URL: <https://severenol.ru/?ysclid=15tktdfwia23168067> (дата обращения: 08.04.2022).

Об авторах:

Александр Александрович Южаков¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0002-0633-4074, AuthorID 852660; +7 900 630-85-90, alyuzhakov@yandex.ru

Сергей Михайлович Зуев², младший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-1911-4628, AuthorID 952136; +7 902 827-64-42, ssalinders@mail.ru

Владимир Валериевич Елсаков³, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0001-7111-5161, AuthorID 92267; +7 912 562-36-07, elsakov@ib.komisc.ru

Касим Анверович Лайшев¹, доктор ветеринарных наук, академик РАН, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2490-6942, AuthorID 364515; +7 911 732-38-28, layshev@mail.ru

¹ Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

² Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

³ Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

References

1. Yuzhakov A. A., Detter G. F. Transformatsiya olenevodstva Arktiki v usloviyakh rynochnoy ekonomiki (na primere Yamala) [Transformation of reindeer husbandry in the Arctic in a market economy (on the example of Yamal)] // *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2020. No. 4 (40). Pp. 139–150. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-4-139-150. (In Russian.)
2. Zuyev S. M. O perspektivakh poluvol'nogo i izgorodnogo soderzhaniya domashnikh severnykh oleney v Yamalo-Nenetskom avtonomnom okruge [On the prospects of semi-voluntary and hedge keeping of domestic reindeer in the Yamalo-Nenets Autonomous District]. Omsk: Izd-vo "Zolotoy tirazh", 2022. 174 p. (In Russian.)
3. Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga do 2030 god [Strategy of socio-economic development of the Yamalo-Nenets Autonomous District until 2030] [e-resource]. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/018e08421ad3d3b523173e61e2f3476b/23.04.2019yanao.pdf> (date of reference: 18.02.2022). (In Russian.)
4. Nikitkina E., Krutikova A., Musidray A., Plemyashov K. Search for associations of fshr, inha, inhab, prl, tnp2 and spsf2 genes polymorphisms with semen quality in Russian Holstein bulls (pilot study) // *Animals*. 2021. Vol. 11. No. 10. DOI: 10.3390/ani11102882.
5. Ilina L. A., Filippova V. A., Yildirim E. A., Brazhnik E. A., Dunyashev T. P., Laptev G. Y., Laishev K. A. The succession of reindeer' rumen symbiotic bacteria // *Journal of Animal Science*. 2021. Vol. 99. No. S3. DOI: 10.3390/ani9090615.
6. Andronov S., Lobanov A., Popov A., Shaduyko O., Bogdanova E., Yuzhakov A., Raheem D., Kobelkova I. The relationships among microelement composition of reindeer meat (rangifer tarandus) and adaptation: a systematic review and meta-analysis // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No. 3. DOI: 10.3390/su14031173.
7. Ofitsial'nyy portal Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki Rossiyskoy Federatsii [The official portal of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation] [e-resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (date of reference: 06.11.2022). (In Russian.)
8. Kofinas G., Osherenko G., Klein D., Forbes B. Research Planning in the Face of Change: The Human Role in Reindeer/Caribou Systems // *Polar Research*. 2000. Vol. 19 (1). Pp. 3–22.
9. Danilov P. I., Panchenko D. V., Tirronen K. F. i dr. Severnyy olen' v vostochnoy Fennoskandii: monografiya [Reindeer in Eastern Fennoscandia: a monograph]. Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2020. 187 p. (In Russian.)
10. Vasilevich G. M., Levin M. G. Tipy olenevodstva i ikh proiskhozhdeniye [Types of reindeer husbandry. and their origin] // *Sovetskaya etnografiya*. 1951. No. 1. Pp. 63–87. (In Russian.)
11. Dedov A. A. Pastbishcha lesnogo olenevodstva v Pomozdskom rayone Komi ASSR [Pastures of forest reindeer husbandry in the Pomozdsky district of the Komi ASSR] // *Trudy Komi filiala AN SSSR*. 1954. No. 2. Pp. 110–113. (In Russian.)
12. Smirnov V. Izgorodi zanimayut svoje mesto v olenevodstve [Hedges take their place in reindeer husbandry] // *Magadanskiy olenevod*. 1970. Vol. 7. Pp. 13–14. (In Russian.)
13. Kratkovskiy N. A., Layshev A. Kh. Opyt primeneniya statsionarnykh izgorodey dlya poluvol'nogo vypasa oleney [The experience of using stationary fences for semi-free grazing of deer] // *Osnovnyye puti razvitiya severnogo olenevodstva i zadachi nauki: tezisy dokladov nauchno-proizvodstvennogo soveshchaniya*. Noril'sk: Noril'skoye izd-vo, 1973. Pp. 82–84. (In Russian.)
14. Fedotov V. S. Dostizheniya nauki i praktiki – v sel'skokhozyaystvennoye proizvodstvo: rekomendatsii dlya rabotnikov olenevodstva i zhivotnovodstva Murmanskoy oblasti [Achievements of science and practice – in agricultural production: recommendations for reindeer herding and animal husbandry workers of the Murmansk region]. Murmansk: Kn. izd-vo, 1963. 48 p. (In Russian.)
15. Skurlatov I. Itogi 1960 goda [Results of 1960] // *Magadanskiy olenevod*. 1961. Vol. 6. Pp. 23–26. (In Russian.)
16. D'yachenko N. O. et al. Metodicheskiye rekomendatsii po izgorodnomu soderzhaniyu severnykh oleney [Methodological recommendations for the hedge keeping of reindeer]. Noril'sk: Noril'skoye izd-vo, 1974. 31 p. (In Russian.)
17. Kharamzin T. G. Osnovnyye napravleniya povysheniya effektivnosti olenevodstva Tyumenskoy oblasti v usloviyakh intensivnogo razvitiya neftegazovogo kompleksa: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [The main directions

of improving the efficiency of reindeer husbandry in the Tyumen region in the conditions of intensive development of the oil and gas complex: abstract of the dissertation ... candidate of economic sciences]. Novosibirsk: SO VASKHNIL, 1988. 18 p. (In Russian.)

18. Mukhachev A. D. et al. Soderzhaniye severnykh oleney na ogorozhennykh pastbishchakh v Evenkii: metodicheskiye rekomendatsii [Keeping reindeer on fenced pastures in Evenkia: methodological recommendations]. Novosibirsk: Izd-vo SO VASKHNIL, 1975. 28 p. (In Russian.)

19. Alekseev E. D. Tekhnologiya kruglogodichnogo izgorodnogo soderzhaniya domashnikh oleney v usloviyakh tayezhnoy zony Yakutii: avtoref. dis. ... kand s.-kh. nauk [Technology of year-round hedging of domestic deer in the conditions of the taiga zone of Yakutia: abstract of the dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Yakutsk: YAGSKHA, 2009. 27 p. (In Russian.)

20. Vinokurov I. N., Vladimirov L. N., Alekseev E. D. Innovatsionnaya tekhnologiya razvitiya domashnego olenevodstva v Yakutii [Innovative technology of development of domestic reindeer husbandry in Yakutia]. Bremen: LAMBERT Academic Publishing, 2014. 320 p. (In Russian.)

21. Yuzhakov A. A., Layshev K. A., Zabrodin V. A. Vliyaniye nasledstvennykh i paratipicheskikh faktorov na myasnuyu produktivnost' domashnikh severnykh oleney [The influence of hereditary and paratypical factors on the meat productivity of domestic reindeer] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 11 (202). Pp. 93–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-93-100. (In Russian.)

22. Ekologiya Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga [Ecology of the Khanty-Mansi Autonomous District] / Under the editorship of V. V. Plotnikov. Tyumen': Izd-vo "SoftDizayn", 1997. 288 p. (In Russian.)

23. Yelsakov V. V., Zuyev S. M., Myl'nikova T. A. Raspredeleniye zapasa zelenykh kormov na uchastkakh vypasa oleney po materialam sputnikovyykh s"yemok raznoy detal'nosti [Distribution of green fodder stock in deer grazing areas based on satellite surveys of different detail] // Current problems in remote sensing of the Earth from space. 2022. Vol. 19. No. 2. Pp. 155–168. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-2-155-168. (In Russian.)

24. Olen'ya ferma v blizhnem Podmoskov'ye [A deer farm in the near Moscow region] [e-resource]. URL: <https://severolen.ru/?ysclid=l5tktdfwia23168067> (date of reference: 08.04.2022). (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr A. Yuzhakov¹, doctor of agricultural sciences, chief researcher, ORCID 0000-0002-0633-4074, AuthorID 852660; +7 900 630-85-90, alyuzhakov@yandex.ru

Sergey M. Zuev², junior researcher, ORCID 0000-0002-1911-4628, AuthorID 952136; +7 902 827-64-42, ssalinders@mail.ru

Vladimir V. Elsakov³, candidate of biological sciences, leader researcher, ORCID 0000-0001-7111-5161, AuthorID 92267; +7 912 562-36-07, elsakov@ib.komisc.ru

Kasim A. Layshev¹, ORCID 0000-0003-2490-6942, AuthorID 364515; +7 911 732-38-28, layshev@mail.ru

¹ Saint Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Pushkin, Russia

² Scientific Center for the Study of the Arctic, Salekhard, Russia

³ Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Хмелеводство Чехии: пути организации производства и решения современных проблем

О. Г. Афанасьева¹✉, Е. А. Иванов¹, А. Е. Макушев¹

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия

✉ E-mail: olesyafanaseva@gmail.com

Аннотация. Цель исследования. Современные вызовы, с которыми сталкиваются хмелеводы России и Чехии, довольно схожи. Параллели в развитии особенно очевидны с теми субъектами России, где отрасль развивается исторически, к примеру, с Чувашской Республикой. Поэтому целью работы стало исследование организации производства хмеля в Чехии, обзор и анализ основных вызовов, а также выявление путей их решения, реализуемых в анализируемой стране. **Методы.** Теоретической и методологической базой исследования послужили труды чешских ученых, законодательство страны. Информационной базой стали официальные интернет-ресурсы государственных и общественных структур Чехии. **Научная новизна.** Проведенное исследование путей организации производства и решения современных проблем хмелеводства учеными, общественниками и производителями Чехии послужит хорошей информационной базой для отечественных представителей отрасли. **Результаты.** Для решения проблем с устареванием хмелешпалер в Чехии предлагается их замена на более короткие, что позволит уменьшить затраты на обслуживание и упростит механические процессы. Чтобы эти изменения не снизили объемы сбора урожая в стране, выводятся новые сорта хмеля. Всего их 12, но прогнозируется введение в оборот 11 новых сортов. На данный момент самым массовым и всемирно известным чешским сортом является Жатецкий, на долю которого приходится около 88 % общей площади хмеля в стране. Высокая капиталоемкость отрасли требует больших затрат на любые нововведения. По расчетам чешских ученых, введение в оборот и обслуживание хмелеводческого поля площадью 50 га оценивается в 3,7 млн евро. Поэтому важным аспектом развития отрасли в Чехии является наличие инвестиционной поддержки со стороны государства. Следующей отличительной чертой хмелеводства Чехии является вовлеченность 113 фермеров в единый кооператив «Хмелеводство», что составляет 90 % доли рынка. Все отраслевые нововведения и новаторские решения в стране внедряются в производство через кооператив.

Ключевые слова: хмелеводство, хмель, организация производства, кооперация, союз хмелеводов, новые сорта, инвестиции, Чехия, мировой рынок.

Для цитирования: Афанасьева О. Г., Иванов Е. А., Макушев А. Е. Хмелеводство Чехии: пути организации производства и решения современных проблем // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 114–123. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-114-123.

Дата поступления статьи: 26.04.2023, **дата рецензирования:** 16.05.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Hop growing in the Czech Republic: ways of organizing production and solving modern problems

O. G. Afanaseva¹✉, E. A. Ivanov¹, A. E. Makushev¹

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

✉ E-mail: olesyafanaseva@gmail.com

Abstract. The purpose. Modern challenges faced by hop growers in Russia and the Czech Republic are quite similar. Parallels in development are especially obvious with those subjects where the industry has been developing historically, for example, with the Chuvash Republic. Therefore, the purpose of the work was to study the organization of hop production in the Czech Republic, review and analyze the main challenges, as well as identify

ways to solve them, implemented in the Czech Republic. **Methods.** The theoretical and methodological basis of the study was the works of Czech scientists, the country's legislation. The official Internet resources of state and public structures of the Czech Republic became the information base. **Scientific novelty.** The study of ways to organize production and solve modern problems of hop growing by scientists, social activists and producers of the Czech Republic will serve as a good information base for domestic representatives of the industry. **Results.** To solve the problems with the obsolescence of hops in the Czech Republic, it is proposed to replace them with shorter ones, which will reduce the cost of their maintenance and simplify mechanical processes. So that these changes do not reduce the volume of harvesting in the country, new varieties of hops are being developed. There are 12 of them in total, but 11 new varieties are expected to be introduced into circulation. Now the most popular and world-famous Czech variety is Saaz, which accounts for about 88 % of the total hop area in the country. The high capital intensity of the industry requires large expenditures for any innovation. According to the calculations of Czech scientists, the commissioning and maintenance of a 50-hectare hop-growing field will cost 3.7 million euros. Therefore, an important aspect of the development of the industry in the Czech Republic is the availability of investment support from the state. Another distinguishing feature of the Czech hop industry is the involvement of 113 farmers in a single cooperative "Hop Growing", which accounts for 90 % of the market share. All industry innovations and innovative solutions in the country are introduced into production through the cooperative.

Keywords: hop growing, hop, organization of production, cooperation, union of hop growers, new varieties, investments, Czech Republic, world market.

For citation: Afanaseva O. G., Ivanov E. A., Makushev A. E. Khmelevodstvo Chekhii: puti organizatsii proizvodstva i resheniya sovremennykh problem [Hop growing in the Czech Republic: ways of organizing production and solving modern problems] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 114–123. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-114-123. (In Russian.)

Date of paper submission: 26.04.2023, **date of review:** 16.05.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

По данным информационного портала USA Hops транснациональной торговой организации Hop Growers of America, в мире начиная с 2020 года площади хмельников под горькими сортами уменьшаются на 1–3 % ежегодно (рис. 1).

Пиком расцвета горьких сортов стал 2019 год, когда культура выращивалась более чем на 20 тыс. га. К снижению к 2022 году привели существенные сокращения площадей культуры в Австралии (–28 %), США (–27 %), Канаде (–25 %), Южной Африке (–11 %), Китае (–9 %) и т. д. Несмотря на то что некоторые страны продолжают увеличивать площади насаждений горьких сортов хмеля, в основном это страны Европы, такие как Чехия, Франция, Германия, Польша, Испания и другие.

Увеличение ароматических сортов происходит теми же темпами, что и снижение горьких сортов хмеля: на уровне 1–3 % ежегодно. Однако рост уже продолжается в течение ряда лет. Производство существенно наращивают такие страны, как Новая Зеландия (+61 % к 2018 г.), Австралия (+41 %), США (+19 %) и Китай (+17 %). Небольшое снижение прежде всего наблюдается в странах Европы, кроме Великобритании: там уменьшение площадей хмельников ароматического сорта составило около двух раз.

По данным Hop Growers of America, безусловным лидером, производящим ароматические сорта хмеля в мире, являются США. По данным на 2022 год на их долю приходилось 49% всех площадей ароматических сортов хмеля, или 20,5 тыс. га (рис. 2).



Рис. 1. Динамика площадей выращивания ароматических и горьких сортов хмеля в мире в 2017–2022 гг., га

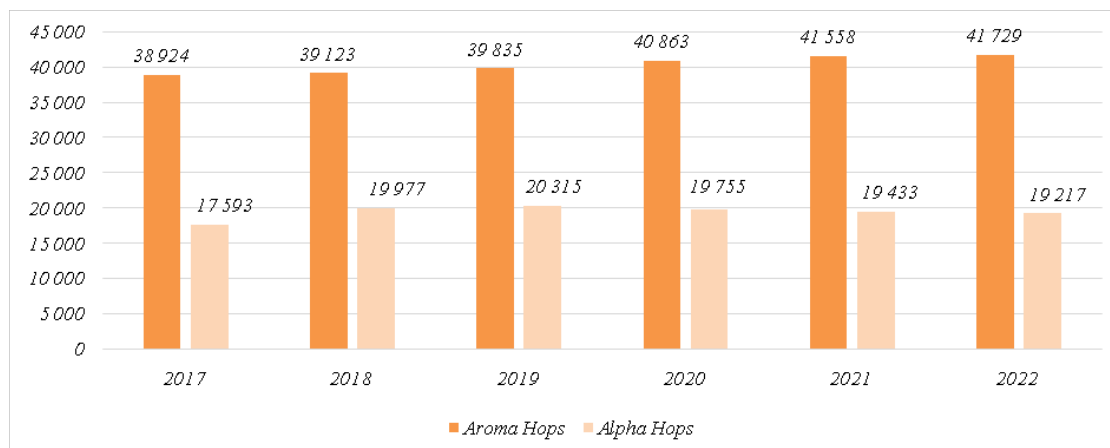


Fig. 1. Dynamics of areas under cultivation of aroma and alpha hops in the world, 2017–2022, ha

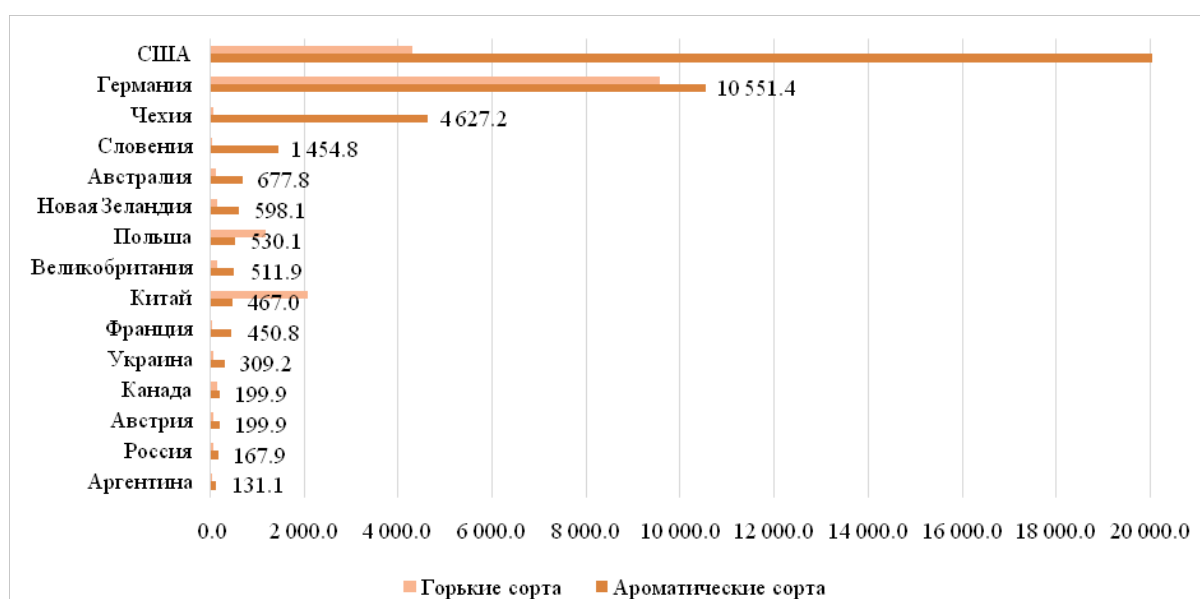


Рис. 2. Распределение площадей выращивания ароматических и горьких сортов хмеля в разрезе стран, 2022 год, га

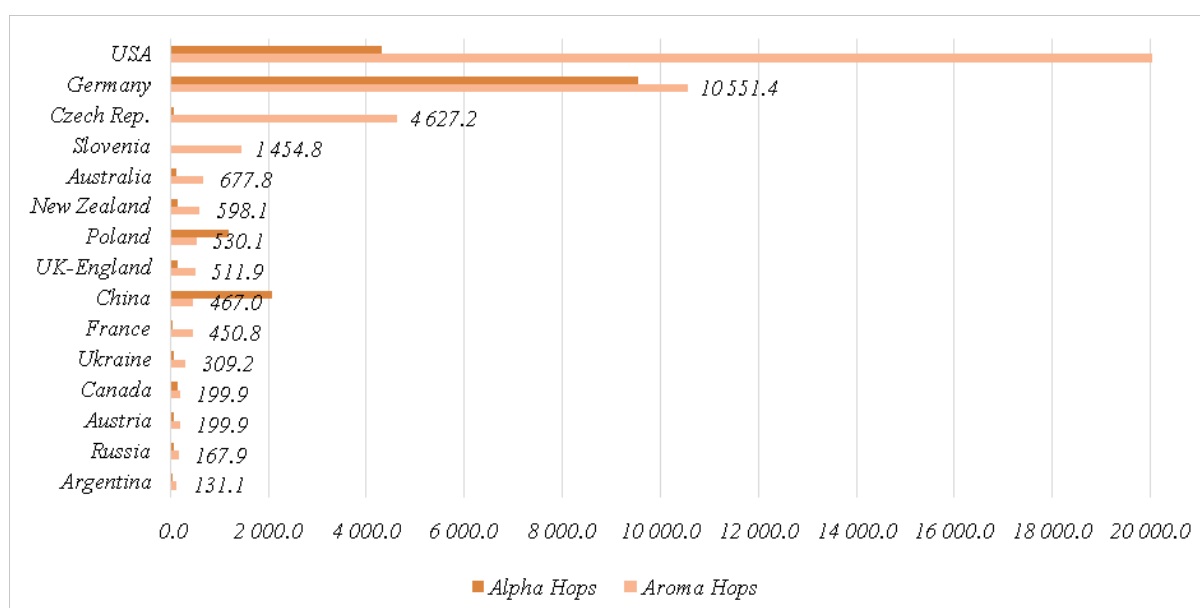


Fig. 2. Distribution of alpha and aroma hops growing areas by countries, 2022, ha

В топ-3 производителей ароматического хмеля также входят Германия и Чехия. На долю указанных трех стран приходится 85 % мировых площадей ароматического хмеля. Лидерами производства горького хмеля являются Германия, США и Китай, которые занимают 15,9 тыс. га мировых площадей указанного сорта, или 83 %.

В целом самыми известными на мировой арене производителями хмеля являются США (с 24,8 тыс. га хмеля), Германия (20,1 тыс. га) и Чехия (4,7), на долю которых приходится 81,3 % всех хмеленасаждений. В структуре второй тройки лидеров – Китай (2,5 тыс. га), Польша (1,7) и Словения (1,5) – еще 9,4 % плантаций хмеля [1].

В среднем в мире на ароматические сорта приходится около 70 % всех площадей хмельников. При этом в Чехии и Словении по данным на 2022 год доля ароматических сортов составила 98,8 % и 98,3 % соответственно. Это самые высокие мировые показатели. В США и Германии, несмотря на наличие более существенных площадей под ароматическими сортами, их удельный вес в общей площади хмельников стран гораздо меньше: 82,6 % и 52,5 % соответственно.

Для более детального анализа функционирования и организации хмелеводческой отрасли в одной из самых крупных стран – производителей ароматических сортов хмеля, в работе рассмотрена хмелеводческая индустрия Чехии. Целью работы стало исследование организации производства хмеля в Чехии, обзор и анализ основных вызовов, с которыми столкнулась страна, а также выявление путей их решения. Для достижения указанной цели поставлены и решены следующие задачи:

1) анализ динамики развития хмелеводства Чехии и основных проблем, снижающих результативность отрасли;

2) подробный обзор структуры отрасли в Чехии;

3) исследование путей решения современных проблем, с которыми сталкивается чешское хмелеводство.

По данным Чешского статистического бюро, хмель в стране выращивается в четырех областях из 14 единиц административного деления. Основные площади насаждений приходятся на Устецкую и Центрально-Чешскую области – 2,8 тыс. га и 1,5 тыс. га соответственно, или 87 % всех площадей. Также площади выращивания хмеля есть в Оломоуцкой и Либерецкой областях. В целом, в Чехии хмель выращивается на площади около 5 тыс. га, снижение в 2022 году по сравнению с 2013 годом составило 7,3 %, по сравнению с 2000 годом – 18,9 % (рис. 3). В 2010 году насчитывалось 135 производителей хмеля.

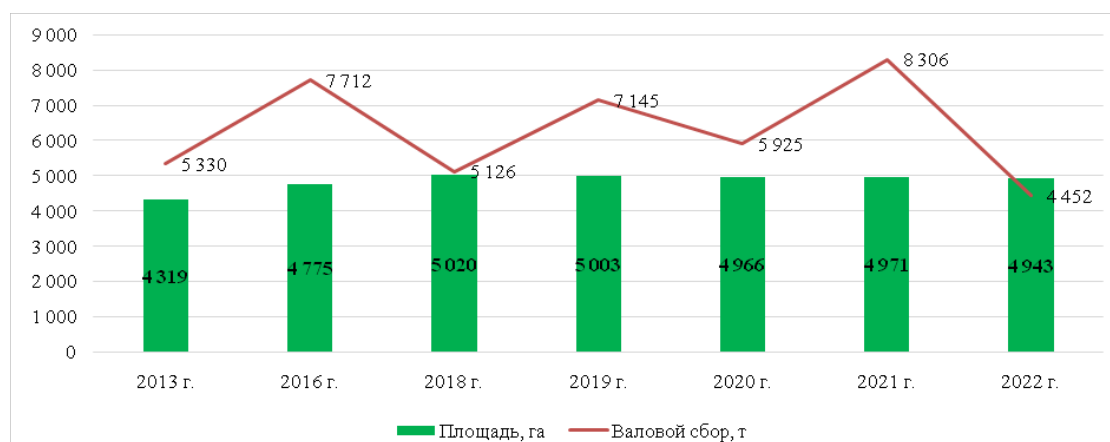


Рис. 3. Динамика валового сбора и площадей хмеля в Чехии в 2013–2022 гг.

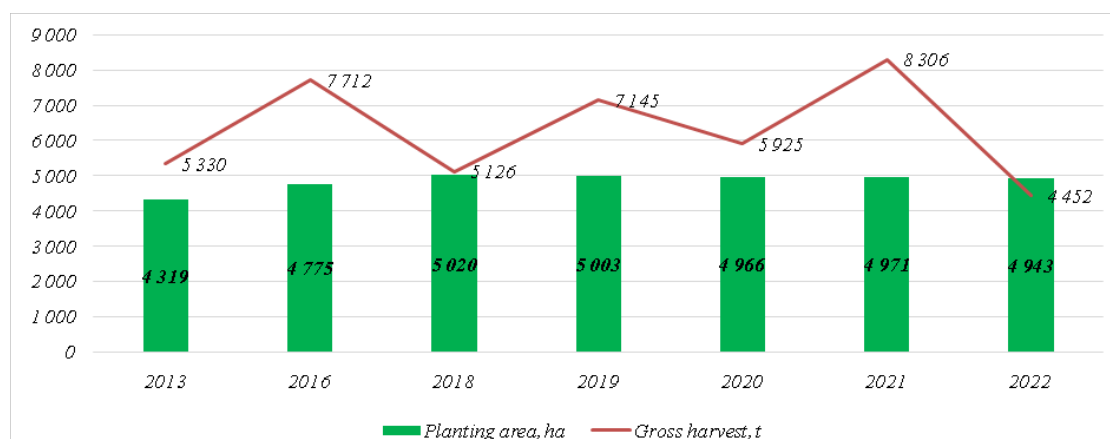


Fig. 3. Dynamics of gross harvest and hop area in the Czech Republic in 2013–2022

Валовой сбор продукции в 2022 году в Чехии резко снизился из-за неблагоприятных погодных условий, составив 4,45 тыс. т, – это худший показатель за последние 10 лет. К примеру, в 2021 году было собрано 8,3 тыс. т хмеля. Средний пятилетний показатель составляет 6,2 тыс. т.

Урожайность в лучшие периоды достигала 16–17 ц/га (к примеру, в 2021 и 2016 годах), в 2022 году показатель составил 9 ц/га – это худший показатель с 2000 года.

В связи с падением объемов сбора урожая производители хмеля Чехии обратились в Министерство сельского хозяйства страны с целью получения компенсации. Факты выплат были в 2012 г. и в 2015 г., когда из-за засухи аграрии также недополучили продукцию. Однако выплаты в таких случаях получают не все сельхозтоваропроизводители. Министерство принимает решение отдельно по каждому случаю [2].

Помимо снижения площадей насаждений хмеля и сильной зависимости от погодных условий, другой проблемой отрасли является возрастная структура растений. При оптимальном возрасте насаждений хмеля на уровне 10–12 лет 36,7 % растений в структуре старше 15 лет. Доля наиболее продуктивных хмеленасаждений в возрасте 5–14 лет составляет всего 48,3 %. Указанный фактор оказывает негативное влияние на урожайность продукции. Также хмелеводы обращают внимание на устаревание хмелешпалер, так как 73,2 % из них старше 15 лет. В этой связи в стране начали применять короткие

хмелешпалеры и использовать для выращивания в новых условиях современные сорта хмеля. Однако площадь таких насаждений незначительна – около 1 % всех площадей хмеля в стране [3].

Ситуацию усугубляет дороговизна инвестиций, направляемых в организацию новых площадей хмельников. По данным ученых Чешского аграрного университета, введение в оборот и обслуживание нового хмелеводческого поля площадью 50 га будет стоить 3,7 млн евро, включая технологическое оборудование. Стоимость складывается из следующих групп затрат: треть суммы необходима для строительства складов и сооружений, еще треть – на покупку уборочных машин, сушильного зала и складских помещений. Оставшаяся треть – на обеспечение опрыскивателями, культиваторами и другой аналогичной техникой [4]. При пересчете данных европейских коллег на российские рубли, инвестиции на 1 га площади хмеля составят 6,66 млн руб. (если для расчета брать курс евро на 20.04.2023 на уровне 89 российских рублей) и 4,44 млн руб., если рассчитать по курсу евро полугодовой давности – 60 руб. Таким образом, средний уровень необходимых вложений составит 5,5 млн руб. В более ранней работе автором были рассмотрены расчеты стоимости введения в оборот хмеленасаждений, предлагаемые российскими представителями отрасли. По их оценке, введение в оборот 1 га новых хмеленасаждений в России потребует 5 млн руб. вложений [5].

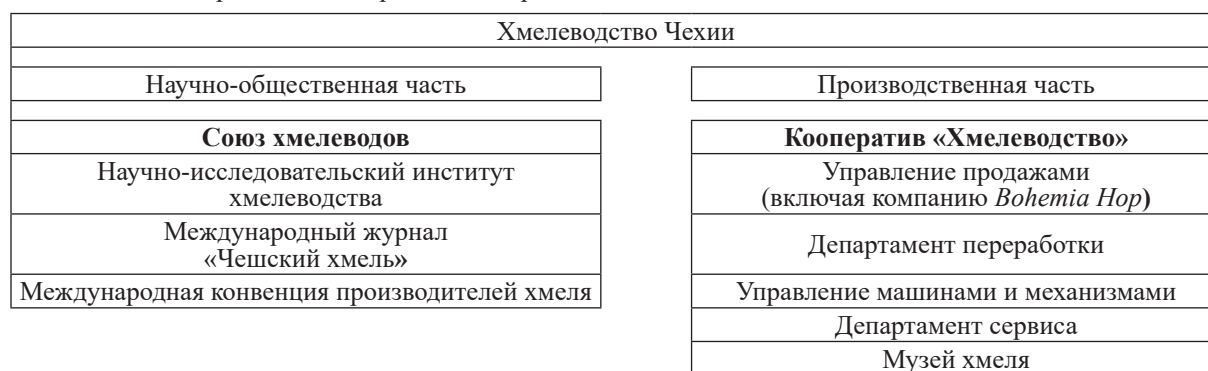


Рис. 4. Важные составляющие отрасли хмелеводства Чехии.
Блок-схема разработана автором

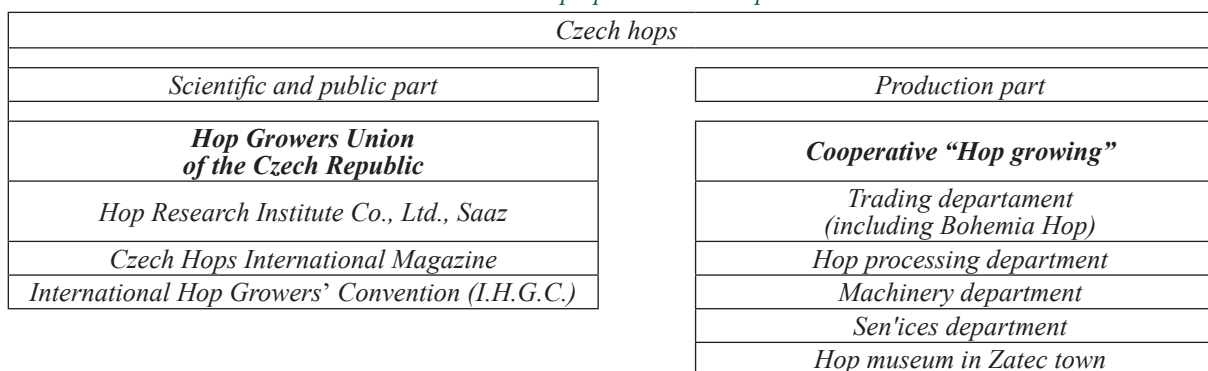


Fig. 4. Important components of the Czech Republic hop industry.
Block diagram developed by the author

Следующей проблемой хмелеводства Чехии является нехватка трудовых ресурсов. В качестве решения предлагается увеличение временных работников и применение новых технологий. Однако возможные варианты решения снова упираются на отсутствие достаточного объема финансирования [6].

Исходя из вышесказанного, можно выделить следующие основные проблемы, препятствующие развитию хмелеводства Чехии:

- 1) снижение площадей хмельников;
- 2) большой удельный вес устаревших хмелешпалер;
- 3) наличие возрастных растений хмеля;
- 4) нехватка трудовых ресурсов;
- 5) инвестиционная емкость отрасли.

Методология и методы исследования (Methods)

Для достижения поставленной цели исследования были применены методы сравнения, социально-экономический анализ, расчетно-аналитический метод и системный подход. Теоретической и методологической базой исследования послужили труды чешских ученых, законодательная база Чехии, информационной базой стали официальные интернет-ресурсы различных государственных и общественных структур Чехии.

Результаты (Results)

Основной костяк хмелеводческой отрасли Чехии составляет ее научно-общественная часть, представленная Союзом хмелеводов, и производственная часть, на 90 % формирующаяся кооперативом «Хмелеводство» (рис. 4).

Союз хмелеводов Чехии является собственником научно-исследовательского института хмелеводства, организатором международной конвенции производителей хмеля, а также выпускает журнал «Чешский хмель». Остановимся подробнее на функционале учреждений.

Научно-исследовательский институт хмелеводства (*Hop Research Institute Co., Ltd., Saaz*) был создан с целью проведения научных исследований, испытаний новых сортов, технологий, а также методик выращивания хмеля для последующего внедрения в производство новых новаторских решений. Для решения поставленных задач институт сотрудничает со многими другими научными учреждениями. К примеру, работы по районированию хмеля ведутся с Научно-исследовательским институтом экономики сельского хозяйства (г. Прага), использованию шишек хмеля на корм скоту – с Исследовательским институтом кормов (г. Погоржелице), испытанию новых типов машин и технологий – с Государственным центром испытания сельскохозяйственных машин (г. Брно), проверки эффективности новых инсектицидов – с Государственной хмелевой станцией и т. д. Исследовательские фермы института находятся в районе Стежани

(г. Жатец) и в г. Тршице. Научно-исследовательская база состоит из 5 кафедр. Особо следует отметить работу Института по селекции новых гибридов хмеля, которая идет по нескольким направлениям, а именно: выведение горько-ароматических сортов, имеющих большой потенциал в индустриальной пивоваренной промышленности; специальных ароматических сортов и сортов, не теряющих урожай при выращивании на низких шпалерах. Таким образом, прогнозируется введение в оборот новых 11 сортов хмеля в ближайшее время [7].

Международный журнал «Чешский хмель» – ежегодный журнал, выпускаемый совместно с Союзом хмелеводов и Министерством сельского хозяйства Чехии, отражающий основные достижения отрасли в стране и в мире.

Международная конвенция производителей хмеля создана для решения отраслевых споров, возникающих между разными субъектами отрасли; для сбора статистических данных, продвижения и обмена техническими и исследовательскими результатами отрасли, обновления списка сортов хмеля, организации международного сотрудничества.

Преобладающим сортом хмеля в Чехии является *Saaz* (Жатецкий), который выращивается на 87,5 % общей площади хмеля, является ароматическим сортом. Помимо указанного сорта, в стране выведено и зарегистрировано еще 11 сортов: *Bor* и *Sládek* (в 1995 году), *Premiant* (1996 г.), *Harmonie* (2004 г.) – с более высоким содержанием альфа-кислот и выходом продукции с одного гектара, чем Жатецкий. Целью выращивания зарегистрированных в 2000 г. сорта *Agnus* и в 2007 году сорта *Rubin* является получение экстрактов. Выведенный в 2008 году ароматический сорт *Kazbek* используется в пивоварении в английском и американском стилях: для приготовления эля и его вариаций. *Vital* (2008 г.) выведен для использования в фармацевтике и в биомедицине. В 2010 году было зарегистрировано еще два ароматических сорта: *Saaz late* и *Bohemie*. Весь используемый в производстве чешский хмель подлежит сертификации и дальнейшему контролю со стороны Центрального института надзора и испытаний сельского хозяйства (*Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture*) [8].

Самым крупным и известным кооперативом в Чехии является жатецкий кооператив хмелеводов *Chmelarstvi, družstvo Žatec* (далее – кооператив «Хмелеводство»), в который входят сотни производителей хмеля с 4 265 га плантаций. По данным Чешского института сельскохозяйственной экономики и информации (*UZEI IAEI*), в 2010 году кооператив насчитывал 113 участников с долей 90 % рынка в отрасли. По историческим данным, в 90-е годы XX века в кооперативе было вдвое больше участников. Несмотря на это, значимость кооператива на рынке хмелеводства Чехии остается пре-

валирующей. Таких влиятельных кооперативов в стране больше нет. Также можно назвать консолидированными рынки молочной продукции (66 % рынка принадлежит кооперативам), овощей и фруктов (35 %), мяса свиней (25 %), овец (25 %). Но это далеко не 90 % как в хмелеводстве [9].

В деятельность кооператива «Хмелеводство» входят непосредственно производство хмеля, его переработка, производство концентратов, а также обучение, консультация, технологическое сопровождение, торговля хмелеводческой продукцией, в том числе экспортные операции.

Важным условием функционирования кооператива с учетом масштабов его влияния является соответствие деятельности Закону о конкуренции (*the LAW 143/2001 Coll.*).

Основной целью функционирования кооператива является организация переработки и сбыта хмеля. Помимо этого, кооператив обеспечивает механизацию всех процессов производства хмеля, строительство и обслуживание хмелешпалер, а также работу складов по хранению и переработке продукции. В 1999 году компания получила сертификат качества на закупку, хранение, переработку и реализацию хмеля по международным стандартам ISO 9002, позже – ISO 9001:2000. С целью соответствия новым требованиям мировых пивоварен в области норм и стандартов в 2014 году компания внедрила систему аудита ХАССП. Головной офис компании находится в городе Жатец. Основными подразделениями являются управление продажами (включая компанию *Bohemia Hop*), департамент переработки, управление машинами и механизмами, департамент сервиса, также на базе кооператива организован музей хмеля [10].

Все основные нововведения и новаторские решения в отрасли внедряются в производство через кооператив.

Однако в работе чешского института сельскохозяйственной экономики и информации, изучающей проблемы сельскохозяйственных кооперативов Чехии, была выявлена тенденция увеличения недоверия между участниками кооперативов. В качестве причин авторы указывают на ряд факторов, а именно: нарушение контрагентами торговых соглашений; сговор среди определенных групп участников с целью блокировки ряда инициатив, в том числе инвестиционных проектов; неопытность руководящего состава кооператива. По мнению авторов, эти факторы могут не только усложнить дальнейшее сотрудничество фермеров, но и стать причиной распада уже существующих кооперативов [11]. Таким образом, вопрос недоверия членов коллектива друг другу также является одной из самых крупных проблем функционирования кооперативного движения страны. Несмотря на это, налицо результативность деятельности крупнейшего кооператива Чехии.

Угрозы неблагоприятных погодных условий, периодически приводящие к потере урожая; необходимость заключения долгосрочных контрактов на переработку и сбыт продукции, технологической модернизации производственных процессов нивелирует периодически возникающие проблемы организационного характера. Выгоднее работать слаженно в команде, чем поодиночке выстраивать весь цикл производственного процесса. Такой постулат доказывает чешский кооператив «Хмелеводство», успешно функционирующий несколько десятилетий.

Целью Министерства сельского хозяйства Чехии в части развития хмелеводства является сохранение площадей насаждений хмеля на уровне 5000 га. Для этого ведомством предпринимаются определенные шаги по поддержке отрасли, основные из которых отражены в стратегической программе «Общая сельскохозяйственная политика на 2023–2027 гг.» (*Strategický plán Společné zemědělské politiky — SP SZP 2023–2027*). Программа состоит из трех крупных направлений:

- 1) прямые платежи;
- 2) отраслевая поддержка;
- 3) развитие сельских территорий [12].

Общий бюджет Программы на весь срок составляет около 8 млрд евро, в том числе средства на первое направление заложены на уровне 4,1 млрд евро, на второе – 128 млн евро, на третье – 3,7 млрд евро. Большая часть средств финансируется из общего бюджета Евросоюза.

В рамках прямых платежей предусмотрена поддержка хмелеводов наряду с другими шестью направлениями. Целью принятых мер является недопущение уменьшения производственных площадей под хмелем, повышение конкурентоспособности чешских производителей, сбалансирование доходов бизнеса, который подвержен частому колебанию как из-за изменений конъюнктуры рынка, так и по причине неблагоприятных погодных условий. Подробные условия оказания государственной поддержки отражены в Постановлении Правительства Чехии № 83/2023, в соответствии с которым сумма поддержки формируется исходя из площади насаждений хмеля, при этом минимальная площадь выращивания культуры должна быть не менее 1 га (§ 29 ч. 7 Постановления). В рамках указанного документа также рассматривается возможность получения платежей за экологичность выращивания хмеля (§ 18). Воспользоваться субсидией можно при условии неприменения гербицидов в процессе междурядной обработки, за исключением случаев, регламентированных фитосанитарными условиями. Для получения указанных мер государственной поддержки аграрий также должен быть зарегистрирован в реестре хмелеводов в соответствии с п. 1 Закона о защите хмеля.

По отраслевой поддержке средства запланировано направить на развитие пчеловодства, виноделия, картофелеводства, птицеводства, овощеводства и садоводства.

Программа поддержки развития сельских территорий Чехии делится на два поднаправления: 1) общая поддержка, направленная на развитие агроклиматических мероприятий, органического земледелия, вакцинацию животных, поддержание биоразнообразия, уход за лесным фондом и другие аналогичные мероприятия; 2) поддержка отдельных проектов включает инвестиции в переработку агропродукции, в лесную инфраструктуру, в мелиорацию, в лесные насаждения, в несельскохозяйственную деятельность, поддержку начинающих фермеров и другие направления. Также в рамках второго поднаправления предусмотрена отдельная программа субсидирования под названием «Лидер» для поддержки местных инициатив граждан.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проблемы хмелеводства Чехии довольно схожи с проблемами, с которыми сталкиваются российские аграрии, занимающиеся хмелеводством. Особенно это касается организации производства чувашского хмеля. Чувашская Республика является российской житницей отрасли, где традиционно занимаются выращиванием хмеля и производят 90 % отечественной продукции [13]. Поэтому решения, которые предлагают ученые, общественники и производители Чехии, могут послужить хорошей информационной базой для российских аграриев для решения основных задач, стоящих перед отраслью, а именно: 1) устаревание хмелешпалер и хмеленасажений; 2) высокая капиталоемкость; 3) сильная зависимость от погодных условий; 4) повышение конкурентоспособности продукции.

Далее в форме выводов изложены основные пути решения указанных проблем, применяемых в Чехии.

Для решения проблем с устареванием хмелешпалер в Чехии предлагается их замена на более короткие, что позволит уменьшить затраты на их обслуживание и упростит механические процессы. Чтобы эти изменения не снизили объемы сбора урожая, Научно-исследовательский институт хмелеводства выводит новые сорта хмеля. Такое решение также будет способствовать снижению трудоемкости продукции, что вкупе с увеличением технологичности операционных процессов позволит уменьшить проблему нехватки трудовых ресурсов.

Однако ни одну из указанных проблем невозможно решить без дополнительного финансирования. Ситуация усугубляется тем, что капиталоемкость отрасли высокая.

Поэтому важным аспектом развития отрасли в Чехии является наличие инвестиционной поддерж-

ки со стороны государства. Основными программами поддержки развития чешского хмелеводства являются: 1) программа предотвращения распространения вирусных и бактериальных заболеваний хмеля; 2) программа создания капельного орошения хмеленасажений [2]. В рамках Евросоюза также осуществляются погектарная поддержка и возмещение прямых понесенных затрат, направленные на обновление полей хмеля.

В Чехии хмелеводство, как и другие направления растениеводства, сильно зависит от погодных условий. В годы неурожая доход от продажи хмеля может не покрыть даже переменные затраты. К примеру, в 2022 году из-за неблагоприятных погодных условий валовой сбор хмеля снизился до минимальных значений за последние 10 лет. В подобных случаях за компенсационными выплатами производители обращаются в аграрное ведомство, а также в свои кооперативы – за получением краткосрочного финансирования или за покрытием оборотных расходов за счет выручки, полученной от продажи других культур. Благодаря подобному роду взаимопомощи неурожай одного года не наносит серьезного урона аграриям, хотя экономический спад и приводит к отсрочке исполнения крупных инвестиционных проектов [14–16]. Поэтому в хмелеводстве Чехии между разными контрагентами заключаются долгосрочные контракты о сотрудничестве как минимум на трехлетней основе. Производители вместе с торговыми компаниями собираются в кооперативы, которые, в свою очередь, также заключают долгосрочные контракты с пивоварнями. Формируемые таким образом стабильность и определенность и позволяют развивать такое инвестиционно-емкое направление, как хмелеводство [17].

Главным достижением кооператива «Хмелеводство» и основной причиной его успешного долголетнего функционирования является быстрое и правильное реагирование на меняющиеся изменения спроса рынка не только отечественного, но и международного. Компания своевременно сосредоточилась на улучшении качества продукции, начав производить концентраты хмеля, а также способствовать выведению и распространению гибридных сортов хмеля, которые пользуются популярностью среди транснациональных пивоваренных компаний.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена по государственному заданию НИОКТР на тему «Разработка методических рекомендаций по учету первичной продукции хмелеводства и ее последующей (промышленной) переработки, в том числе на давальческой основе» при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации на 2023 год.

Библиографический список

1. Афанасьева О. Г., Иванов Е. А., Макушев А. Е. Исследование мировой торговли хмелем и определение места России в товарообороте продукции // Аграрный вестник Урала. 2022. Спецвыпуск «Экономика». С. 2–17. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-228-13-2-17.
2. Severova L., Sredl K., Prasilova M., Stebetak M. The Influence of the Growth of the Number of Microbreweries on the Use of Farmland and on the Cultivation of Hops in the Czech Republic: A Case Study // Land. 2021. No. 10 (8). Article number 784. DOI: 10.3390/land10080784.
3. Krofta K., Fritschova G., Mikyska A., Belešova K. Alpha acids content in Czech hops from the harvest of 2021 – forecast, reality, trends // Kvasny prumysl. 2022. No. 68 (1). Pp. 564–571. DOI: 10.18832/kp2022.68.564.
4. Ustaoglu E., Collier M. J. Farmland abandonment in Europe: An overview of drivers, consequences, and assessment of the sustainability implications // Environmental Review. 2018. No. 26. Pp. 396–416. DOI: 10.1139/er-2018-0001.
5. Афанасьева О. Г., Иванов Е. А., Корнилова Л. М. Региональные программы как инструмент государственной поддержки развития хмелеводства // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2023. № 3. С. 180–185.
6. Šrédľ K., Prášilová M., Svoboda R., Severová L. Hop production in the Czech Republic and its international aspects // Heliyon. 2020. No. 6 (7). Article number e04371. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04371.
7. Hop Research Institute Co., Ltd., Saaz [e-resource]. URL: <http://www.chizatec.cz/en/sale-of-hops/?arc=96&sub=62> (date of reference: 20.04.2023).
8. Hop Growers Union of the Czech Republic [e-resource]. URL: <http://www.cz hops.cz> (date of reference 20.04.2023).
9. Ratinger T. Support for Farmers' Cooperatives: Country Report. The Czech Republic [e-resource]. URL: <https://edepot.wur.nl/244817> (date of reference: 20.04.2023).
10. Chmelarstvi, druzstvo Zatec [e-resource]. URL: <https://www.chmelarstvi.cz/en> (date of reference: 21.04.2023).
11. Borst A. Agricultural Production Cooperatives in the EU: Explaining Variation in Cooperative Development. Honors Theses. 2017. No. 21 [e-resource]. URL: https://egrove.olemiss.edu/hon_thesis/21 (date of reference: 21.04.2023).
12. Strategický plán Společné zemědělské politiky – SP SZP 2023–2027 [e-resource] // The Ministry of Agriculture of the Czech Republic – eAGRI. URL: <https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/szp-pro-obdobi-2021-2027/zakladni-informace/informacni-brozury-k-obsahu-1.html> (date of reference: 21.04.2023).
13. Афанасьева О. Г. Агропромышленный комплекс ПФО России: итоги, инвестиции и цифровизация. Москва: Русайнс, 2022. 110 с.
14. Bijman J., Hanisch M. Support for Farmers' Cooperatives: developing a typology of cooperatives and producer organisations in the EU. Wageningen: Wageningen UR. [e-resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/283419411_Support_for_Farmers'_Cooperatives_developing_a_typology_of_cooperatives_and_producer_organisations_in_the_EU (date of reference: 21.04.2023).
15. Afanaseva O., Ivanov E., Elmov V., Makushev A. Factors that facilitate development of small agricultural cooperative farm alliances // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cheboksary, 2021. Article number 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012045.
16. Afanaseva O., Elmov V., Ivanov E., Makushev A. Evaluating the digitalization potential of agro-industrial sector of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cheboksary, 2021. Article number 012036. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012036.
17. Sarkar S., Biswas T., Curado M., Meira D., Dutta A. A coalition formation framework of smallholder farmers in an agricultural cooperative // Expert Systems with Applications. 2023. No. 221. Article number 119781. DOI: 10.1016/j.eswa.2023.119781.

Об авторах:

Олеся Геннадьевна Афанасьева¹, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, ORCID 0000-0003-2877-4991, AuthorID 682644; olesyafanaseva@gmail.com

Евгений Алексеевич Иванов¹, кандидат экономических наук, декан экономического факультета, ORCID 0000-0002-4818-2646, AuthorID 628664

Андрей Евгеньевич Макушев¹, кандидат экономических наук, ректор, ORCID 0000-0001-9987-2893, AuthorID 527796.

¹ Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия

References

1. Afanaseva O., Ivanov E., Makushev A. Issledovanie mirovoy trgovli khmelem i opredelenie mesta Rossii v tovaroorbote produktsii [Study of global hops trade and determination of Russia's role in the product turnover] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. Special Issue "Economics". Pp. 2–17. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-228-13-2-17. (In Russian.)
2. Severova L., Sredl K., Prasilova M., Stebetak M. The Influence of the Growth of the Number of Microbreweries on the Use of Farmland and on the Cultivation of Hops in the Czech Republic: A Case Study // Land. 2021. No. 10 (8). Article number 784. DOI: 10.3390/land10080784.
3. Krofta K., Fritschova G., Mikyska A., Belešova K. Alpha acids content in Czech hops from the harvest of 2021 – forecast, reality, trends // Kvasny prumysl. 2022. No. 68 (1). Pp. 564–571. DOI: 10.18832/kp2022.68.564.
4. Ustaoglu E., Collier M. J. Farmland abandonment in Europe: An overview of drivers, consequences, and assessment of the sustainability implications // Environmental Review. 2018. No. 26. Pp. 396–416. DOI: 10.1139/er-2018-0001.
5. Afanaseva O., Ivanov E., Kornilova L. M. Regional'nye programmy kak instrument gosudarstvennoy podderzhki razvitiya khmelevodstva [Regional programs as a tool of state support for hops development] // Competitiveness in the global world: economics, science, technology. 2023. No. 3. Pp. 180–185. (In Russian.)
6. Šrédl K., Prášilová M., Svoboda R., Severová L. Hop production in the Czech Republic and its international aspects // Heliyon. 2020. No. 6 (7). Article number e04371. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04371.
7. Hop Research Institute Co., Ltd., Saaz [e-resource]. URL: <http://www.chizatec.cz/en/sale-of-hops/?arc=96&sub=62> (date of reference: 20.04.2023).
8. Hop Growers Union of the Czech Republic [e-resource]. URL: <http://www.czhops.cz> (date of reference 20.04.2023).
9. Ratering T. Support for Farmers' Cooperatives: Country Report. The Czech Republic [e-resource]. URL: <https://edepot.wur.nl/244817> (date of reference: 20.04.2023).
10. Chmellarstvi, druzstvo Zatec [e-resource]. URL: <https://www.chmellarstvi.cz/en> (date of reference: 21.04.2023).
11. Borst A. Agricultural Production Cooperatives in the EU: Explaining Variation in Cooperative Development. Honors Theses. 2017. No. 21 [e-resource]. URL: https://egrove.olemiss.edu/hon_thesis/21 (date of reference: 21.04.2023).
12. Strategický plán Společné zemědělské politiky – SP SZP 2023–2027 [e-resource] // The Ministry of Agriculture of the Czech Republic – eAGRI. URL: <https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/szp-pro-obdobi-2021-2027/zakladni-informace/informacni-brozyr-k-obsahu-1.html> (date of reference: 21.04.2023).
13. Afanaseva O. G. Agropromyshlennyy kompleks PFO Rossii: itogi, investitsii i tsifrovizatsiya [Agro-industrial complex of the Volga Federal District of Russia: results, investments and digitalization]. Moscow: Rusayns, 2022. 110 p. (In Russian.)
14. Bijman J., Hanisch M. Support for Farmers' Cooperatives: developing a typology of cooperatives and producer organisations in the EU. Wageningen: Wageningen UR. [e-resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/283419411_Support_for_Farmers'_Cooperatives_developing_a_typology_of_cooperatives_and_producer_organisations_in_the_EU (date of reference: 21.04.2023).
15. Afanaseva O., Ivanov E., Elmov V., Makushev A. Factors that facilitate development of small agricultural cooperative farm alliances // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cheboksary, 2021. Article number 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012045.
16. Afanaseva O., Elmov V., Ivanov E., Makushev A. Evaluating the digitalization potential of agro-industrial sector of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Cheboksary, 2021. Article number 012036. DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012036.
17. Sarkar S., Biswas T., Curado M., Meira D., Dutta A. A coalition formation framework of smallholder farmers in an agricultural cooperative // Expert Systems with Applications. 2023. No. 221. Article number 119781. DOI: 10.1016/j.eswa.2023.119781.

Authors' information:

Olesya G. Afanaseva¹, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting, analysis and audit, ORCID 0000-0003-2877-4991, AuthorID 682644; olesyafanaseva@gmail.com

Evgeniy A. Ivanov¹, candidate of economic sciences, dean of the economic faculty, ORCID 0000-0002-4818-2646, AuthorID 628664.

Andrey E. Makushev¹, candidate of economic sciences, rector, ORCID 0000-0001-9987-2893, AuthorID 527796

¹ Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

Оценка влияния интенсивности использования сельскохозяйственных земель на экономическую эффективность

А. А. Дубовицкий¹✉, Э. А. Климентова¹

¹ Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

✉ E-mail: daa1-408@yandex.ru

Аннотация. Цель — оценка влияния интенсивности использования сельскохозяйственных земель на уровень их экономической эффективности. **Методология и методы.** В процессе проведения исследования использовались непараметрические статистические методы выявления зависимостей в совокупности данных. При построении прогностических моделей использовался ROC-анализ для нахождения значений точки cut off. **Результаты.** Проведенное исследование позволило локализовать три группы регионов РФ, существенно различающихся по показателям интенсивности использования земель и характеризующихся высоким уровнем дисперсии внутри групп. Анализ взаимосвязей между параметрами, характеризующими уровень интенсивности, позволил выявить факторы, оказывающие влияние на экономическую эффективность. В регионах с низким и средним уровнем интенсивности решающее значение имеет только степень использования пашни, повышение которой может обеспечить рост эффективности. В регионах с высоким уровнем интенсивности повышение экономической эффективности зависит еще и от степени распаханности сельскохозяйственных угодий и доли мелиорированных земель в площади сельхозугодий. Однако уровень влияния этих факторов на эффективность умеренный по силе. Проведение регрессионного анализа показало, что в качестве предиктора повышения землеотдачи в региональном сельском хозяйстве может рассматриваться только степень использования пашни. ROC-анализ в отношении степени использования пашни как потенциального прогностического параметра повышения землеотдачи показал, что его пороговое значение (cut off), выше которого достижимы максимальные значения экономической эффективности, составляет 63,8 %. **Научная новизна** заключается в формировании доказательной базы зависимости экономической эффективности от уровня интенсивности использования земель. Эта база необходима для понимания механизмов формирования рациональных параметров землепользования.

Ключевые слова: сельское хозяйство, земельные ресурсы, регион, региональные особенности, интенсивность, эффективность, землеотдача, механизм управления, земельная политика.

Для цитирования: Дубовицкий А. А., Климентова Э. А. Оценка влияния интенсивности использования сельскохозяйственных земель на экономическую эффективность // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 124–133. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-124-133.

Дата поступления статьи: 03.04.2023, **дата рецензирования:** 18.05.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Assessment of the impact of the intensity of agricultural land use on economic efficiency

A. A. Dubovitskiy¹✉, E. A. Klimentova¹

¹ Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

✉ E-mail: daa1-408@yandex.ru

Abstract. The purpose is to assess the impact of the intensity of agricultural land use on the level of their economic efficiency. **Methodology and methods.** In the course of the study, nonparametric statistical methods were used to identify dependencies in the data set. When constructing predictive models, ROC analysis was used to find the values of the cut off point. **Results.** The study made it possible to localize three groups of regions of the Russian

Federation that differ quite significantly in terms of the intensity of land use and are characterized by a sufficiently high level of dispersion within the groups. The analysis of the interrelations between the parameters characterizing the intensity level allowed us to identify factors that influence economic efficiency: the degree of ploughing of agricultural land, the share of reclaimed land in the area of farmland and the degree of use of arable land, the latter of which has the most significant influence. The ROC analysis regarding the degree of use of arable land as a potential predictive parameter for increasing land yield showed that its threshold value at the cut off point is 63.8 %, above which the maximum values of economic efficiency are achievable. **The scientific novelty** lies in the formation of the evidence base of the dependence of economic efficiency on the level of intensity of land use, necessary for understanding the mechanisms of formation of rational parameters of land use.

Keywords: agriculture, land resources, region, regional features, intensity, efficiency, land allocation, management mechanism, land policy.

For citation: Dubovitskiy A. A., Klimentova E. A. Otsenka vliyaniya intensivnosti ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennykh zemel' na ekonomicheskuyu effektivnost' [Assessment of the impact of the intensity of agricultural land use on economic efficiency] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 124–133. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-124-133. (In Russian.)

Date of paper submission: 03.04.2023, **date of review:** 18.05.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Актуальность обеспечения эффективного использования земель неоднократно подчеркивается в программно-целевых документах Российской Федерации^{1,2}. И в целом решение задачи эффективного использования земельных ресурсов является неотъемлемой частью стратегического планирования развития любых хозяйствующих субъектов в сельском хозяйстве [1–4].

Для выбора перспективных направлений совершенствования землепользования требуется объективная оценка возможных параметров эффективного использования земель. Различные взгляды исследователей на возможные направления повышения эффективности использования земли формируют множество подходов к решению данной проблемы. Их структуризация позволяет выделить несколько основных позиций авторов.

Часто в литературе эффективность использования земельных ресурсов связывается с развитием земельных отношений [5] и землеустройства [6]. При этом в качестве важного недостатка существующей системы использования земель рассматриваются просчеты и противоречивость земельной политики государства [7], что делает обоснованным, с точки зрения авторов, необходимость ее совершенствования.

Другим распространенным подходом обоснования повышения эффективности является совершенствование производственных процессов, тех-

нического и технологического развития, которые рассматриваются как факторы расширения производства и роста результативности. При этом предполагается, что рост величины затрат на производство, в том числе материально-денежных (органических и минеральных удобрений, средств защиты и т. д.) и трудовых, ведет к повышению урожайности, снижению себестоимости и росту рентабельности [3–5].

Третьим подходом к исследованию эффективности является обоснование важности решения не только экономических проблем использования земель в сельском хозяйстве, но и экологических, связанных с воспроизводством плодородия и деградацией земель [9–11], на основании чего строятся предложения по совершенствованию землепользования [12; 13].

Рядом авторов подчеркивается важность дополнительного вовлечения земли в сельскохозяйственный оборот на основе совершенствования территориального землеустройства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий [14]. К примеру, изучение региональных особенностей использования земельных ресурсов в аграрной сфере позволило Н. И. Бухтоярову сделать выводы о дифференциации освоенности и распаханности территорий, выявить тенденции и причины сокращения площади сельскохозяйственных угодий, в том числе пашни, в ряде регионов [5].

Расширение вовлеченности земель в хозяйственный оборот ведет к повышению интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения. Традиционно под интенсивностью понимается (от лат. *intensio* – «напряжение, усиление») напряженность работы, производства. В соответствии с этим интенсивность использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве рассматривается как напряженность землепользования,

¹ План деятельности Министерства сельского хозяйства Российской Федерации на 2022–2027 годы (утв. Минсельхозом России 08.07.2022 N УМ-4759) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_423927 (дата обращения: 12.02.2022).

² Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2020 г. № 993-р [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564654448> (дата обращения: 12.02.2022).

характеризующаяся относительными показателями использования земельной площади [15].

Следует отметить, что в публикациях последних лет нам не удалось обнаружить наличие доказательной базы зависимости уровня экономической эффективности от уровня интенсивности использования земель, в связи с чем, по нашему мнению, требуется локализация таких показателей, как интенсивность использования земельных ресурсов, и экономическая эффективность использования

земель в сельском хозяйстве, а также выявление зависимости между ними.

На наш взгляд, изучение параметров интенсивности использования сельскохозяйственных земель может дать новые сведения о механизмах формирования эффективных параметров землепользования.

Исходя из вышеизложенного была сформулирована цель исследования: оценка влияния интенсивности использования сельскохозяйственных земель на уровень их экономической эффективности.

Таблица 1

Сравнение значений интенсивности и эффективности использования земельных ресурсов в регионах РФ

Показатели	Степень использования земель сельскохозяйственного назначения, %	Степень использования сельскохозяйственных угодий, %	Степень использования пашни, %	Степень интенсивности вовлечения земли в оборот, %	Степень распаханности сельскохозяйственных угодий, %	Доля интенсивных культур в структуре посевов, %	Доля мелиорированных земель в площади сельхозугодий, %	Землеотдача, тыс. руб.
Группа А								
Медиана	94,61	92,19	91,83	90,85	64,00	20,28	3,47	53,151
Q1	82,14	81,78	84,48	82,82	50,43	15,01	2,25	29,028
Q3	99,05	98,89	99,46	92,52	76,55	33,50	11,22	83,795
Группа В								
Медиана	69,07	64,31	66,09	69,24	58,28	10,58	4,21	36,871
Q1	58,05	58,47	59,93	49,16	47,38	8,62	1,44	24,928
Q3	79,41	71,57	72,17	82,71	65,58	11,98	25,73	51,162
Группа С								
Медиана	48,06	37,91	38,35	77,52	65,39	5,21	12,15	23,260
Q1	39,78	27,56	37,41	55,64	32,60	4,77	8,00	22,279
Q3	67,40	45,12	43,72	79,70	72,20	10,87	13,99	38,188

Источник: рассчитано авторами на основе данных Росстата (<https://rosstat.gov.ru>).

Table 1

Comparison of the intensity and efficiency of the use of land resources in the regions of the Russian Federation

Indicators	The degree of use of agricultural land, %	The degree of use of agricultural land, %	The degree of use of arable land, %	The degree of intensity of land involvement in circulation, %	The degree of ploughing of agricultural land, %	The share of intensive crops in the structure of crops, %	The share of irrigated land in the area of farmland, %	Land allocation, thousand rubles per 1 ha
Group A								
Median	94.61	92.19	91.83	90.85	64.00	20.28	3.47	53.151
Q1	82.14	81.78	84.48	82.82	50.43	15.01	2.25	29.028
Q3	99.05	98.89	99.46	92.52	76.55	33.50	11.22	83.795
Group B								
Median	69.07	64.31	66.09	69.24	58.28	10.58	4.21	36.871
Q1	58.05	58.47	59.93	49.16	47.38	8.62	1.44	24.928
Q3	79.41	71.57	72.17	82.71	65.58	11.98	25.73	51.162
Group C								
Median	48.06	37.91	38.35	77.52	65.39	5.21	12.15	23.260
Q1	39.78	27.56	37.41	55.64	32.60	4.77	8.00	22.279
Q3	67.40	45.12	43.72	79.70	72.20	10.87	13.99	38.188

Source: calculated by the authors according to Rosstat (<https://rosstat.gov.ru>).

Методология и методы исследования (Methods)

В экономическое исследование было включено 78 регионов. Критерии исключения: отсутствие в субъекте федерации одного из видов земель (сельскохозяйственных угодий и/или пашни); автономные образования, входящие в состав других субъектов федерации. Исключены из исследования Ханты-Мансийский автономный округ – Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ, входящие в состав Тюменской области, Ненецкий автономный округ, входящий в состав Архангельской области, города Москва и Севастополь, Чукотский автономный округ, где, по данным Росреестра, отсутствует площадь пашни.

После стандартизации данных и выявления наиболее значимого для эффективного использования земель показателя, в качестве которого выступила степень использования пашни [16], регионы были разделены на три группы: в группу А вошли 48 субъектов федерации со степенью использования пашни более 74,81 %, в группу В включены 17 регионов со степенью использования пашни от 49,64 до 74,81 %, в группу С – 13 регионов со степенью использования пашни менее 49,64 %. Группы представлены в таблице 1.

Статистический анализ полученных данных производился после оценки распределения показателей по критерию Шапиро – Уилка ($p > 0,05$) с ис-

пользованием пакета программ SPSS Statistics 26,0 (IBM company) и Microsoft Excel 2013. В связи с отклонением от нормального распределения данных (использовался критерий Колмогорова – Смирнова, $p < 0,05$) для дальнейшего анализа были использованы непараметрические методы.

Гипотеза о наличии различий между k группами проверялась с помощью рангового критерия Краскала – Уоллиса. Для сравнения двух независимых групп использовался критерий Манна – Уитни. Для определения силы связей между переменными использовался t -критерий ранговой корреляции Спирмена. При построении прогностических моделей использовался ROC-анализ для нахождения значений точки cut off. Критический уровень значимости (p) принимался меньше 0,05.

Результаты (Results)

Группировка позволила локализовать три группы регионов РФ, существенно различающихся по всем рассмотренным показателям интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения и характеризующихся достаточно высоким уровнем дисперсии внутри групп.

Результаты группировки показывают, что рост степени использования пашни сопровождается повышением степени использования земель сельскохозяйственного назначения и степени использования сельскохозяйственных угодий (рис. 1).

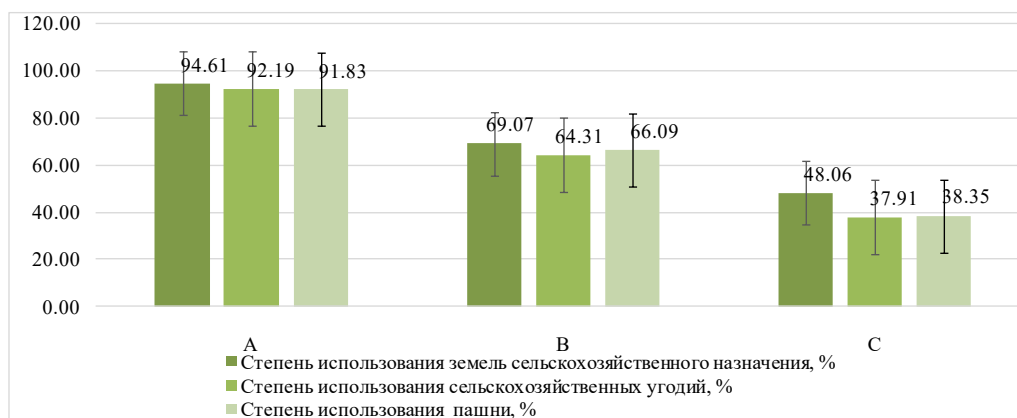


Рис. 1. Сравнение показателей степени использования земель групп А, В и С (источник: составлено авторами на основе собственных исследований)

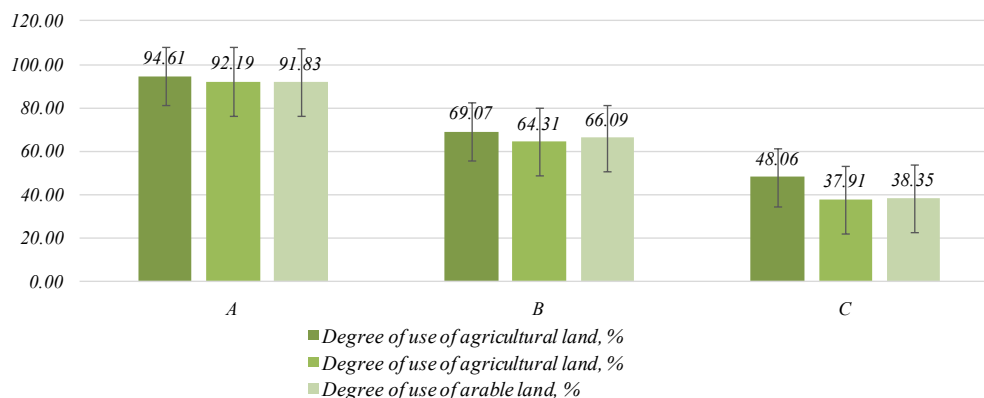


Fig. 1. Comparison of indicators of the degree of land use of groups A, B and C (source: compiled by the authors based on their own research)

Однако распределение регионов внутри групп не так очевидно демонстрирует эту зависимость. В группе А наблюдаются максимальные значения показателя всей совокупности регионов, включенных в группировку. Среднее значение степени использования земель сельскохозяйственного назначения составило 94,61 % (99,05; 82,14). Регионы группы А значимо отличаются от регионов группы В ($p = 0,0001$) и группы С ($p = 0,0001$) при достоверно незначимом отличии между группами В и С ($p = 0,331$). Это свидетельствует о том, что в группы В и С входят регионы как с более высоким, так и более низким уровнем степени использования земель и данные совокупности в целом сопоставимы по значениям этого показателя.

Аналогичная ситуация наблюдается по степени использования сельскохозяйственных угодий. Регионы группы А значимо отличаются от регионов группы В ($p = 0,0001$) и группы С ($p = 0,0001$) при достоверно незначимом отличии между группами В и С ($p = 0,360$). А по степени использования пашни проверка гипотезы одинакового распределения между группами подтверждена в сравнениях групп

А и В ($p = 0,113$) и групп В и С ($p = 0,103$), что свидетельствует о схожести совокупности регионов, включенных в данные группы. При этом значимое различие наблюдается лишь между группами А и С ($p = 0,001$).

Характеристика групп по показателям вовлечения земель в оборот, доли интенсивных культур и мелиорированных земель в регионах РФ представлена на рис. 2.

Полученные асимптотические значимости парных сравнений групп по значениям указанных показателей позволяют сделать следующие выводы. Степень интенсивности вовлечения земли в оборот отличается высокой дисперсией внутри групп В и С, что является причиной незначимого отличия в целом между этими группами по уровню данного показателя ($p = 0,801$). Причем степень интенсивности вовлечения земли в оборот в группе С составило 77,52 % (79,70; 55,64), что выше, чем в группе В: 69,24 % (82,71; 49,16). При этом существует значимое отличие регионов группы А от группы С ($p = 0,0001$) и регионов А от группы В ($p = 0,0001$).

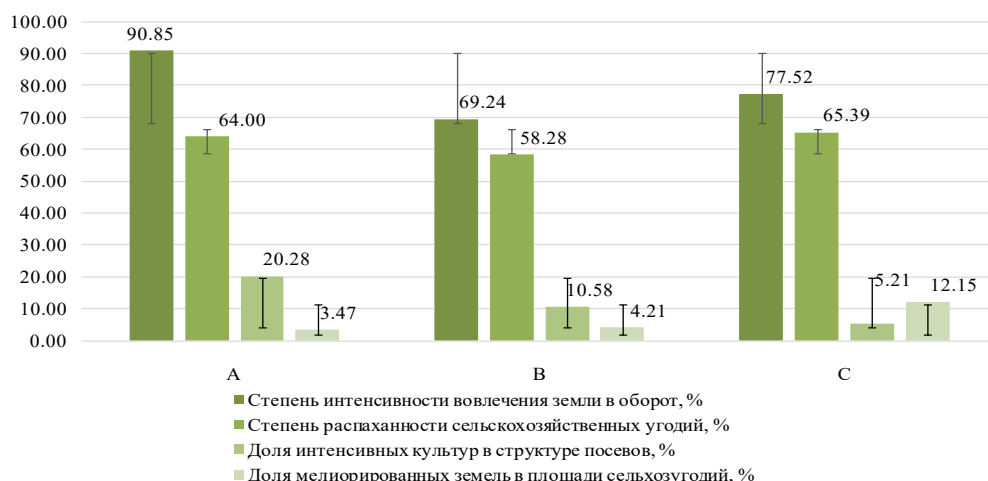


Рис. 2. Сравнение показателей вовлечения земель в оборот, доли интенсивных культур и мелиорированных земель групп А, В и С (источник: составлено авторами на основе собственных исследований)

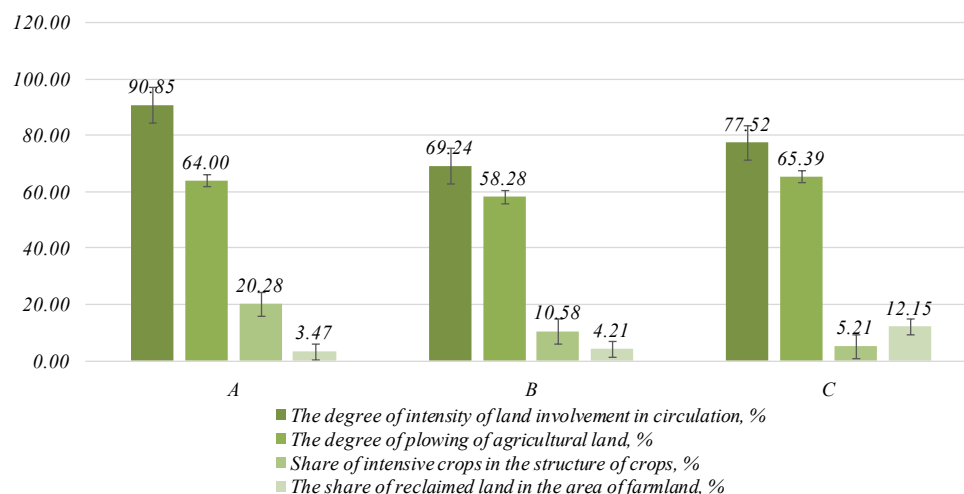


Fig. 2. Comparison of indicators of land involvement in turnover, the share of intensive crops and reclaimed lands of groups A, B and C (source: compiled by the authors based on their own research)

Таблица 2

Параметры корреляции зависимости землеотдачи от уровня интенсивности использования земель по группам регионов РФ

Группы	Показатели		y	x3	x4	x5	x6	x7
A	y	Коэффициент корреляции	1,000	0,406**	−0,017	0,424**	−0,024	0,495**
		P	0,000	0,004	0,908	0,003	0,873	0,000
		N	48	48	48	48	48	48
B	y	Коэффициент корреляции	1,000	0,738**	−0,146	−0,348	0,093	−0,176
		P	0,000	0,001	,576	0,171	,722	0,498
		N	17	17	17	17	17	17
C	y	Коэффициент корреляции	1,000	0,588*	0,198	−0,434	0,148	0,247
		P	0,000	0,035	0,517	0,138	0,629	0,415
		N	13	13	13	13	13	13

Условные обозначения: y – землеотдача, тыс. руб. на 1 га; x3 – степень использования пашни, %; x4 – степень интенсивности вовлечения земли в оборот, %; x5 – степень распаханности сельскохозяйственных угодий, %; x6 – доля интенсивных культур в структуре посевов, %; x7 – доля мелиорированных земель в площади с/х угодий, %.

Table 2
Correlation parameters of the dependence of land yield on the level of intensity of land use by groups of regions of the Russian Federation

Group	Indicators		y	x3	x4	x5	x6	x7
A	y	Correlation coefficient	1.000	0.406**	-0.017	0.424**	-0.024	0.495**
		P	0.000	0.004	0.908	0.003	0.873	0.000
		N	48	48	48	48	48	48
B	y	Correlation coefficient	1.000	0.738**	-0.146	-0.348	0.093	-0.176
		P	0.000	0.001	.576	0.171	.722	0.498
		N	17	17	17	17	17	17
C	y	Correlation coefficient	1.000	0.588*	0.198	-0.434	0.148	0.247
		P	0.000	0.035	0.517	0.138	0.629	0.415
		N	13	13	13	13	13	13

Symbols: y – land allocation, thousand rubles per 1 ha; x3 – the degree of use of arable land, %; x4 – the degree of intensity of land involvement in turnover, %; x5 – the degree of plowing of agricultural land, %; x6 – the share of intensive crops in the structure of crops, %; x7 – the share of reclaimed land in the area of farmland, %.

Важным показателем использования земель является степень распаханности сельскохозяйственных угодий. Однако следует признать, что уровень этого показателя существенно не отличается по группам: А – 64,00 % (76,55; 50,43); В – 58,28 % (65,58; 47,38); С – 65,39 % (72,20; 32,60). Уровень значимости отличий $p > 0,05$. Следовательно, рост степени использования пашни значимо не взаимосвязан с ростом степени распаханности сельскохозяйственных угодий.

В исследуемых группах прослеживается очевидная взаимосвязь между степенью использования пашни и долей интенсивных культур в структуре посевов. С ростом одного показателя растет и другой. Максимальные значения доли интенсивных культур наблюдаются в группе А – 20,28 % (33,50; 15,01). Значимые отличия наблюдаются между группами А и В ($p = 0,0001$) и группами А и С ($p = 0,0001$) при достоверно незначимом отличии между группами В и С ($p = 0,321$).

По доли мелиорированных земель в площади с/х угодий очевидной взаимосвязи со степенью использования пашни не наблюдается. Статистически значимых различий между группами получено не было: $p > 0,05$.

С целью выявления зависимости между уровнем интенсивности использования земельных ресурсов и их экономической эффективности был проведен корреляционный анализ внутри групп по рассматриваемым показателям. Первоначальное тестирования формы распределения данных выявило наличие показателей с достаточно высокой мультиколлинеарностью (степень использования пашни, степень использования земель сельскохозяйственного назначения, степень использования сельскохозяйственных угодий), что потребовало исключения двух последних факторов (с меньшим уровнем корреляции и значимости) из дальнейшего процесса построения рабочей модели. Полученные результаты представлены в таблице 2.

По результатам корреляции можно сделать вывод, что в группах В и С единственным фактором, оказывающим влияние на уровень экономической эффективности использования земельных ресурсов, является степень использования пашни. Уровень тесноты связей, согласно классификации Чеддока, считается заметным по силе. В группе А на эффективность влияют не только степень использования пашни, но и степень распаханности сельскохозяйственных угодий ($p = 0,003$), а также

доля мелиорированных земель в площади сельхозугодий ($p = 0,0001$), что и формирует более высокий уровень эффективности землепользования в регионах, вошедших в эту группу. Уровни тесноты связей данных показателей можно считать умеренными по силе.

В соответствии с этим при аппроксимации значений интенсивности использования земельных ресурсов наиболее логичной и обоснованной переменной может выступать именно степень распаханности сельскохозяйственных угодий в региональном землепользовании. ROC-анализ в отношении степени использования пашни как потенциального прогностического параметра повышения земледельческого показателя показал, что его пороговое значение в точке

cut off, определенное с помощью индекса Юдена, равно 63,8%, ($AUC = 0,78 \pm 0,052$, 95 % ДИ: 0,679–0,881), $p = 0,0001$ (рис. 3).

Величина степени использования пашни, равная точке cut off или выше ее, позволяет прогнозировать максимальный уровень экономической эффективности использования земельных ресурсов, выраженный земледельческим показателем. Чувствительность и специфичность модели – 94,7 % и 57,5 % соответственно.

Проведение логической классификации показало, что повышение степени использования пашни является основным предиктором роста экономической эффективности использования земельных ресурсов.

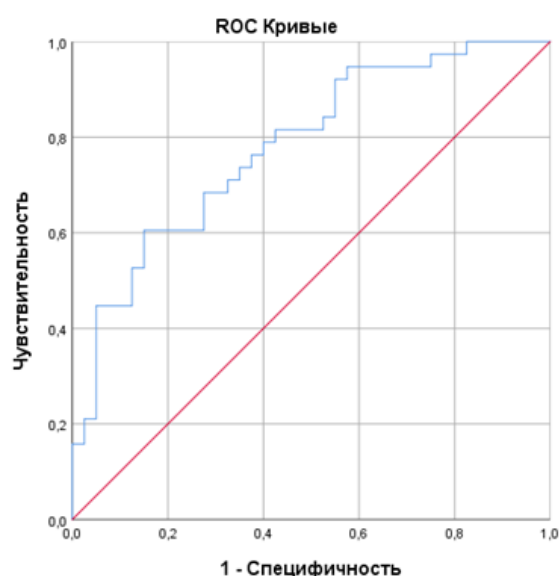


Рис. 3. Влияние степени использования пашни на показатели земледельческого

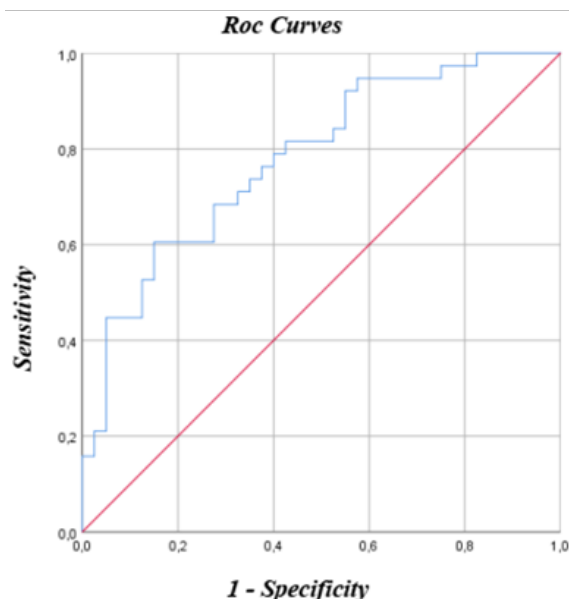


Fig. 3. The influence of the degree of use of arable land on the indicators of land yield

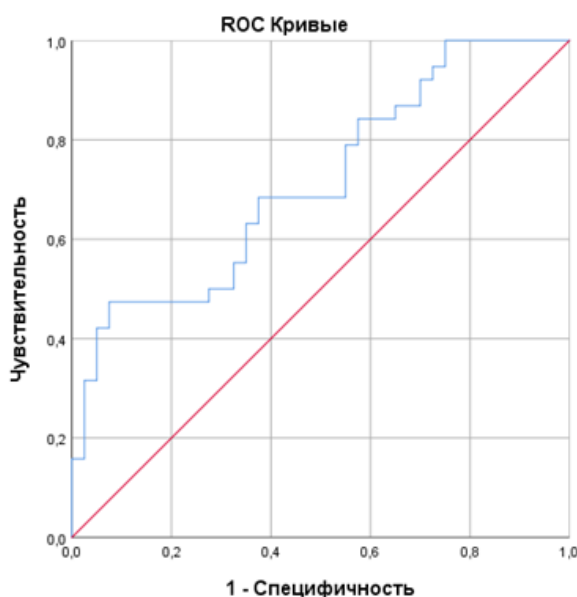


Рис. 4. Влияние степени использования земель сельскохозяйственного назначения на показатели земледельческого

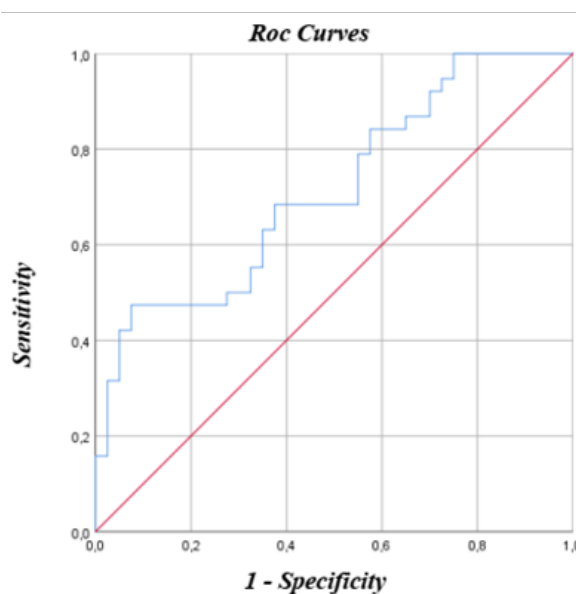


Fig. 4. The influence of the degree of use of agricultural land on land yield indicators

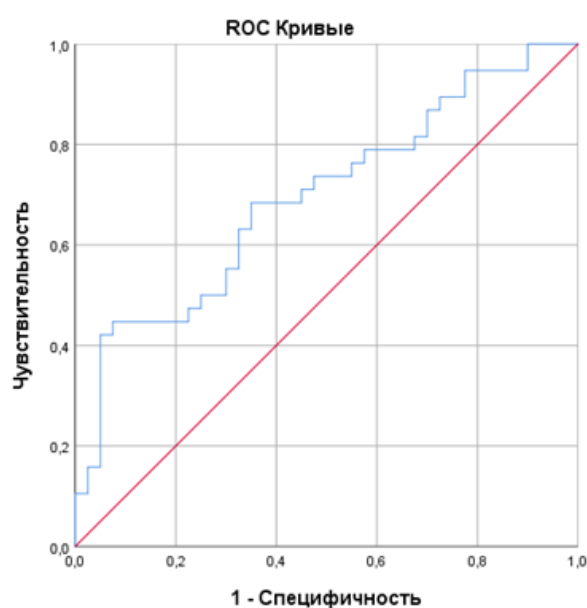


Рис. 5. Влияние степени использования сельскохозяйственных угодий на показатели землеотдачи

С учетом высокой взаимосвязи степени использования пашни со степенью использования земель сельскохозяйственного назначения и степенью использования сельскохозяйственных угодий (коэффициент корреляции между этими показателями более 0,808; $p > 0,05$) последние показатели также могут быть использованы в качестве потенциального прогностического параметра повышения землеотдачи.

ROC-анализ в отношении степени использования земель сельскохозяйственного назначения показал, что его пороговое значение в точке cut off, определенное с помощью индекса Юдена, равно 74,7 %, ($AUC = 0,714 \pm 0,058$, 95 % ДИ: 0,601–0,828), $p = 0,001$. Чувствительность и специфичность модели – 73,7 % и 55,0 % соответственно (рис. 4).

Проведение логической классификации подтверждает, что повышение степени использования земель сельскохозяйственного назначения сопровождается ростом экономической эффективности использования земельных ресурсов.

Для степени использования сельскохозяйственных угодий пороговое значение в точке cut off равно 70,9 % ($AUC = 0,695 \pm 0,06$, 95 % ДИ: 0,578–0,813), $p = 0,003$. При значении степени использования сельскохозяйственных угодий, равном точке cut off или выше ее, прогнозируется повышение землеотдачи. Чувствительность и специфичность метода – 78,9 % и 57,5 % соответственно (рис. 5).

Несмотря на выявленную зависимость экономической эффективности использования земли от степени использования земель сельскохозяйственного назначения и степени использования сельскохозяйственных угодий, а также локализованные параметры этой зависимости, все же следует признать,

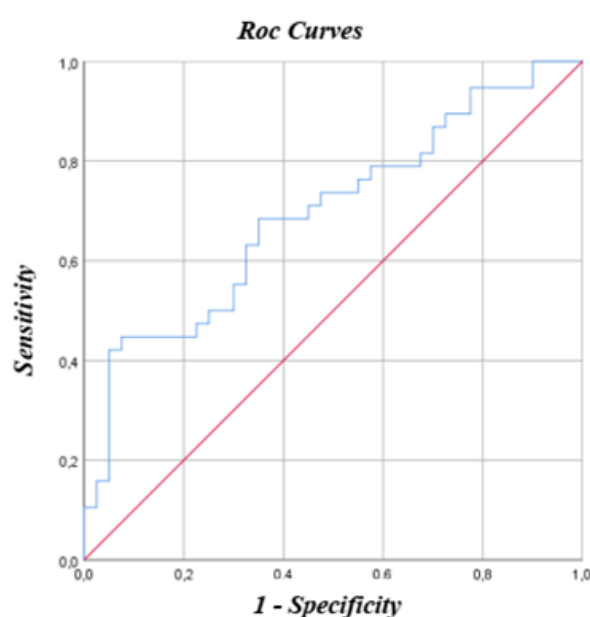


Fig. 5. The influence of the degree of use of agricultural land on land yield indicators

что самой эффективной прогностической моделью является модель на основе оценки степени использования пашни, так как она имеет более высокую значимость, специфичность и чувствительность.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Интенсивность использования земельных ресурсов является одной из основных составляющих эффективного процесса использования земель из-за потенциального воздействия на результативность сельскохозяйственного производства. В нашем исследовании удалось доказать, что повышение интенсивности использования земельных ресурсов приводит к росту экономической эффективности использования земельных ресурсов.

Однако не все показатели интенсивности оказывают значимое влияние. В регионах с низким и средним уровнем интенсивности решающее значение имеет только степень использования пашни, повышение которой может обеспечить рост эффективности. В регионах с высоким уровнем интенсивности повышение экономической эффективности зависит еще и от степени распаханности сельскохозяйственных угодий и доли мелиорированных земель в площади сельхозугодий. Однако уровень влияния этих факторов на эффективность умеренный по силе. Объясняется это тем, что дополнительное вовлечение земель в оборот ведет к экстенсивному расширению объемов производства, которое часто не сопровождается ростом экономической эффективности.

Сельское хозяйство как любая производственная система обладает рядом существенных признаков, один из которых реализуется в том, что по мере увеличения количества одного ресурса и при постоянстве остальных предельная полезность этого

ресурса уменьшается. Это в полной мере относится и к земельным ресурсам. Очевидно, что увеличение задействованной в производстве продукции, площади земельных ресурсов без соответствующих дополнительных вложений в техногенные факторы будет приводить к снижению экономической эффективности.

Основным результатом проведенного исследования явилось то, что в качестве предиктора повышения землеотдачи в региональном сельском хозяйстве может рассматриваться только степень использования пашни, критическая точка которой равна 63,8 %. Выше нее достижимы максимальные значения экономической эффективности.

Библиографический список

1. Демидов П. В., Улезько А. В. Стратегическое управление землями сельскохозяйственного назначения: сущность, принципы и оценка эффективности // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (57). С. 237–247. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.237.
2. Сушкова Т. Ю., Иванова Н. А. Эффективность использования земли в сельском хозяйстве региона // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 10. С. 39–44. DOI: 10.32651/2110-39.
3. Минаков И. А. Проблемы использования земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс] // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 1. URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2856/2855> (дата обращения: 25.03.2023).
4. Меделяева З. П., Киселев М. Е. Сравнительная оценка эффективности использования земельных ресурсов хозяйствующими субъектами аграрной сферы Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14. № 4 (71). С. 110–117. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_4_110.
5. Бухтояров Н. И. Эффективность использования земельных ресурсов в регионе // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 1. С. 13–19. DOI: 10.32651/191-13.
6. Комов Н. В. О создании системы единого государственного управления земельными ресурсами России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 1 (168). С. 5–8.
7. Хлыстун В. Н. Развитие земельных отношений в агропромышленном комплексе // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 7. С. 669–677.
8. Безаев И. И., Гагаринова А. В. Пути повышения эффективности использования земельных ресурсов // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 11. С. 14–18. DOI: 10.32651/2211-14.
9. Dessart F. J., Barreiro-Hurlé J., Van Bavel R. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: A policy-oriented review // In: European Review of Agricultural Economics. Oxford University Press. 2019. Vol. 46. Pp. 417–471. DOI: 10.1093/erae/jbz019
10. Gliessman S. Evaluating the impact of agroecology // Agroecology and Sustainable Food Systems. 2020. No. 4 (8). Pp. 973–974. DOI: 10.1080/21683565.2020.1774110.
11. Климентова Э. А., Дубовицкий А. А., Смыслова О. Ю. Рациональное использование земельных ресурсов как фактор повышения устойчивости сельского хозяйства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16. № 1 (76). С. 143–155.
12. Монахов С., Шиханова Ю., Потоцкая Л. Теоретические аспекты развития «зеленой» экономики в сельском хозяйстве России: экологизация сельскохозяйственного землепользования // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 10. С. 15–19.
13. Montanarella L., Panagos P. The relevance of sustainable soil management within the European green deal // Land Use Policy. 2021. Vol. 100. Article number 104950. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104950.
14. Постолов В. Д., Брянцева Л. В. Инновационные задачи в землеустройстве и землепользовании // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. Т. 13. № 3 (66). С. 204–208. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.204.
15. Дубовицкий А. А., Климентова Э. А. Экономическая эффективность использования земельных ресурсов: методический аспект // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 7. С. 18–23.
16. Дубовицкий А. А., Минаков И. А. Региональные особенности интенсивности использования сельскохозяйственных земель // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (73). С. 175–178.

Об авторах:

Александр Алексеевич Дубовицкий¹, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и коммерции, ORCID 0000-0003-4542-1119, AuthorID 315247; +7 910 652-56-60, daa1-408@yandex.ru

Эльвира Анатольевна Климентова¹, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и коммерции, ORCID 0000-0001-7628-7181, AuthorID 343886; +7 910 652-56-50, klim1-408@yandex.ru

¹ Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

References

1. Demidov P. V., Ulez'ko A. V. Strategicheskoe upravlenie zemlyami sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: sushchnost', printsipy i otsenka effektivnosti [Strategic management of agricultural lands: essence, principles and efficiency assessment] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. No. 2 (57). Pp. 237–247. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.237. (In Russian.)
2. Sushkova T. Yu., Ivanova N. A. Effektivnost' ispol'zovaniya zemli v sel'skom khozyaystve regiona [Efficiency of land use in agriculture of the region] // Economics of Agriculture of Russia. 2021. No. 10. Pp. 39–44. DOI: 10.32651/2110-39. (In Russian.)
3. Minakov I. A. Problemy ispol'zovaniya zemel; sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Problems of agricultural land use] [e-resource] // Nauka i obrazovanie. 2021. Vol. 4. No. 1. No. 1. URL: <http://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/2856/2855> (date of reference: 25.03.2023). (In Russian.)
4. Medelyaeva Z. P., Kiselev M. E. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti ispol'zovaniya zemel'nykh resursov khozyaystvuyushchimi sub'ektami agrarnoy sfery Voronezhskoy oblasti [Comparative assessment of the efficiency of the use of land resources by economic entities of the agrarian sphere of the Voronezh region] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. Vol. 14. No. 4 (71). Pp. 110–117. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_4_110. (In Russian.)
5. Bukhtoyarov N. I. Effektivnost' ispol'zovaniya zemel'nykh resursov v regione [Efficiency of land resources use in the region] // Economics of Agriculture of Russia. 2019. No. 1. Pp. 13–19. DOI: 10.32651/191-13. (In Russian.)
6. Komov N. V. O sozdaniy sistemy edinogo gosudarstvennogo upravleniya zemel'nymi resursami Rossii [On the creation of a system of unified state management of land resources of Russia] // Land Management, Monitoring and Cadastre. 2019. No. 1 (168). Pp. 5–8. (In Russian.)
7. Khlystun V. N. Razvitie zemel'nykh otnosheniy v agropromyshlennom komplekse [Development of land relations in the agro-industrial complex] // Vestnik Rossiyskoy akademii nauk. 2019. Vol. 89. No. 7. Pp. 669–677. (In Russian.)
8. Bezaev I. I., Gagarinova A. V. Puti povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya zemel'nykh resursov [Ways to improve the efficiency of land use] // Economics of Agriculture of Russia. 2022. No. 11. Pp. 14–18. DOI: 10.32651/2211-14. (In Russian.)
9. Dessart F. J., Barreiro-Hurlé J., Van Bavel R. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: A policy-oriented review // In: European Review of Agricultural Economics. Oxford University Press. 2019. Vol. 46. Pp. 417–471. DOI: 10.1093/erae/jbz019
10. Gliessman S. Evaluating the impact of agroecology // Agroecology and Sustainable Food Systems. 2020. No. 4 (8). Pp. 973–974. DOI: 10.1080/21683565.2020.1774110.
11. Klimentova E. A., Dubovitskiy A. A., Smyslova O. Yu. Ratsional'noe ispol'zovanie zemel'nykh resursov kak faktor povysheniya ustoychivosti sel'skogo khozyaystva [Rational use of land resources as a factor of increasing the sustainability of agriculture] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. Vol. 16. No. 1 (76). Pp. 29–33. (In Russian.)
12. Monakhov S., Shikhanova Yu., Pototskaya L. Teoreticheskie aspekty razvitiya "zelenoy" ekonomiki v sel'skom khozyaystve Rossii: ekologizatsiya sel'skokhozyaystvennogo zemlepol'zovaniya [Theoretical aspects of the development of the "green" economy in agriculture in Russia: greening of agricultural land use] // Economics of Agriculture of Russia. 2019. No. 10. Pp. 15–19. (In Russian.)
13. Montanarella L., Panagos P. The relevance of sustainable soil management within the European green deal // Land Use Policy. 2021. Vol. 100. Article number 104950. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104950.
14. Postolov V. D., Bryantseva L. V. Innovatsionnye zadachi v zemleustroytve i zemlepol'zovanii [Innovative tasks in land management and land use] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. Vol. 13. No. 3 (66). Pp. 204–208. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.204. (In Russian.)
15. Dubovitskiy A. A., Klimentova E. A. Ekonomicheskaya effektivnost' ispol'zovaniya zemel'nykh resursov: metodicheskiy aspekt [Economic efficiency of land resources use: methodological aspect] // Economics of Agriculture of Russia. 2019. No. 7. Pp. 18–23. (In Russian.)
16. Dubovitskiy A. A., Minakov I. A. Regional'nye osobennosti intensivnosti ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennykh zemel' [Regional features of the intensity of agricultural land use] // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. No. 2 (73). Pp. 175–178. (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr A. Dubovitskiy¹, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and commerce, ORCID 0000-0003-4542-1119, AuthorID 315247; +7 910 652-56-60, daa1-408@yandex.ru

Elvira A. Klimentova¹, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and commerce, ORCID 0000-0001-7628-7181, AuthorID 343886; +7 910 652-56-50, klim1-408@yandex.ru

¹ Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

Миграционные процессы на селе и альтернативная занятость сельского населения

Ю. В. Копылова^{1, 2}✉

¹ Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия

² Администрация города, Нижневартовск, Россия

✉ E-mail: yulia.kopylova.1983@yandex.ru

Аннотация. Сельские территории страны всегда играли первостепенную роль в формировании и удержании высокого имиджа государства на международной арене, так как именно сельские территории закладывают продовольственную безопасность страны в целом, переходящую в национальную безопасность. **Цель исследования** заключается в определении направлений миграционных потоков и их масштабов. **Методы исследования** – анализ и синтез статистических и аналитических материалов Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства и Федеральной службы по труду и занятости Российской Федерации, материалы научных конференций и периодических изданий. В данной статье рассматривается развитие такого направления альтернативной занятости, как социальное предпринимательство, базирующееся на реализации социальных потребностей людей. Предлагается развитие альтернативных видов занятости на селе как одного из способов снижения безработицы и удержания местных жителей в сельской территории. **Результаты.** В ходе исследования было установлено, что миграционные процессы каждый год охватывают весомую часть сельского населения в регионах страны. За последние 20 лет оно сократилось на 3 %. Люди стремительно перемещаются в город. В 2021 г. лидером по количеству выбывших жителей с сельских территорий является Приволжский федеральный округ – 80 520 человек, 2-е место принадлежит Центральному федеральному округу – 53 497 человек, 3-е место занимает Сибирский федеральный округ – 52 439 человек. Основной фактор, способный сдерживать подобные изменения, это активизация в развитии альтернативной занятости населения. **Научная новизна.** На основе анализа статистических данных и исследований определены перспективные направления устойчивого развития сельских территорий, такие как альтернативная занятость. Развитие различных видов альтернативной занятости поможет не только сохранить численность населения сельских жителей, но и запустить механизм обратной миграции из города в село – рурализацию.

Ключевые слова: альтернативная занятость, безработица, миграция, сельские территории, социальное предпринимательство.

Для цитирования: Копылова Ю. В. Миграционные процессы на селе и альтернативная занятость сельского населения // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 134–144. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-134-144.

Дата поступления статьи: 16.03.2023, **дата рецензирования:** 14.05.2023, **дата принятия:** 01.08.2023.

Migration processes in rural areas and alternative employment of rural population

Yu. V. Kopylova^{1, 2}✉

¹ Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

² City administration, Nizhnevartovsk, Russia

✉ E-mail: yulia.kopylova.1983@yandex.ru

Abstract. Rural territories of the country have always played a primary role in the formation and maintenance of a high image of the state in the international arena, since it is rural territories that lay the food security of the country as a whole, which turns into national security. **The purpose** of the study is to determine the directions of migration flows and their scale. **Research methods** are analysis and synthesis of statistical and analytical materials

of the Federal Service for Labor and Employment of the Russian Federation, materials of scientific conferences and periodicals. This article discusses the development of such a direction of alternative employment as social entrepreneurship, based on the realization of people's social needs. It is proposed to develop alternative types of employment in rural areas as one of the ways to reduce unemployment and retain local residents in rural areas.

Results. The study found that migration processes cover a significant part of the rural population in the regions of the country every year. Over the past twenty years, it has decreased by 3%. People are rapidly moving to the city. In 2021, the leader in the number of retired residents from rural areas is the Volga Federal District – 80,520 people, the 2nd place belongs to the Central Federal District – 53,497 people and the 3rd place is occupied by the Siberian Federal District – 52,439 people. The main factor that can restrain such changes is the activation in the development of alternative employment of the population. **Scientific novelty.** Based on the analysis of statistical data and research, promising areas of sustainable development of rural areas have been identified. The development of various types of alternative employment will help not only to maintain the population of rural residents, but also to launch the mechanism of reverse migration from the city to the village – ruralization.

Keywords: migration, unemployment, rural territories, alternative employment, social entrepreneurship.

For citation: Kopylova Yu. V. Migratsionnye protsessy na sele i al'ternativnaya zanyatost' sel'skogo naseleniya [Migration processes in rural areas and alternative employment of rural population] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 134–144. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-134-144. (In Russian.)

Date of paper submission: 16.03.2023, **date of review:** 14.05.2023, **date of acceptance:** 01.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Население любой страны представляет собой особую совокупность людей, проживающих в границах определенных территорий и взаимодействующих между собой в определенных общественных форматах. Данная система – это взаимосвязанность четких показателей (таких как численность населения данной территории и ее плотность), имеющих деление по полу, возрасту, национальности, языку, семейному положению, образованию, а также принадлежность к различным социальным группам.

Рассмотрение в динамике этих показателей позволяет проследить изменения, происходящие в характере воспроизводства населения на интересующей сельской территории [1].

За последние годы сельские жители мигрировали в города и непропорционально сконцентрировались в регионах, создавая на местах высокую плотность населения, неблагоприятно отражающуюся на многих составляющих [2].

Сельские территории всегда играли большую роль при формировании имиджа государства на международной арене, так как именно сельские территории обеспечивают продовольственную безопасность страны, которая является частью национальной безопасности [3]. А при переезде в города жители обращаются именно к несельскохозяйственному производству [4].

Официально статус сельских территорий установлен нормативно-правовыми документами, одним из них является государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий» от 31 мая 2019 г. № 696 (сроки реализации программы – 2020–2025 гг.), в которой под сельскими территориями понимаются сельские поселения или сельские поселения и межселенные территории,

объединенные общей территорией в границах муниципального района, сельские населенные пункты, рабочие поселки, входящие в состав городских округов (за исключением городских округов, на территории которых находятся административные центры субъектов Российской Федерации), городских поселений и внутригородских муниципальных образований г. Севастополя.

На сегодняшний день для сельских территорий приобретает все большую актуальность проблема занятости населения. Модернизация и автоматизация сельскохозяйственных производственных процессов, высвобождает экономически активное население из этой отрасли. В результате растущей безработицы возникает острая необходимость в развитии иных сфер занятости. Растущая безработица и как следствие ухудшение уровня жизни сельского населения запускает процессы миграции на этих территориях. Также на активности миграции сказывается уменьшение влияния государства в регулировании аграрной экономики. Уменьшение влияния отражается в недостаточном формировании благоприятной среды для эффективного ведения хозяйственной деятельности.

Миграция – это перемещение населения через внутригосударственные границы, границы административно-территориальных образований и государственные границы. Данное переселение граждан связано с изменением места жительства, трудоустройства, учебы, гражданства и др. [5].

Процессы, связанные с миграцией, в любое время отражались на дальнейшем развитии как страны, так и народов. Если раньше в нашей стране присутствовала организованная миграция, то на сегодняшний день преобладает стихийная миграция жителей из сельской местности в города.

Миграцию жителей сельской местности в города с плохими условиями для жизни связывают А. В. Малахов, А. А. Борисов, А. А. Асеева, С. В. Малахова [6]. По мнению Д. Б. Саттаркулова, Р. А. Имарова, Г. О. Матураимова, в основе миграции заложены экономические причины, включающие в себя безработицу, потерю спроса на квалифицированные кадры, высокую населенность на юге, дисбаланс экономического развития регионов, нарастающую роль социальных проблем и неблагоприятные жилищные условия [7].

Видят причину миграции в безработице Т. Г. Нефедова и Н. В. Мкртчян. По их мнению, в связи с сокращением занятости населения, вызванного кризисом или модернизацией производства, появились зоны сельского переселения, где для людей нет подходящей для них деятельности. Они прибегают к поиску новых видов занятости – альтернативной занятости, которая может быть за пределами постоянного проживания. Такое явление породило диверсификацию местной сельской экономики и трудовые миграции [8].

Ю. Н. Никулина, В. А. Арефьева, В. А. Сарайкин считают главным преимуществом миграции в город разнообразную и доходную работу, высокий уровень образования, хорошее медицинское обслуживание и широкий доступ к культурной среде [9].

Немаловажное значение имеет ослабление роли государства в регулировании аграрной экономики, которое порождает процессы миграции. Именно существующее на сегодняшний день распределение сельского населения отражает те возможности, которые предоставляют ему органы власти. Если условия жизни удовлетворяют потребности населения, то жители занимаются сельским хозяйством и не стремятся покидать мест заселения [1]. На наш взгляд, работа в сельскохозяйственной деятельности на сегодняшний день переходит на второй план и становится менее популярной среди местного населения, так же как и условия жизни, которые влияют на сохранение местного населения, но не являются весомым аргументом.

Н. А. Прутель и Л. Н. Липатова считают, что интенсивность оттока сельского населения связана с неблагоприятными условиями жизни населения, которые должны улучшиться благодаря принимаемым государством комплексом мер, отражаемых в государственной программе РФ «Комплексное развитие сельских территорий», описывая также демографические потери сельских территорий из-за сокращения международной трудовой миграции на сельские территории [10].

На наш взгляд, немаловажное значение имеет и проблема невозвратной миграции, возникающей в результате переезда молодежи в большие города с целью получения образования. Этот фактор сказывается

на истощении интеллектуального потенциала и потере будущих квалифицированных кадров [11].

В основе миграционных потоков молодежи лежат разные факторы – экономические, природно-климатические и социальные [12].

А. Ю. Белугин, Е. В. Белова, Т. А. Белугина в своей статье рассматривают серьезность последствий сокращения количества жителей сельской местности (что отражается на продовольственной безопасности страны), видя решение проблемы за счет приезжающих работников из стран бывшего Советского Союза. Мы можем согласиться, что многие предприятия используют труд приезжих мигрантов, так как их труд намного дешевле труда местных жителей, но не каждый работник обладает необходимыми знаниями, умениями и навыками высококвалифицированного труда, необходимого для развития сельской территории. Также немаловажное значение имеет и время трудоустройства приезжих мигрантов, что дает дополнительную нагрузку на социальную сферу в сельской местности, и так имеющую невысокий уровень развития [13]. Привлечение международных мигрантов сократит потребность в работниках на селе, но не сохранит традиции и бытность сельской местности, носителями которой как раз и являются местные жители.

Проанализировав результаты социологических исследований, проведенных Управлением государственной службы занятости в различные периоды времени, В. И. Гагаринов и А. В. Куклин главными причинами миграции сельских жителей назвали неудовлетворительные условия труда и низкий размер заработной платы. Отмечены также и второстепенные причины: закрытие предприятия и потеря работы, закрытие социальных учреждений, низкий престиж сельскохозяйственного труда, близкое расположение к развитым городам и районам. Предлагаемые авторами меры, в частности увеличение государственного финансирования на содержание и строительство социальных объектов, льготное кредитование на строительство жилья и финансовую поддержку молодых фермеров, на наш взгляд, носят единовременный характер и не способны удержать жителей сел лишь благоустройством и жильем. Населению необходима обеспеченность, в перспективе создаваемая благодаря трудоустройству населения [14].

Аналогичные миграционные потоки на сельских территориях характерны не только для нашей страны. С данной проблемой сталкиваются и другие страны. Так, М. Naragus и I. Földes отмечают, что миграция сельского населения Румынии сильно повлияла на сокращение населения этих территорий. Такого же мнения придерживаются исследователи миграции сельского населения США К. М. Johnson и D. T. Lichter. А по мнению D. Ge, H. Long, W. Qiao, Z. Wang, D. Sun и R. Yang, активная трудовая мигра-

Таблица 1

Состав населения Российской Федерации в период с 2014 года по 2021 год

Население (млн чел.)	Годы							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Сельское	37,1	38,0	37,9	37,8	37,6	37,3	37,2	36,9
Городское	106,6	108,3	108,3	109,	109,3	109,3	109,5	109,3

Источник: Российский статистический ежегодник 2021 г. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 02.02.2023).

Table 1

The composition of the population of the Russian Federation in the period from 2014 to 2021

Population (million people)	Years							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Rural	37.1	38.0	37.9	37.8	37.6	37.3	37.2	36.9
Urban	106.6	108.3	108.3	109.	109.3	109.3	109.5	109.3

Source: Russian Statistical Yearbook 2021 URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (date of reference: 02.02.2023).

ция из сельской местности в городскую стала основным стимулом для сельскохозяйственной трансформации в традиционных сельскохозяйственных районах Китая [15].

Y. Takahashi, H. Kubota, S. Shigeto, T. Yoshida, Y. Yamagata считают, что в основе миграционных процессов лежит модель «ценность – ожидание», в которой люди имеют больше свободы выбора места работы и проживания в условиях ускоряющейся глобализации и внедрения информационных процессов [16].

Таким образом, на наш взгляд, основополагающей причиной активной миграции сельских жителей (в особенности молодежи) является отсутствие необходимого числа рабочих мест с заработной платой, обеспечивающей работнику экономическую свободу ему и его семье. Так как число занятых в сельскохозяйственной деятельности сокращается, а уровень оплаты труда является одним из самых низких, то необходимость развития альтернативной занятости на селе должно быть одной из приоритетных задач как на уровне государства, так и на местном уровне. Проблема сокращения доли сельского населения возрастает ежегодно.

Следовательно, цель исследования заключается в определении направлений миграционных потоков и их масштабов, которые образуются в результате дефицита рабочих мест для сельского населения, приводящего к исчезновению сел в стране.

Методология и методы исследования (Methods)

В качестве методов исследования использовались анализ и синтез статистических и аналитических материалов Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства и Федеральной службы по труду и занятости Российской Федерации, материалов научных конференций и периодических изданий.

Результаты (Results)

Растущая миграция жителей из сел в города, сокращение небольших населенных пунктов по всей стране беспокоят многих – от уехавшего в город

жителя деревни или села до чиновников федерального уровня власти. Ученые также пытаются объяснить причины подобного явления и рассмотреть проблему с разных сторон.

За 20 лет сельское население сократилось на 3 % (таблица 1) [17]. Это приводит к возрастанию негативных социальных последствий: сельское население стареет, падает уровень человеческого капитала, опустошаются сельские территории, теряются сельские традиции и культура.

На изменение численности сельского населения оказывают влияние как правило два фактора:

1. Естественный прирост, представляющий разницу между числом родившихся и числом умерших за определенный период времени.

2. Уровень миграции, выраженный в миграционном приросте в городской и сельской местности.

Естественный прирост населения сельской местности уже не один год носит отрицательный характер (таблица 2) и за рассматриваемые годы (2013–2020) ежегодно растет.

Миграционный прирост жителей сельской местности почти ежегодно носит отрицательный характер по стране в целом (таблица 3). С 2010 по 2020 год миграционный прирост сельской местности был положительным только в 2019 году и составлял 10 090 человек. А в 2020 году отрицательное сальдо прироста имеет самое маленькое значение (–2 951 человек). В городской же местности картина противоположная: там за все рассматриваемые периоды наблюдается положительная динамика миграционного прироста. Происходящий ежегодный обмен между городом и селом обычно происходит в пользу города.

Это влечет за собой исчезновение сельских населенных пунктов (рис. 1). За период с 2012 по 2021 гг. численность сельских поселений сократилось на 2 501 шт. За 2021 год их стало меньше на 2,9 % по отношению к 2020 году, а за последние два года – на 6,0 %.

Вообще миграция имеет неоднозначные последствия: они могут быть как отрицательными, так и положительными. К плюсам миграции относятся

Таблица 2

Показатели воспроизводства населения сельской местности

Годы	Число родившихся, чел.	Число умерших, чел.	Естественный прирост, чел.
2010	525 055	606 782	–81 727
2011	526 582	569 024	–42 442
2012	546 410	552 700	–6 290
2013	538 512	539 304	–792
2014	547 823	549 537	–1714
2015	485 296	546 650	–61 354
2016	462 138	536 071	–73 933
2017	420 780	515 890	–95 110
2018	399 113	511 207	–112 094
2019	365 737	496 657	–130 920
2020	356 627	569 813	–213 186

Источник: Демографический ежегодник России 2021. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/dem21.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).

Table 2

Indicators of reproduction of the rural population

Years	Number of births, people	Number of dead, people	Natural growth, people
2010	525 055	606 782	–81 727
2011	526 582	569 024	–42 442
2012	546 410	552 700	–6 290
2013	538 512	539 304	–792
2014	547 823	549 537	–1714
2015	485 296	546 650	–61 354
2016	462 138	536 071	–73 933
2017	420 780	515 890	–95 110
2018	399 113	511 207	–112 094
2019	365 737	496 657	–130 920
2020	356 627	569 813	–213 186

Source: Demographic Yearbook of Russia 2021. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/dem21.pdf> (date of reference: 20.03.2023).

Таблица 3

Итоги миграции городского и сельского населения с 2010 по 2020 год

Годы	Миграционный прирост (чел.)	
	Городское население	Сельское население
2010	254 089	–96 011
2011	470 279	–150 518
2012	461 560	–166 630
2013	473 010	–177 151
2014	407 907	–137 871
2015	292 919	–47 535
2016	298 410	–36 462
2017	259 174	–47 296
2018	194 323	–69 469
2019	275 013	10 090
2020	109 425	–2 951

Источник: Внутривосселийская миграция по территориям прибытия и выбытия. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 02.02.2023).

Table 3

Results of migration of urban and rural population from 2010 to 2020

Years	Migration growth (people)	
	Migration growth	Rural population
2010	254 089	–96 011
2011	470 279	–150 518
2012	461 560	–166 630
2013	473 010	–177 151
2014	407 907	–137 871
2015	292 919	–47 535
2016	298 410	–36 462
2017	259 174	–47 296
2018	194 323	–69 469
2019	275 013	10 090
2020	109 425	–2 951

Source: Internal Russian migration by arrival and departure territories. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (date of reference: 02.02.2023).

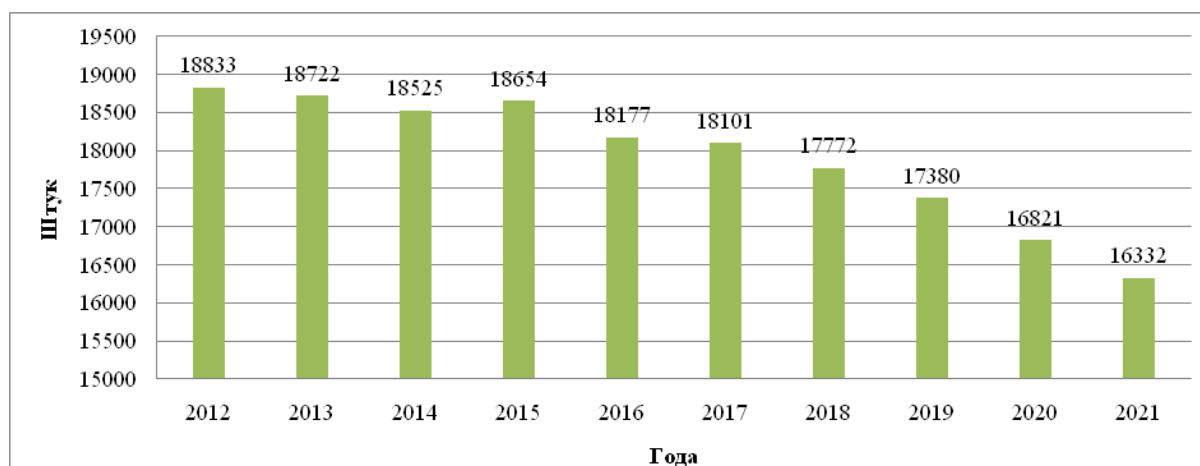


Рис. 1. Численность сельских поселений в России в период с 2012 по 2021 год, шт.

Источник: База данных показателей муниципальных образований. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst> (дата обращения: 02.02.2023)

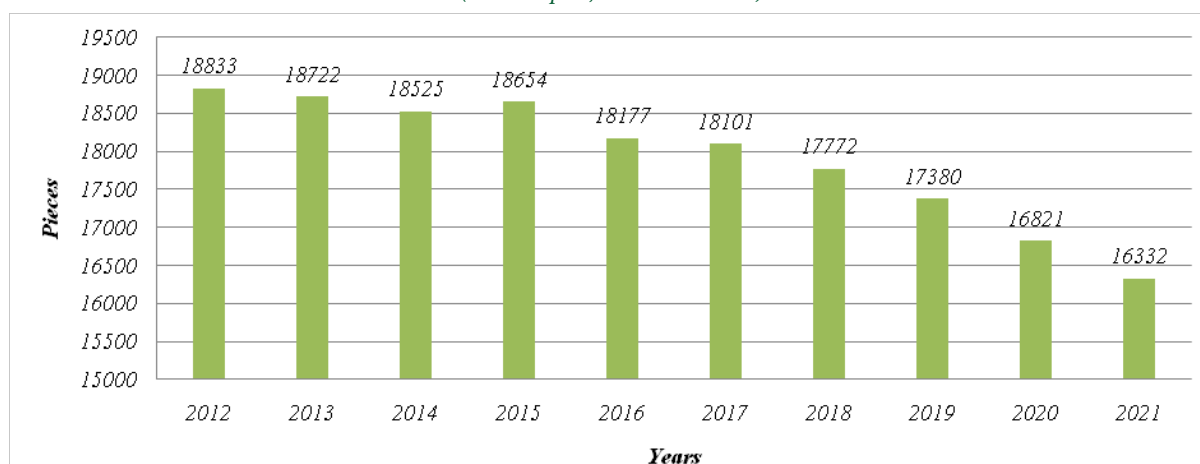


Fig. 1. The number of rural settlements in Russia in the period from 2012 to 2021, pcs.

Source: Database of indicators of municipalities. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst> (date of reference: 02.02.2023)

реализация трудового, а также социального потенциала населения в более полном объеме.

В 2021 году лидером по количеству выбывших жителей с сельских территорий является Приволжский федеральный округ – 80 520 человек, второе место принадлежит Центральному федеральному округу – 53 497 человек, третье место занимает Сибирский федеральный округ – 52 439 человек (таблица 4). Если рассматривать по прибытию жителей в сельскую местность, то эти же округа являются наиболее популярными у населения для определения их под постоянное место жительства. Здесь численность прибывших распределилась следующим образом: Приволжский федеральный округ – 77 926 человек, Центральный федеральный округ – 58 049 человек, Сибирский федеральный округ – 50 320 человек.

Исходя из данных таблицы можно говорить об активном внутрирегиональном перемещении населения. Население не стремится кардинально поменять место жительства, возможно, из-за климатических условий, но принимают данное решение в связи с отсутствием работы либо низкой оплатой труда.

В большей совокупности основными причинами переезда сельских жителей в города ученые видят именно отсутствие работы (рис. 2), достойного заработка и неудовлетворительные условия для жизни людей.

Основа причин проблемы занятости в сельской местности – зависимость сел от находящихся там крупных сельскохозяйственных предприятий. Такая ситуация была создана еще в советское время и особо ярко наблюдается в южных районах нашей страны.

Одним из решений проблемы безработицы может стать именно развитие альтернативных форм занятости.

Альтернативная занятость на селе является одной из приоритетных составляющих для дальнейшего экономического роста села, приводящая к сокращению сельской бедности. Отсутствие условий для альтернативной занятости сельского населения, замедление темпов экономического роста в сельском хозяйстве обусловили обострение в большей степени социальных проблем сельских территорий Российской Федерации [3].

Таблица 4

Внутрироссийская миграция населения по территориям прибытия и выбытия в 2021 году в сельской местности

	Численность выбывших (чел.)	Численность прибывших (чел.)
Центральный федеральный округ	53 497	58 049
Северо-Западный федеральный округ	20 853	21 922
Южный федеральный округ	49 942	50 974
Северо-Кавказский федеральный округ	25 849	24 751
Приволжский федеральный округ	80 520	77 926
Уральский федеральный округ	24 783	24 526
Сибирский федеральный округ	52 439	50 320
Дальневосточный федеральный округ	27 089	26 504

Источник: Внутрироссийская миграция по территориям прибытия и выбытия. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 02.02.2023).

Table 4

Intra-Russian migration of the population by arrival and departure territories in 2021 in rural areas

	Number of retirees (people)	Number of arrivals (people)
Central Federal District	53 497	58 049
North-Western Federal District	20 853	21 922
Southern Federal District	49 942	50 974
North Caucasus Federal District	25 849	24 751
Volga Federal District	80 520	77 926
Ural Federal District	24 783	24 526
Siberian Federal District	52 439	50 320
Far Eastern Federal District	27 089	26 504

Source: Internal Russian migration by arrival and departure territories. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (date of reference: 02.02.2023).



Рис. 2. Численность безработных городского и сельского населения, %

Источник: Рабочая сила, занятость и безработица в России 2022 г. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf. (дата обращения: 02.02.2023)

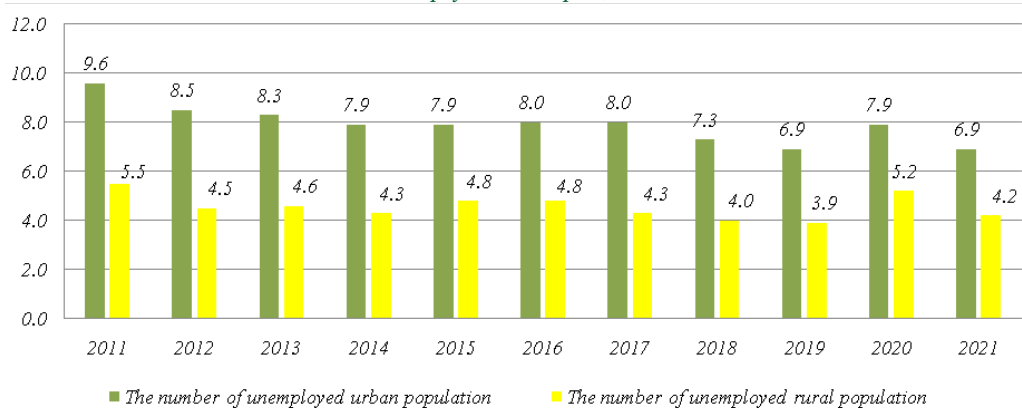


Fig. 2. The number of unemployed urban and rural population, %

Source: Labor force, employment and unemployment in Russia 2022 URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (date of reference: 02.02.2023)

Альтернативная занятость вполне может быть реализована через развитие малого и среднего бизнеса на селе. На сегодняшний день есть несколько приоритетных направлений развития малого бизнеса в сельской местности: хранение, переработка и сбыт сельскохозяйственной продукции; торговля; заготовка и переработка диких плодов и ягод, лекарственных растений и другого не древесного сырья; транспортные услуги; народные промыслы и ремесла; заготовка и переработка древесины; производство строительных материалов, строительство; бытовое и социальное обслуживание сельского населения; особую роль играет сельский туризм.

На сегодняшний день развитыми альтернативными видами занятости на селе являются торговля и строительство, чего недостаточно для продуктивного развития территорий.

Занятость на селе может быть удаленной. Данный вид занятости на сегодняшний день набирает все большую популярность как среди работодателей, так и среди работников. Основными преимуществами такого вида труда являются возможность работы из любой удобной точки страны, экономия времени, полная свобода самостоятельно планировать свою рабочую деятельность.

Развитие различных видов альтернативной занятости поможет не только сохранить численность населения сельских жителей, но и запустить механизм обратной миграции из города в село – рурализацию. Дополнительно процесс переезда из города в село поддерживает Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий» [9].

Вовлечение населения в альтернативные формы трудовой деятельности может быть одним из наиболее эффективных решений в уменьшении численности безработицы, остающейся достаточно острой и болезненной, несмотря на современное социально-экономическое развитие.

Анализ альтернативных видов занятости показал, что наиболее подходящими, на наш взгляд, являются социально ориентированные направления деятельности [23]. Такое направление, как социальное предпринимательство, возможно для успешного развития сельских территорий. Оно представляет собой сложное явление, так как сочетает в себе различные сферы жизнедеятельности человека – экономическую, институциональную и

социальную. Социальное предпринимательство характеризуется:

- социальным направлением, заключающимся в удовлетворении социальных потребностей людей;
- масштабируемостью/тиражируемостью, расширением деятельности;
- инновационностью, поиском новых возможностей, ориентацией на инновационную деятельность;
- финансовой устойчивостью.

Социальное предпринимательство в населенных пунктах с небольшой численностью проживающих развивается крайне медленно. Развитие такого направления позволит сократить численность безработных. Этот вид предпринимательства позволит привлечь к деятельности как активную, так и пассивную часть населения сел.

Популяризация социального предпринимательства в сельской местности позволит решить ряд проблем социально-экономического характера, к которым можно отнести устойчивое развитие сельских территорий, сохранение сельского образа жизни и традиций, а самое важное – решение проблемы сельской занятости.

Таким образом, можно говорить о том, что альтернативная занятость, выраженная в форме социального предпринимательства, – это действенный инструмент для развития сельских территорий.

Обсуждения и выводы (Discussion and Conclusion)

Итак, проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что одним из основных факторов сохранения сельского населения страны является развитие альтернативной занятости, так как основной причиной миграционного оттока работающего населения из сел является недостаточное количество квалифицированных рабочих мест, имеющих достойную оплату. Распространение альтернативных форм занятости не только формирует дополнительные сферы труда для местных жителей сельских территорий, но и создает приток новых занятых с сельскую местность. Немаловажное значение имеет актуализация понятия альтернативной занятости на селе с применением новых видов занятости, позволяющая расширить и углубить область исследования в данном направлении, а также сконцентрировать фокус государственной поддержки сельского населения в области трудоустройства.

Библиографический список

1. Макурина Ю. А. Миграция населения как фактор устойчивого развития сельских территорий // Социально-экономические проблемы продовольственной безопасности: реальность и перспектива: материалы II Международной научно-практической конференции. Мичуринск, 2017. С. 105–110.
2. Xing C., Yuan X., Zhang J. City size, family migration, and gender wage gap: Evidence from rural-urban migrants in China. Bonn: Institute of Labor Economics, 2022. 38 p.
3. Копылова Ю. В. Альтернативная занятость – механизм развития сельских территорий // Устойчивое развитие сельских территорий и аграрного производства на современном этапе: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Улан-Удэ, 2022. С. 356–363.

4. Huang X., Chen M. Understanding the role of housing in rural migrants' intention to settle in cities: Evidence from China // *Habitat International*. 2022. DOI: 10.1016/j.habitatint.2022.102650.
5. Чигарева М. А., Копылова О. П. Правовое регулирование миграции и нелегальная миграция // *SCIENCE TIME*. 2017. № 1 (37). С. 449–455.
6. Югов Е. А. Миграционные процессы в сельской местности и их влияние на состояние трудовых ресурсов // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*. 2021. № 3. С. 81–93.
7. Саттаркулов Д. Б., Имарова Р. А., Матураимов Г. О. Роль миграции в решении проблемы безработицы в сельской местности // *Известия ВУЗов Кыргызстана*. 2021. №3. С. 59–61. DOI: 10.26104/IVK.2019.45.557
8. Нефедова Т. Г., Мкртчян Н. В. Миграция сельского населения и динамика сельскохозяйственной занятости в регионах России // *Вестник Московского университета. Серия 5, География*. 2017. № 5. С. 58–67.
9. Никулина Ю. Н., Арефьева В. А., Сарайкин В. А. Альтернативная сельская занятость и ее связь с возвратной миграцией горожан // *Народонаселение*. 2022. Т. 25. № 1. С. 118–128. DOI: 10.19181/population.2022.25.1.10.
10. Прутель Н. А., Липатова Л. Н. Оценка влияния международной миграции на демографическую ситуацию в сельской местности Российской Федерации // *Управление городом: теория и практика*. 2021. № 1 (39). С. 24–30.
11. Бадмаева Н. В. Невозвратная учебная миграция сельского населения Республики Калмыкия: особенности и риски для региона // *Бюллетень Калмыцкого научного центра РАН*. 2022. № 1. С. 191–203. DOI: 10.22162/2587-6503-2022-1-21-191-203.
12. Шафоростова С. Н. Мотивы миграции молодежи из сельской местности в города // *Социология в современном мире: наука, образование, творчество*. 2020. № 12. С. 162–164.
13. Белугин А. Ю., Белова Е. В., Белугина Т. А. Влияние трудовой миграции на продовольственную безопасность в сельской местности // *Никоновские чтения*. 2019. № 24. С. 39–41.
14. Гагаринов В. И., Куклин А. В. Влияние внутрирегиональной трудовой миграции на занятость жителей сельской местности Кировской области // *Успехи современной науки*. 2016. Т. 3. № 7. С. 121–125.
15. Ge D., Long H., Qiao W., Wang Z., Sun D., Yang R. Effects of rural-urban migration on agricultural transformation: A case of Yucheng City, China // *Journal of Rural Studies*. 2020. No. 76. Pp. 85–95. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.04.010.
16. Takahashi Y., Kubota H., Shigeto S., Yoshida T., Yamagata Y. Diverse values of urban-to-rural migration: A case study of Hokuto City, Japan // *Journal of Rural Studies*. 2021. No. 87. Pp. 292–299. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2021.09.013.
17. Овчинцева Л. А. Новые селяне: мотивы и факторы переселения из города в сельскую местность // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология*. 2021. Том 21. № 2. С. 296–310. DOI: 10.22363/2313-2272-2021-21-2-296-310
18. Российский статистический ежегодник 2021 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (дата обращения: 02.02.2023).
19. Демографический ежегодник России 2021 г. [Электронный ресурс] URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/dem21.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).
20. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst> (дата обращения: 02.02.2023).
21. Внутрироссийская миграция по территориям прибытия и выбытия [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 02.02.2023).
22. Рабочая сила, занятость и безработица в России 2022 г. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 02.02.2023).
23. Никулина Ю. Н. Альтернативная сельская занятость и предпринимательство // *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. 2021. № 38 (43). С. 127–135.

Об авторе:

Юлия Викторовна Копылова, соискатель¹, начальник отдела анализа общественного мнения отдела по работе с институтами гражданского общества управления общественных коммуникаций²,
ORCID 0000-0003-3221-185X; AuthorID 919045; +7 902 858-16-36, yulia.kopylova.1983@yandex.ru

¹ Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия

² Администрация города, Нижневартовск, Россия

References

1. Makurina Yu. A. Migratsiya naseleniya kak faktor ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy [Population migration as a factor of sustainable development of rural territories] // Sotsial'no-ekonomicheskie problemy prodovol'stvennoy bezopasnosti: real'nost' i perspektiva: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Michurinsk, 2017. Pp. 105–110. (In Russian.)
2. Xing C., Yuan X., Zhang J. City size, family migration, and gender wage gap: Evidence from rural-urban migrants in China. Bonn: Institute of Labor Economics, 2022. 38 p.
3. Kopylova Yu. V. Al'ternativnaya zanyatost' – mekhanizm razvitiya sel'skikh territoriy [Alternative employment – the mechanism of rural development] // Ustoychivoe razvitie sel'skikh territoriy i agrarnogo proizvodstva na sovremennom etape: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu rossiyskoy nauki. Ulan-Ude, 2022. Pp. 356–363. (In Russian.)
4. Huang X., Chen M. Understanding the role of housing in rural migrants' intention to settle in cities: Evidence from China // Habitat International. 2022. DOI: 10.1016/j.habitatint.2022.102650.
5. Chigareva M. A., Kopylova O. P. Pravovoe regulirovanie migratsii i nelegal'naya migratsiya [Legal regulation of migration and illegal migration] // SCIENCE TIME. 2017. No. 1 (37). Pp. 449–455. (In Russian.)
6. Yugov E. A. Migratsionnye protsessy v sel'skoy mestnosti i ikh vliyanie na sostoyanie trudovykh resursov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie. 2021. No. 3. Pp. 81–93. (In Russian.)
7. Sattarkulov D. B., Imarova R. A., Maturaimov G. O. Rol' migratsii v reshenii problemy bezrabotitsy v sel'skoy mestnosti [The role of migration in solving the problem of unemployment in rural areas] // Izvestiya VUZov Kirgystana. 2021. No. 3. Pp. 59–61. (In Russian.)
8. Nefedova T. G., Mkrtchyan N. V. Migratsiya sel'skogo naseleniya i dinamika sel'skokhozyaystvennoy zanyatosti v regionakh Rossii [Migration of rural population and dynamics of agricultural employment in the regions of Russia] // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya. 2017. No. 5. Pp. 58–67. (In Russian.)
9. Nikulina Yu. N., Aref'eva V. A., Saraykin V. A. Al'ternativnaya sel'skaya zanyatost' i ee svyaz' s vozvratnoy migratsiey gorozhan [Alternative rural employment and its connection with the return migration of citizens] // Narodonaselenie. 2022. Vol. 25. No. 1. Pp. 118–128. DOI: 10.19181/population.2022.25.1.10. (In Russian.)
10. Prutel' N. A., Lipatova L. N. Otsenka vliyaniya mezhdunarodnoy migratsii na demograficheskuyu situatsiyu v sel'skoy mestnosti Rossiyskoy Federatsii [Assessment of the impact of international migration on the demographic situation in rural areas of the Russian Federation] // Upravlenie gorodom: teoriya i praktika. 2021. No. 1 (39). Pp. 24–30. (In Russian.)
11. Badmaeva N. V. Nevozvratnaya uchebnaya migratsiya sel'skogo naseleniya Respubliki Kalmykiya: osobennosti i riski dlya regiona [Non-returnable educational migration of the rural population of the Republic of Kalmykia: features and risks for the region] // Bulletin of the Kalmyk Scientific Center of the RAS. 2022. No. 1. Pp. 191–203. DOI: 10.22162/2587-6503-2022-1-21-191-203. (In Russian.)
12. Shaforostova S. N. Motivy migratsii molodezhi iz sel'skoy mestnosti v goroda [Motives of youth migration from rural areas to cities] // Sociology in the modern world: science, education, creativity. 2020. No. 12. Pp. 162–164. (In Russian.)
13. Belugin A. Yu., Belova E. V., Belugina T. A. Vliyanie trudovoy migratsii na prodovol'stvennyuyu bezopasnost' v sel'skoy mestnosti [The impact of labor migration on food security in rural areas] // Nikonovskie chteniya. 2019. No. 24. Pp. 39–41. (In Russian.)
14. Gagarinov V. I., Kuklin A. V. Vliyanie vnutriregional'noy trudovoy migratsii na zanyatost' zhitel'ey sel'skoy mestnosti Kirovskoy oblasti [The influence of intraregional labor migration on the employment of rural residents of the Kirov region] // Modern Science Success. 2016. Vol. 3. No. 7. Pp. 121–125. (In Russian.)
15. Ge D., Long H., Qiao W., Wang Z., Sun D., Yang R. Effects of rural-urban migration on agricultural transformation: A case of Yucheng City, China // Journal of Rural Studies. 2020. No. 76. Pp. 85–95. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.04.010.
16. Takahashi Y., Kubota H., Shigeto S., Yoshida T., Yamagata Y. Diverse values of urban-to-rural migration: A case study of Hokuto City, Japan // Journal of Rural Studies. 2021. No. 87. Pp. 292–299. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2021.09.013.
17. Ovchintseva L. A. Novye selyane: motivy i faktory pereseleniya iz goroda v sel'skuyu mestnost' [New villagers: motives and factors of resettlement from the city to the countryside] // RUDN Journal of Sociology. 2021. Vol. 21. No. 2. Pp. 296–310. DOI: 10.22363/2313-2272-2021-21-2-296-310. (In Russian.)
18. Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik 2021 g. [Russian Statistical Yearbook 2021] [e-resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994> (date of reference: 02.02.2023). (In Russian.)
19. Demograficheskiy ezhegodnik Rossii 2021 g. [Demographic Yearbook of Russia 2021] [e-resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/dem21.pdf> (date of reference: 20.03.2023). (In Russian.)

20. Baza dannykh pokazateley munitsipal'nykh obrazovaniy [Municipal Indicators Database] [e-resource]. URL: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst> (date of reference: 02.02.2023). (In Russian.)
21. Vnutrirossiyskaya migratsiya po territoriyam pribytiya i vybytiya [Intra-Russian migration by territories of arrival and departure] [e-resource]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (date of reference: 02.02.2023). (In Russian.)
22. Rabochaya sila, zanyatost' i bezrabotitsa v Rossii 2022 g. [Рабочая сила, занятость и безработица в России 2022 г.] [e-resource]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (date of reference: 02.02.2023). (In Russian.)
23. Nikulina Yu. N. Al'ternativnaya sel'skaya zanyatost' i predprinimatel'stvo [Alternative rural employment and entrepreneurship] // Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta. 2021. No. 38 (43). Pp. 127–135. (In Russian.)

Author's information:

Yuliya V. Kopylova, applicant¹, head of the public opinion analysis department of the department for work with civil society institutions of the department of public communications², ORCID 0000-0003-3221-185X, AuthorID 919045; +7 902 858-16-36, yulia.kopylova.1983@yandex.ru

¹Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

²City administration, Nizhnevartovsk, Russia

Вопросы расширения видов государственной поддержки учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных учреждений

Л. В. Сабурова¹✉, Е. М. Кот¹, П. Е. Иванюшина¹

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: saburovalad@gmail.com

Аннотация. В статье исследован нормативно-правовой аппарат управления за счет государственной поддержки аграрного сектора экономики. Рассмотрены виды поддержки, предоставляемые государством коммерческим организациям. Построена схема поэтапного выделения субсидий аграрным производителям. Присоединение аграрных хозяйств к образовательным учреждениям позволило получить базу практик для обучения студентов, однако статус сельхозтоваропроизводителя хозяйство потеряло, при этом расходы не уменьшились, а, наоборот, возросли за счет дополнительных потребностей в обучающих целях. Студенты не являются профессиональными исполнителями, из-за чего возможны сбои в производстве, что требует дополнительного внимания и затрат, в частности, связанных с научными исследованиями. Поэтому авторами поставлен вопрос о расширении видов государственной поддержки учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных организаций, что позволит развиваться и вести образовательную деятельность на новом, более качественном уровне. В соответствии с этим **цель исследования** – обоснование необходимости усовершенствования механизма предоставления субсидий на развитие учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных учреждений. **Задачами исследования** явились рассмотрение видов государственной поддержки в сфере АПК на международном рынке и в России; изучение нормативно-правовой базы РФ по теме исследования; рассмотрение порядка предоставления государственной поддержки в РФ в сфере АПК; выявление слабых мест порядка предоставления государственной поддержки учебно-опытным хозяйствам аграрных образовательных учреждений. **Методы.** Исследование произведено с использованием общенаучных и специальных методов, в частности, библиометрического, сравнительного анализа, классификации, синтеза, дедукции, экономико-математических и статистических методов. **Научная новизна:** Выявлена необходимость расширения видов государственной поддержки учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных учреждений. Исследование имеет прямую **практическую значимость**, поскольку ориентировано на улучшение качества образования посредством предоставления государственной поддержки и расширения видов субсидий для учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных учреждений. Получение качественного образования студентами аграрных вузов решает и кадровый вопрос, поскольку данный сектор экономики является одним из самых сложных.

Ключевые слова: государственная поддержка, сельское хозяйство, учебно-опытные хозяйства аграрных образовательных учреждений, субсидирование.

Для цитирования: Сабурова Л. В., Кот Е. М., Иванюшина П. Е. Вопросы расширения видов государственной поддержки учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных учреждений // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23, № 10. С. 145–154. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-145-154.

Дата поступления статьи: 12.07.2023, **дата рецензирования:** 27.07.2023, **дата принятия:** 17.08.2023.

Issues of expanding state support for educational and experimental agricultural and educational institutions

L. V. Saburova¹✉, E. M. Kot¹, P. E. Ivanyushina¹

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: saburovalad@gmail.com

Abstract. The article examines the regulatory and legal apparatus of management due to state support of the agricultural sector of the economy. The joining of agricultural farms to educational institutions made it possible to obtain a base of practices for teaching students, but the farm lost the status of an agricultural producer, while the costs did not decrease, but only on the contrary increased due to additional needs for educational purposes. Therefore, the authors raised the question of expanding the types of state support for educational and experimental farms of agricultural educational organizations, which will allow developing and conducting educational activities at a new higher quality level. In accordance with what **the purpose** of the study was to substantiate the need to improve the mechanism for providing subsidies for the development of educational and experimental farms of agricultural educational institutions. **The objectives** of the study were: consideration of the types of state support in the field of agro-industrial complex in the international market and in Russia; study of the regulatory framework of the Russian Federation on the research topic; consideration of the procedure for providing state support in the Russian Federation in the field of agro-industrial complex, identifying weaknesses in the procedure for providing state support to educational and experimental farms of agricultural educational institutions. **Methods.** The research was carried out by general scientific and special methods, in particular, bibliometric, comparative analysis, classification, synthesis, deduction, economic-mathematical and statistical methods. **Scientific novelty.** The necessity of expanding the types of state support for educational and experimental farms of agricultural educational institutions has been identified. The possibility of a shortfall in income and an increase in expenses for agricultural activities in agricultural educational institutions in connection with the possibility of carrying out agrotechnological work by unskilled personnel (students) as part of their training is proved. This fact should be taken into account in the conditions of allocation of subsidies. The study has direct **practical significance** because it is focused on improving the quality of education by providing state support and expanding the types of subsidies for educational and experimental farms of agricultural educational institutions. Obtaining a high-quality education by students of agricultural universities primarily solves the personnel issue, since this sector of the economy is one of the most difficult.

Keywords: state support, agriculture, educational and experimental farms of agricultural educational institutions, subsidies.

For citation: Saburova L. V., Kot E. M., Ivanyushina P. E. Voprosy rasshireniya vidov gosudarstvennoy podderzhki uchebno-opytnykh khozyaystv agrarnykh obrazovatel'nykh uchrezhdeniy [Issues of expanding state support for educational and experimental agricultural and educational institutions] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2023. Vol. 23, No. 10. Pp. 145–154. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-145-154. (In Russian.)

Date of paper submission: 12.07.2023, **date of review:** 27.07.2023, **date of acceptance:** 17.08.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

Учебно-опытные хозяйства аграрных образовательных учреждений играют огромную роль в формировании продовольственной безопасности страны. Основная задача таких хозяйств – это обеспечение рынка труда высококвалифицированными специалистами, для подготовки которых большое значение имеет практикоориентированное обучение с применением современных аграрных технологий.

Согласно решению Правительства Российской Федерации о передаче имущественных комплексов Учхозов в аграрные университеты, образовательные учреждения получили возможность выстраивать на базе учебно-опытного хозяйства процесс практического обучения, а также апробацию новых технологий в сфере АПК. В ходе построения нового процесса использования учебно-опытных хозяйств возникло много новых задач, так как главной целью теперь стала не коммерческая выгода, а научно-образовательный процесс.

Одна из главных проблем, появившаяся в ходе присоединения, – это определенные трудности в получении государственных субсидий, так как ранее научные и образовательные учреждения не

обладали статусом сельхозтоваропроизводителя. Однако затраты на ведение сельскохозяйственной деятельности достаточно высокие. Более того, в соответствии с новыми научно-образовательными целями часть расходов может быть увеличена.

Методология и методы исследования (Methods)

В работе использованы общенаучные и специальные методы исследования, в частности, библиометрический, сравнительный анализ, классификация, синтез, дедукция, экономико-математические и статистические методы.

Объектом исследования является государственная помощь, предоставляемая государством аграрным предприятиям России, в том числе учебно-опытным хозяйствам на базе образовательных учреждений.

Результаты (Results)

Развитие агропромышленного сектора имеет большое значение для Российской Федерации, поэтому невозможно развивать сельскохозяйственное производство без государственной поддержки. В нашей стране имеется несколько мер, а также проектов, реализуемых на федеральном и областном уровне для помощи предприятиям, которые работают в сфере агропромышленного комплекса, данные

мероприятия называют субсидиями. Субсидия – это экономическая поддержка предприятиям, которая уплачивается из федерального и областного бюджетов, специализированных фондов, а также из индивидуальных источников.

В международной практике выделяют два типа субсидий:

1. Непосредственно предоставляемые (прямые) – субсидии в случае, когда фермерам выдается конкретная денежная сумма для совершенствования на состязательной базе.

2. Непрямые субсидии – в данном случае государство помогает фермерам разными мероприятиями и проектами. К примеру, невысокие процентные ставки по займам и безвозмездные поставки материалов и горючего. В определенных случаях обеспечение государственных заказов на приобретение продукции с целью ее вывоза из страны.

Рассмотрим количество субсидий в других странах, которое выплачивает государство на поддержку агропромышленного комплекса. В соответствии с законом «О сельском хозяйстве» от 07.02.2014 года в настоящее время правительство США ежегодно выплачивает фермерам и владельцам сельскохозяйственных угодий около 25 млрд долларов субсидий в год. Большую долю оказываемой поддержки получают фермерские хозяйства, но они не приносят пользы всем фермам в равной степени. По данным Института Катона, фермеры, выращивающие кукурузу, соевые бобы и пшеницу, получают более 70 % субсидий. В то время как широкая общественность может полагать, что большая часть субсидий направляется на помощь небольшим семейным хозяйствам, основными бенефициарами вместо этого являются крупнейшие производители определенных товаров.

Одним из гигантов, также постоянно развивающих меры государственного регулирования в стране, является Китай. Субсидирование Китая отличается исключительной плановостью и ориентированностью на определенный результат. В пятилетнем плане Национально-экономического и социального развития Китая на 2021–2025 гг., опубликованного в марте 2021 года, среди ключевых приоритетов указано сохранение субсидий для производителей зерна и повышение минимальных закупочных цен на пшеницу и рис, по мере необходимости. В июне 2021 года Министерство сельского хозяйства и по делам сельских районов (MARA) предоставило дополнительную субсидию в размере 20 млрд юаней (3,2 млрд долларов США) фермерам, выращивающим зерно, для покрытия растущих затрат на сырье, что впоследствии было включено в программу развития сельскохозяйственного производства и продлено в марте 2022 года еще на один год. Важным моментом субсидирования Китая является выделение средств не только на производ-

ство самой агропродовольственной продукции, но и на сохранение экологической безопасности процессов производства. В сфере субсидирования животноводства Китая главным ориентиром становится достижение целевых показателей на грядущие 5 лет. К примеру, в 2021 году MARA представила Промежуточный план внедрения для управления производственными мощностями по выращиванию свиней. В результате для поддержания национального поголовья свиноматок запасы не могут быть ниже 37 млн голов животных (т. е. ниже 90 % от целевого показателя). Исходя из этого для каждой провинции устанавливается свой норматив, и, если поголовье колеблется выше или ниже 5 % от целевого показателя, Центральное правительство может ввести такие меры, как выбраковка неэффективных свиноматок и предоставление субсидий для восстановления поголовья.

Поддержка производителей в Европейском союзе (ЕС) основывается на общей международной сельскохозяйственной политике. Государства-члены могут осуществлять меры, финансируемые из национальных или субнациональных бюджетов, которые нацелены на определенные отрасли (включая сельское хозяйство). Господдержка стран ЕС после снижения с 1990-х по начало 2000-х гг. в валовых доходах фермерских хозяйств в 2019–2021 гг. составила 19 %, при этом большая часть поддержки производителям оказывалась из бюджета, в основном в форме, не связанной с прямыми платежами. По состоянию на 2021 год почти половину бюджетной поддержки составили льготы, $\frac{1}{3}$ – субсидии на текущее производство, 17 % – на использование ресурсов. По аналогии с Китаем господдержка в ЕС также ориентирована на экологичность производства, поэтому 54 % платежей производителям зависят от обязательных экологических ограничений, еще 14 % поступают от добровольных агроэкологических схем с условиями, выходящими за рамки обязательных требований.

Развивающимся же странам гораздо труднее регулировать меры господдержки в связи с более тяжелым финансовым положением. Южная Африка сократила поддержку сельского хозяйства еще во время реформ середины 1990-х годов, и с 2010 года поддержка фермерских хозяйств оставалась ниже 5 % валовых поступлений от фермерских хозяйств. В 2019–2021 гг. поддержка сельского хозяйства составляла 2,6 % от валовых поступлений от фермерских хозяйств. Большинство прямых платежей предоставляется в виде входных субсидий (возврат налога на топливо) и инвестиционных субсидий для поддержки мелких фермеров. Большая часть господдержки идет на систему развития сельскохозяйственных наук и инноваций, а также расходы на инфраструктуру. Для Южной Африки одним из ключевых векторов субсидирования является рас-

ширение сельскохозяйственного сектора путем оказания помощи чернокожим производителям и предпринимателям в развитии, расширении, приобретении и интеграции операций в приоритетные цепочки создания стоимости, вследствие чего в 2021 году был создан Агропромышленный фонд в размере 1 млрд рандов (67,6 млн долларов США).

В Российской Федерации существует законодательная база, которая создана для помощи, а также совершенствования агропромышленного комплекса. В нее входят нормативно-правовые акты Правительства Российской Федерации, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и органов государственной власти субъектов Российской Федерации.

Основными нормативно-правовыми актами в области субсидирования являются:

- Федеральный закон от 29.12.2006 № 264–ФЗ «О развитии сельского хозяйства»¹;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 г. №717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия»²;
- Приказ Минсельхоза РФ от 02.02.2004 N 75 «Об утверждении Методических рекомендаций по

бухгалтерскому учету государственных субсидий и других видов государственной помощи в сельскохозяйственных организациях» (вместе с «Отраслевыми Методическими рекомендациями по бухгалтерскому учету в сельскохозяйственных организациях государственных субсидий и других видов государственной помощи»)³;

– Правила предоставления субсидий по видам и отраслям прописаны в Постановлении Правительства Российской Федерации от 6.02.2021 г. № 118 «Об утверждении правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансферов, имеющих целевое назначение, из федерального бюджета бюджетным субъектам Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по финансовому обеспечению (возмещению) производителям зерновых культур части затрат на производство и реализацию зерновых культур»⁴.

В Российской практике существует несколько видов государственной поддержки, которая перечисляется коммерческим организациям из федерального и регионального бюджетов. Они представлены на рис. 1.

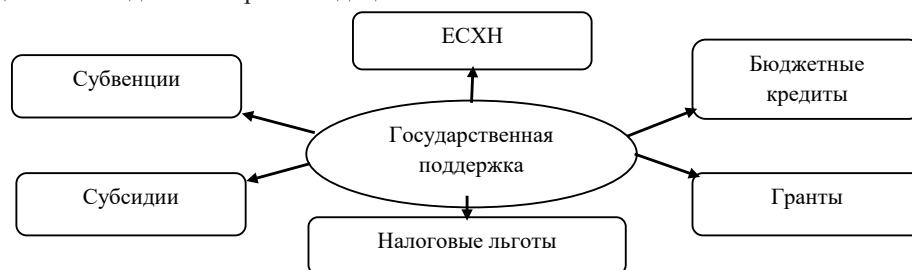


Рис. 1. Государственная поддержка, предоставляемая коммерческим организациям

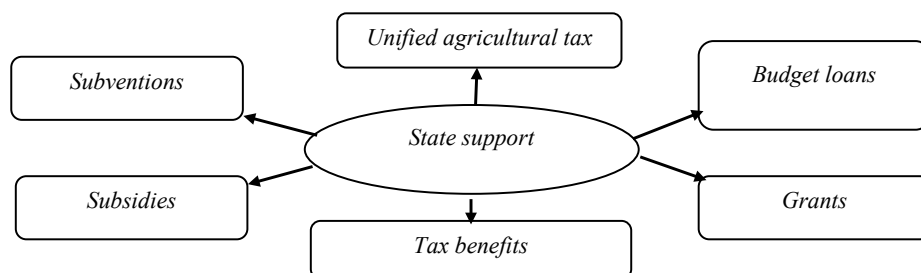


Fig. 1. State support provided to commercial organizations

¹ Федеральный закон от 29.12.2006 № 264–ФЗ «О развитии сельского хозяйства». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64930 (дата обращения: 10.07.2023).

² Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 г. №717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.07.2023) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/ (дата обращения: 17.06.2023).

³ Приказ Минсельхоза РФ от 02.02.2004 N 75 «Об утверждении Методических рекомендаций по бухгалтерскому учету государственных субсидий и других видов государственной помощи в сельскохозяйственных организациях» (вместе с «Отраслевыми Методическими рекомендациями по бухгалтерскому учету в сельскохозяйственных организациях государственных субсидий и других видов государственной помощи»). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66685 (дата обращения: 10.07.2023).

⁴ Правила предоставления субсидий по видам и отраслям прописаны в Постановлении Правительства Российской Федерации от 6.02.2021 г. № 118 «Об утверждении правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансферов, имеющих целевое назначение, из федерального бюджета бюджетным субъектам Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по финансовому обеспечению (возмещению) производителям зерновых культур части затрат на производство и реализацию зерновых культур». URL: <https://ipbd.ru/doc/0001202102090009> (дата обращения: 15.06.2023).

1. Субвенция – бюджетные средства, предоставляемые бюджетной системой Российской Федерации или юридическими лицами разных уровней на конкретные цели расходов на накопительной и безвозвратной основе.

2. Субсидия – ее целью является софинансирование предоставления бюджетных средств на различных уровнях бюджетной системы Российской Федерации и предоставление бюджетных средств физическим или юридическим лицам в соответствии с условиями потребления.

3. Налоговые льготы – скидки при налогообложении, которые предоставляются физическим и юридическим лицам для снижения налоговой нагрузки и стимулирования бизнеса.

4. Гранты – это безвозмездная финансовая помощь, выделяемая победителям конкурса на ограниченные цели. Получатели обязаны объяснить, куда и как были потрачены средства.

5. Бюджетные кредиты – это форма финансирования бюджетных расходов, которая может быть предоставлена юридическим лицам на условиях возвратности.

6. ЕСХН – единый сельскохозяйственный налог, уплачивается производителями сельскохозяйственных товаров при добровольном переходе.²

Государственная поддержка может быть установлена на общих и дополнительных условиях. Общие условия распространяются на все виды помощи, финансируемые из федерального и регио-

нального бюджетов. Регионы имеют право устанавливать дополнительные условия для получателей сельскохозяйственных субсидий из регионального бюджета, например, отсутствие задолженности по заработной плате работников. Перечень этих мер варьируется от региона к региону и находится в зависимости от ряда условий, в том числе классификации регионов, климатических условий и экономических способностей регионов⁵.

Предоставление субсидий предприятиям аграрного сектора выстраивается в соответствии с рис. 2⁶.

На первом этапе отправления заявки организация готовит весь пакет документов, требуемый Министерством сельского хозяйства РФ.

На втором этапе при отсутствии нарушений в пакете документов министерство принимает на рассмотрение заявку и при положительном решении утверждает ее. В противном случае при наличии каких-либо отклонений министерство предоставляет организации решение об отказе с пояснением причин. При этом организация имеет право на подачу заявки повторно при условии исправления всех отмеченных замечаний. Однако документацию в министерство необходимо подать в строго установленные сроки и в соответствии с нормативными актами.

На третьем этапе утвержденная заявка предполагает дальнейшее заключение с организацией соглашения, в рамках которого и выделяются субсидии.

⁵ Постановление Правительства Свердловской области от 9 июля 2020 года N 458–ПП Об утверждении Порядка предоставления субсидии на создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации в Свердловской области и признании утратившим силу Постановления Правительства Свердловской области от 30.05.2019 N 310–ПП «О реализации отдельных положений Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 20.04.2019 N 476» (с изменениями на 2 февраля 2023 года). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/6600202007140006> (дата обращения: 10.07.2023).

Постановление Правительства Свердловской области от 15 февраля 2017 г. N 76–ПП «Об утверждении порядков предоставления субсидий на поддержку сельскохозяйственного производства по отдельным подотраслям растениеводства и животноводства и стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования, внесении изменений в постановление Правительства Свердловской области от 29.01.2013 N 110–ПП и признании утратившим силу отдельных постановлений правительства свердловской области» (с изменениями на 9 марта 2023 года) URL: <https://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW071&n=194107#jG4dAmTes1hOH6rC2> (дата обращения: 05.07.2023).

Постановление Правительства Свердловской области от 07.12.2021г. № 867–ПП «Об утверждении Порядка предоставления субсидий на возмещение производителям, осуществляющим разведение и (или) содержание молочного крупного рогатого скота, части затрат на приобретение кормов для молочного крупного рогатого скота в 2021 году». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/6600202112080001> (дата обращения: 10.07.2023).

Постановление Правительства Свердловской области от 24.12.2021 №974–ПП «Об утверждении Порядка предоставления субсидий производителям зерновых культур на возмещение части затрат, связанных с производством и реализацией зерновых культур (последняя редакция 16.03.2023). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/6600202112270008> (дата обращения: 15.07.2023).

Правила предоставления субсидий по видам и отраслям прописаны в Постановлении Правительство Российской Федерации от 6.02.2021 г. № 118 «Об утверждении правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов, имеющих целевое назначение, из федерального бюджета бюджетным субъектам Российской Федерации в целях софинансирования расходных обязательств субъектов Российской Федерации по финансовому обеспечению (возмещению) производителям зерновых культур части затрат на производство и реализацию зерновых культур». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102090009> (дата обращения: 10.07.2023).

Приказ Министерства агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области от 15.03.2023 г. №133 «Об утверждении ставки субсидий (гранта в форме субсидий) производителям зерновых культур, определении уровня софинансирования расходного обязательства Свердловской области и установлении срока предоставления документов для реализации права на получение субсидий (гранта в форме субсидий) производителям зерновых культур на возмещение части затрат, связанных с производством и реализацией зерновых культур, в 2023 году». URL: <https://www.garant.ru/hotlaw/sverdlovsk/1616516/> (дата обращения: 10.07.2023).

⁶ Приказ Минсельхоза РФ от 02.02.2004 N 75 «Об утверждении Методических рекомендаций по бухгалтерскому учету государственных субсидий и других видов государственной помощи в сельскохозяйственных организациях» (вместе с «Отраслевыми Методическими рекомендациями по бухгалтерскому учету в сельскохозяйственных организациях государственных субсидий и других видов государственной помощи»). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66685 (дата обращения: 10.07.2023).

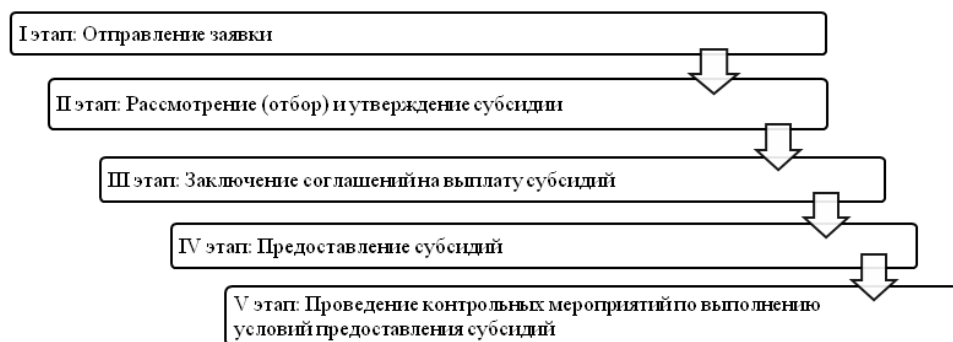


Рис. 2. План предоставления субсидий аграрным производителям

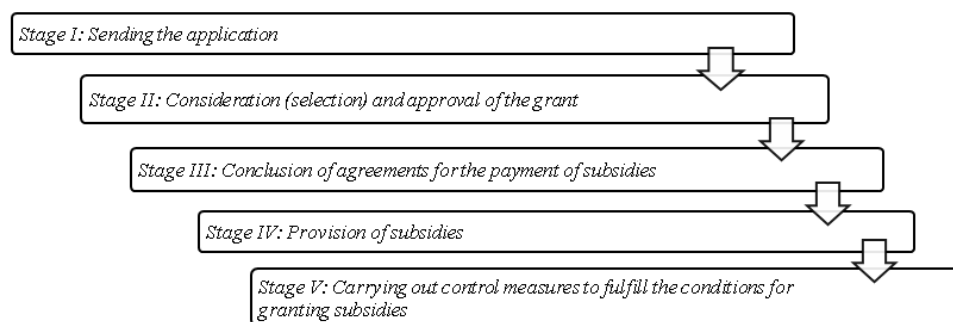


Fig. 2. Plan for granting subsidies to agricultural producers

На четвертом этапе при положительном отзыве исполнения условий субсидия перечисляется.

На пятом (заключительном) этапе сельскохозяйственные организации подвергаются камеральным и выездным проверкам министерства, чтобы убедиться, что требования были выполнены. В маловероятном случае, если требования не соблюдены, субсидия возвращается.

В настоящее время государство выделяет субсидии по нескольким основным направлениям (перечень может ежегодно корректироваться):

- 1) поддержка племенного животноводства;
- 2) поддержка отечественного овцеводства;
- 3) поддержка элитного семеноводства: например, покупка элитных семян с целью размножения культур и улучшения культур;
- 4) поддержка северного оленеводства: например, содержание животных на оленеводческих фермах и т. д.

Однако перечень субсидий, выделяемых государством, неоднороден в силу изменения потребностей и целей государства. В таблице 1 представлены основные виды субсидий, выделяемые государством за последние 2021–2023 гг., и объем выделенных на них денежных средств.

Как видно из аналитики таблицы, даже если не заходить в критерии, видна адресность направления субсидии. В соответствии с этим рассмотрим категории сельскохозяйственных производителей, имеющих право на получение государственной поддержки:

1. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, занимающиеся производством, переработкой, закупкой и реализацией аграрной продукции. Главное условие – часть валового дохода от реализации сельскохозяйственной продукции обязана быть не менее 70 % в календарном году.

2. Организации, занимающиеся аграрным бизнесом, независимо от их организационно-правовой формы.

3. Организации и индивидуальные предприниматели, занятые в рыбной сфере.

4. Фермерские или личные подсобные хозяйства.

5. Сельскохозяйственные потребительские кооперативы (обслуживающие, перерабатывающие и т. д.).

6. Частные владельцы подсобных участков.

Общие условия, на которых предоставляются сельскохозяйственные субсидии во всех областях государственной помощи:

1. Если бенефициар (получатель) является юридическим лицом, и в отношении него не ведется процедура неплатежеспособности, и он не находится в процессе ликвидации или реорганизации.

2. Если бенефициар является индивидуальным предпринимателем, в отношении бенефициара не было возбуждено дело касательно его неплатежеспособности, и он не приостановил работу в качестве индивидуального предпринимателя.

3. Бенефициар зарегистрирован или был зарегистрирован в налоговых органах в регионе, где было подано заявление на получение государственной помощи.

Таблица 1

Виды и объем субсидий, выделяемые государством сельхозтоваропроизводителям

Вид направления субсидии	Перечислено всего, тыс. руб.			Прирост 2022 г. к 2021 г., %	Прирост 2023 г. к 2021 г., %
	2021 г.	2022 г.	2023 г. (данные на 03.08.2023)		
Субсидия на стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования	28 187,41	24 389,69	32 597,66	–13,47	15,65
Субсидия на поддержку сельскохозяйственного производства по отдельным подотраслям растениеводства и животноводства	38 611,29	40 409,18	25 505,90	4,66	–33,94
Субсидия на стимулирование увеличения производства масличных культур	3 509,82	4 892,77	242,57	39,40	–93,09
Субсидии на стимулирование увеличения производства картофеля и овощей	–	–	4 488,64	–	–
Субсидии на развитие виноградарства и виноделия	–	2 661,52	2 609,54	–	–
Субсидии на создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации	5 485,01	6 008,30	4 787,53	9,54	–12,72
Субсидии на реализацию мероприятий в области мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в рамках федерального проекта «Экспорт продукции АПК»	3 721,29	3 031,11	3 717,93	–18,55	–0,09
Субсидии на реализацию мероприятий, направленных на создание условий для получения аккредитации ветеринарными лабораториями субъектов Российской Федерации в национальной системе аккредитации	–	374,78	196,46	–	–
Субсидии на развитие сельского туризма	–	365,49	516,75	–	–
Субсидии на реализацию мероприятий индивидуальной программы социально-экономического развития Республики Марий Эл в части сельского хозяйства	151,52	124,14	191,91	–18,07	26,66
Субсидии на реализацию мероприятий индивидуальной программы социально-экономического развития Республики Адыгея	953,45	1 072,85	382,04	12,52	–59,93
Субсидии на обеспечение комплексного развития сельских территорий	26 195,30	26 364,98	16 501,77	0,65	–37,00

Источник: составлено авторами на основе [10].

Table 1

Types and volume of subsidies allocated by the state to agricultural producers

Type of direction of the subsidy	Total transferred, thousand rubles			Growth in 2022 by 2021, %	Growth in 2023 by 2021, %
	2021	2022	2023 (data for 03.08.2023)		
Subsidy to stimulate the development of priority sub-sectors of the agro-industrial complex and the development of small business forms	28 187.41	24 389.69	32 597.66	–13.47	15.65
Subsidy to support agricultural production in certain sub-sectors of crop and livestock production	38 611.29	40 409.18	25 505.90	4.66	–33.94
Subsidy to stimulate the increase in oilseed production	3 509.82	4 892.77	242.57	39.40	–93.09
Subsidies to stimulate increased production of potatoes and vegetables	–	–	4 488.64	–	–
Subsidies for the development of viticulture and winemaking	–	2 661.52	2 609.54	–	–
Subsidies for the creation of a support system for farmers and the development of rural cooperation	5 485.01	6 008.30	4 787.53	9.54	–12.72
Subsidies for the implementation of measures in the field of reclamation of agricultural land in the framework of the federal project "Export of agricultural products"	3 721.29	3 031.11	3 717.93	–18.55	–0.09

Continuation of table 1

Экономика

<i>Subsidies for the implementation of measures aimed at creating conditions for obtaining accreditation by veterinary laboratories of the constituent entities of the Russian Federation in the national accreditation system</i>	—	374.78	196.46	—	—
<i>Subsidies for the development of rural tourism</i>	—	365.49	516.75	—	—
<i>Subsidies for the implementation of activities of the individual program of socio-economic development of the Republic of Mari El in terms of agriculture</i>	151.52	124.14	191.91	–18.07	26.66
<i>Subsidies for the implementation of activities of the individual program of socio-economic development of the Republic of Adygea</i>	953.45	1 072.85	382.04	12.52	–59.93
<i>Subsidies to ensure the integrated development of rural areas</i>	26 195.30	26 364.98	16 501.77	0.65	–37.00

Source: compiled by the authors based on [10].

4. У бенефициара нет задолженности по уплате страховых взносов, налогов, штрафов и пени. Исключения – получатели государственной помощи на развитие семейных ферм, приобретение основных средств потребительскими сельскохозяйственными кооперативами⁷.

Необходимо отметить то, что не каждый может получать государственную помощь или не в полной степени, например, учебно-опытные хозяйства, так как при присоединении к образовательному учреждению хозяйства потеряли статус сельхозтоваропроизводителя, а вместе с ним и ряд государственных льгот и субсидий. Однако аграрные учебные заведения должны готовить востребованных специалистов, у которых есть практические навыки и знания в соответствии с требованиями Федеральных национальных образовательных и профессиональных стандартов, поэтому применение знаний на практике в процессе обучения в аграрной сфере играет большую роль. Постоянное совершенствование навыков в учебно-опытных хозяйствах аграрных образовательных учреждений поможет обучающимся в понимании техник, методов и циклов сельскохозяйственного производства. Такое положение дел требует большего объема затрат, следовательно, государственная поддержка учебно-опытных хозяйств так же важна, как и поддержка сельхозтоваропроизводителей.

Однако учебно-опытные хозяйства нельзя ставить на одном уровне с коммерческими организациями и выдавать субсидии по идентичному механизму. Аграрные образовательные учреждения, не обладающие статусом сельхозтоваропроизводителя, оказались в ситуации, когда, с одной стороны, присоединенные к ним учебно-опытные хозяйства потеряли право на получение субсидии и льгот, а с другой, даже при условии выделения субсидии на прежних основаниях порядок выделения денежных средств не подходит бюджетному учреждению, поскольку форма собственности не предполагает на-

личие заимствования денежных средств извне (кредитные договоры, займы и т. д.), что позволено коммерческим организациям. Более того, возвращаясь к теме образовательного процесса, который во много непрерывен, помимо основных затрат в отличие от сельхозтоваропроизводителя образовательная организация несет затраты на научные исследования. Стоит отметить тот факт, что в зарубежных странах, как было указано ранее, существует отдельный вид субсидий на научные аграрные исследования, которому уделяется особое внимание. В России нет отдельного вида субсидирования на развитие аграрных технологий сельхозтоваропроизводителями, такой вид господдержки выражен в грантовой системе.

На сегодняшний день внесены соответствующие изменения в законодательные акты Российской Федерации и на уровне субъектов Российской Федерации, поэтому учебно-опытные хозяйства стали получать субсидии наравне с сельхозтоваропроизводителями.

Однако это только одна из мер возможной государственной поддержки. Необходимо дополнительно проработать механизм получения бюджетными предприятиями налоговых льгот в отношении земельного налога и возможности применения единого сельскохозяйственного налога в отношении финансовых средств от сельскохозяйственной деятельности образовательными учреждениями.

Будучи самостоятельным юридическим лицом, учебно-опытные хозяйства имели право на все виды государственной поддержки, а в структуре аграрных образовательных учреждений они этого лишились.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, после рассмотрения законодательной базы категорий, имеющих право на получение государственной помощи, списка тех, кто имеет право на получение помощи, можно сделать вывод, что в настоящее время государство пытается всесторонне поддерживать развитие сельско-

⁷ Постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 г. №717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.07.2023) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133795/ (дата обращения: 17.06.2023).

хозяйственного производства. Важным толчком к этому станет расширение видов государственной поддержки учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных организаций, данные действия помогут дальнейшему их развитию, поскольку, помимо продовольственной безопасности, решается и вопрос с кадровым потенциалом.

В ходе анализа законодательной базы было замечено, что в области государственной поддержки

учебно-опытных хозяйств аграрных образовательных учреждений выделяются субсидии лишь на отдельные направления сельского хозяйства, не хватает комплексной государственной поддержки. Таким образом, мы предлагаем рассмотреть возможность получения учебно-опытными хозяйствами аграрных образовательных учреждений дополнительных видов поддержки (субвенции, субсидии, бюджетные займы, налоговые льготы, ЕСХН, гранты).

Библиографический список

1. Головина С. Г., Абилова Е. В., Смирнова Л. Н. Государственная поддержка сельских территорий Европейского союза: содержание и результаты реформирования // Вестник Челябинского государственного университета. 2021. № 10 (456). С. 59–69. DOI: 10.47475/1994-2796-2021-11006.
2. Зырянова Т. В., Загурский А. О., Зырянов С. Б. Государственное регулирование налоговой политики в сельском хозяйстве на современном этапе: монография. Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2020. 120 с.
3. Иванюшин Е. А., Иванюшина П. Е. Инновации и современные технологии в системе образования // Совершенствование образовательного процесса в условиях изменяющейся среды: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-методической конференции. Лесниково, 2022. С. 39–43.
4. Кот Е. М., Ручкин А. В., Рущицкая О. А. Учебно-опытные производственные подразделения аграрных образовательных учреждений: анализ рисков и предложения по государственной поддержке // Евразийский юридический журнал. 2022. № 2 (165). С. 482–485.
5. Крылова А. А. Оценка эффективности государственной поддержки агропромышленного комплекса региона // Инновационное развитие экономики. 2023. № 1 (73). С. 79–83. DOI: 10.51832/222379842023179.
6. Озерова М. Г., Пыжикова Н. И., Шорохов Л. Н. Формирование приоритетных направлений государственной поддержки АПК Красноярского края // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 134–140.
7. Рябова Е. П., Петрова Е. И. Результаты государственной поддержки АПК // Финансовый вестник. 2022. № 4 (59). С. 78–82.
8. Зюкин Д. А., Святова О. В., Скрипкина Е. В. [и др.] Управление развитием АПК на основе инструментов государственной поддержки // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 5. С. 207–213.
9. Доведение до получателей средств государственной поддержки сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/funding> (дата обращения: 10.07.2023).
10. Выплата субсидий [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Челябинской области. URL: <https://agro.gov74.ru/agro/documents/orders/viplatasubsidii.htm> (дата обращения: 10.07.2023).
11. Chupina I., Izakova N., Simachkova N. Problems and prospects of environmental safety of domestic agriculture // E3S Web of Conferences. Ekaterinburg, 2020. Article number 04016. DOI: 10.1051/e3sconf/202017604016.
12. Volkov V., Zueva O., Nabokov V. et al. Problems of providing qualified personnel for the agricultural complex of the region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ekaterinburg, 2022. Article number 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/949/1/012062.
13. Sorescu S., Bossard F. Jerome Mounsey Developments in Agricultural Policy and Support by Country // Agricultural Policy Monitoring and Evaluation. 23 Jun 2022. DOI: 10.1787/6ddff11b9-en.
14. Gorbunova O., Voronin B., Zyryanova T. et al. The role of human capital in ensuring food security of the region // Journal of Environmental Management and Tourism. 2020. Vol. 11. Pp. 139–144. DOI: 10.14505/jemt.11.1(41).16.
15. Yerdenova S., Shafigulina R. The use of technology to support vocabulary development // Sciences of Europe. 2023. No. 115 (115). Pp. 65–69. DOI: 10.5281/zenodo.7857944.

Об авторах:

Лада Викторовна Сабурова¹, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и аудита, ORCID 0009-0001-6087-3554, AuthorID 746873; +7 963 270-46-85, saburovalad@gmail.com

Екатерина Михайловна Кот¹, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и аудита, ORCID 0000-0001-8931-2542, AuthorID 648308; +7 904 385-61-95, emkot.urgau@gmail.com

Полина Евгеньевна Иванюшина¹, ассистент кафедры бухгалтерского учета и аудита, ORCID 0009-0003-9517-7756, AuthorID 1174274; +7 900 383-10-19, ivanyushina2003@bk.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

References

1. Golovina S. G., Abilova E. V., Smirnova L. N. Gosudarstvennaya podderzhka sel'skikh territoriy Evropeyskogo soyuza: sodержanie i rezul'taty reformirovaniya [State support of rural areas of the European Union: content and results of reform] // Bulletin of Chelyabinsk State University. 2021. No. 10 (456). Pp. 59–69. DOI: 10.47475/1994-2796-2021-11006. (In Russian.)
2. Zyryanova T. V., Zagursky A. O., Zyryanov S. B. Gosudarstvennoe regulirovanie nalogovoy politiki v sel'skom khozyaystve na sovremennom etape: monografiya [State regulation of tax policy in agriculture at the present stage: a monograph]. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo GAU, 2020. 120 p. (In Russian.)
3. Ivanyushin E. A., Ivanyushina P. E. Innovatsii i sovremennye tekhnologii v sisteme obrazovaniya [Innovations and modern technologies in the education system] // Sovershenstvovanie obrazovatel'nogo protsessa v usloviyakh izmenyayushcheyasy sredy: sbornik statey po materialam Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-metodicheskoy konferentsii. Lesnikovo, 2022. Pp. 39–43. (In Russian.)
4. Kot E. M., Ruchkin A. V., Rushchitskaya O. A. Uchebno-opytne proizvodstvennye podrazdeleniya agrarnykh obrazovatel'nykh uchrezhdeniy: analiz riskov i predlozheniya po gosudarstvennoy podderzhke [Educational and experimental production units of agrarian educational institutions: risk analysis and proposals for state support] // Eurasian Law Journal. 2022. No. 2 (165). Pp. 482–485. (In Russian.)
5. Krylova A. A. Otsenka effektivnosti gosudarstvennoy podderzhki agropromyshlennogo kompleksa regiona [Evaluation of the effectiveness of state support for the agro-industrial complex of the region] // Innovative development of the economy. 2023. No. 1 (73). Pp. 79–83. DOI: 10.51832/222379842023179. (In Russian.)
6. Ozerova M. G., Pyzhikova N. I., Shorokhov L. N. Formirovanie prioritnykh napravleniy gosudarstvennoy podderzhki APK Krasnoyarskogo kraya [Formation of priority directions of state support of the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Territory] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2023. No. 4. Pp. 134–140. (In Russian.)
7. Ryabova E. P., Petrova E. I. Rezul'taty gosudarstvennoy podderzhki APK [Results of state support of the agro-industrial complex] // Financial Bulletin. 2022. No. 4 (59). Pp. 78–82. (In Russian.)
8. Zyukin D. A., Svyatova O. V., Skripkina E. V. et al. Upravlenie razvitiem APK na osnove instrumentov gosudarstvennoy podderzhki [Agro-industrial complex development management based on state support tools] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2022. No. 5. Pp. 207–213. (In Russian.)
9. Dovedenie do poluchateley sredstv gosudarstvennoy podderzhki sel'skogo khozyaystva [Bringing state support of agriculture to recipients] [e-resource] // Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/funding> (date of reference: 10.07.2023). (In Russian.)
10. Vyplata subsidii [Payment of subsidies] [e-resource] // Official website of the Ministry of Agriculture of the Chelyabinsk region. URL: <https://agro.gov74.ru/agro/documents/orders/viplatasubsidii.htm> (date of reference: 10.07.2023). (In Russian.)
11. Chupina I., Izakova N., Simachkova N. Problems and prospects of environmental safety of domestic agriculture // E3S Web of Conferences. Ekaterinburg, 2020. Article number 04016. DOI: 10.1051/e3sconf/202017604016.
12. Volkov V., Zueva O., Nabokov V. et al. Problems of providing qualified personnel for the agricultural complex of the region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ekaterinburg, 2022. Article number 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/949/1/012062.
13. Sorescu S., Bossard F. Jerome Mounsey Developments in Agricultural Policy and Support by Country // Agricultural Policy Monitoring and Evaluation. 23 Jun 2022. DOI: 10.1787/6dddf11b9-en.
14. Gorbunova O., Voronin B., Zyryanova T. et al. The role of human capital in ensuring food security of the region // Journal of Environmental Management and Tourism. 2020. Vol. 11. Pp. 139–144. DOI: 10.14505/jemt.11.1(41).16.
15. Yerdenova S., Shafigulina R. The use of technology to support vocabulary development // Sciences of Europe. 2023. No. 115 (115). Pp. 65–69. DOI: 10.5281/zenodo.7857944.

Authors' information:

Lada V. Saburova¹, senior lecturer of the department of accounting and auditing, ORCID 0009-0001-6087-3554, AuthorID 746873; +7 963 270-46-85, saburovalad@gmail.com

Ekaterina M. Kot¹, doctor of economics, associate professor, head of the department of accounting and auditing, ORCID 0000-0001-8931-2542, AuthorID 648308; +7 904 385-61-95, emkot.urgau@gmail.com

Polina E. Ivanyushina¹, assistant of the department of accounting and audit, ORCID 0009-0003-9517-7756, AuthorID 1174274; +7 900 383-10-19, ivanyushina2003@bk.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

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:

А. В. Ручкин – кандидат социологических наук, шеф-редактор

О. А. Багрецова – ответственный редактор

А. В. Ерофеева – редактор

Н. А. Предеина – верстка, дизайн

Editorial:

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

O. A. Bagretsova – executive editor

A. V. Erofeeva – editor

N. A. Predeina – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

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

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

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

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

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

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

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

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

Отпечатано в ООО Издательский Дом «Ажур».

620075, г. Екатеринбург, ул. Восточная, д. 54.

Дата выхода в свет: 01.10.2023 г. Усл. печ. л. 17,9. Авт. л. 14,7.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

Нас индексируют / Indexed



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



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

eLIBRARY.RU

CYBERLENINKA

