

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

# АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN  
OF THE URALS

2019  
№11 (190)



## Сведения о редакционной коллегии

**И. М. Донник** (главный редактор), академик РАН, Вице-президент РАН (Москва, Россия)  
**О. Г. Лоретти** (заместитель главного редактора), ректор Уральского ГАУ (Екатеринбург, Россия)

## Члены редакционной коллегии

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

## Editorial board

**Irina M. Donnik** (Editor-in-Chief), Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)  
**Olga G. Lorets** (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)

## Editorial Team

**Nikolay V. Abramov**, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)  
**Vladimir D. Bogdanov**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)  
**Vladimir N. Bolshakov**, Academician of the Russian Academy of Sciences; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)  
**Olga A. Bykova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Boris A. Voronin**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Eduard D. Dzhavadov**, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (Lomonosov, Russia)  
**Lydmila I. Drozdova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Alexandr S. Donchenko**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East (Novosibirsk, Russia)  
**Nikita N. Zezin**, Ural Research Institute of Agricultural (Ekaterinburg, Russia)  
**Sabit B. Ismuratov**, Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov (Kostanay, Kazakhstan)  
**Valery 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)  
**Andrei G. Koshchayev**, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)  
**Vladimir S. Mymrin**, "Uralplemtsentr OJSC" (Ekaterinburg, Russia)  
**Anatoly G. Nezhdanov**, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)  
**Mastibek S. Norov**, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)  
**Vladimir S. Pashtetskiy**, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)  
**Yuriy V. Plugatar**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, member of the Presidential Council for Science and Education, Head of the Department of the Russian Academy of Sciences for Cooperation with Scientific Organizations of Crimea and Sevastopol, The Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia  
**Alexandr G. Samodelkin**, Nizhniy Novgorod State Agricultural Academy (Nizhniy Novgorod, Russia)  
**Anatoly A. Stekolnikov**, Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russia)  
**Vladimir G. Tyurin**, All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russia)  
**Ivan G. Ushachev**, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow, Russia)  
**Sergei V. Shabunin**, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)  
**Irina A. Shkuratova**, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

## Нас индексируют / Indexed

eLIBRARY.RU



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations

CYBERLENINKA



ULRICHSWEB™  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



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

Google  
Академия



Содержание

**Агротехнологии**

*М. В. Власенко, К. Ю. Трубакова* 2  
Водный режим видов семейства *Poaceae*  
в условиях засухи

*Н. Г. Лапенко, Л. Р. Оганян* 9  
Присельские пастбища – важная кормовая база  
для животных индивидуального сектора

*С. Т. Эседуллаев, И. Г. Мельцаев* 18  
Биологизированные севообороты – основной фактор  
повышения плодородия дерново-подзолистых почв  
и продуктивности пашни в Верхневолжье

**Биология и биотехнологии**

*А. В. Дубровин* 27  
Оценка качественного и количественного  
соотношения линий в маточном поголовье лошадей  
новоалтайской породы в Республике Алтай  
по состоянию на 2018 год

*О. В. Костюнина, Е. А. Требунских,  
М. С. Форнара, Т. В. Карпушкина* 35  
Исследование ассоциаций полиморфизма гена *SCD*  
с содержанием внутримышечного жира  
у свиней пород дюрок и крупная белая

*О. В. Мочалова, Д. А. Гусев* 44  
Новые генетические источники для селекции видов  
*Prunus L.* на полиплоидном уровне

*А. З. Тулобаев, З. Н. Ниязбекова* 52  
Способы содержания подсосных жеребят  
в Киргизской Республике

*О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина, А. В. Вяткин* 59  
Исследование антиоксидантной активности  
и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья  
Свердловской области

*A. S. Krasnoperov, S. V. Malkov, N. A. Vereshchak,  
A. P. Poryvaeva* 66  
Enterosorbent for endotoxycosis as a factor influencing  
the development of young cattle

**Экономика**

*М. Е. Анохина* 71  
Экономическая динамика сельского хозяйства:  
факторы, управление, стратегия

*Б. А. Кушхова, З. М. Иванова, Х. М. Таусолтанов* 80  
Состояние и перспективы экспортного потенциала  
сельского хозяйства Северного Кавказа

*Е. В. Стомба, М. Т. Лукьянова, В. А. Ковшов* 92  
Форсайт как инструмент стратегического  
планирования и прогнозирования  
устойчивого развития сельских территорий

Contents

**Agrotechnologies**

*M. V. Vlasenko, K. Yu. Trubakova*  
Water regime *Poaceae* family species  
in the drought conditions

*N. G. Lapenko, L. R. Oganyan*  
Rural pastures – the important food supply for animals  
of the individual sector

*S. T. Esedullaev, I. G. Meltsaev*  
Biologized crop rotation – the main factor for fertility  
increases of sod-podzolic soils and arable  
land productivity in the Upper Volga

**Biology and biotechnologies**

*A. V. Dubrovin*  
Evaluation of qualitative and quantitative ratio  
of lineages in broodstock of Novoaltaiskaya  
breed of horses in the Altai Republic  
as of 2018

*O. V. Kostyunina, E. A. Trebunskikh,  
M. S. Fornara, T. V. Karpushkina*  
Investigation of the associations of SCD  
gene polymorphism with intramuscular fat content  
in Duroc and Large White pig breeds

*O. V. Mochalova, D. A. Gusev*  
New genetic sources for breeding of *Prunus L.*  
species on polyploid level

*A. Z. Tulobaev, Z. N. Niyazbekova*  
Methods of foals holding  
in Kyrgyz Republic

*O. V. Chugunova, N. V. Zavorokhina, A. V. Vyatkin*  
The research of antioxidant activity and its changes  
during storage of fruit and berry raw materials  
of the Sverdlovsk region

*A. S. Krasnoperov, S. V. Malkov, N. A. Vereshchak,  
A. P. Poryvaeva*  
Enterosorbent for endotoxycosis as a factor influencing  
the development of young cattle

**Economy**

*M. E. Anokhina*  
Economic dynamics of agriculture:  
factors, management, strategy

*B. A. Kushkhova, Z. M. Ivanova, Kh. M. Tausoltanov*  
State and prospects of the export potential of agriculture  
in the North Caucasus

*E. V. Stovba, M. T. Lukyanova, V. A. Kovshov*  
Foresight as a strategic planning and forecasting  
tool of sustainable development of rural areas

Содержание

*Агротехнологии*

*М. В. Власенко, К. Ю. Трубакова* 2  
Водный режим видов семейства *Poaceae*  
в условиях засухи

*Н. Г. Лапенко, Л. Р. Оганян* 9  
Присельские пастбища – важная кормовая база  
для животных индивидуального сектора

*С. Т. Эседуллаев, И. Г. Мельцаев* 18  
Биологизированные севообороты – основной фактор  
повышения плодородия дерново-подзолистых почв  
и продуктивности пашни в Верхневолжье

*Биология и биотехнологии*

*А. В. Дубровин* 27  
Оценка качественного и количественного  
соотношения линий в маточном поголовье лошадей  
новоалтайской породы в Республике Алтай  
по состоянию на 2018 год

*О. В. Костюнина, Е. А. Требунских,  
М. С. Форнара, Т. В. Карпушкина* 35  
Исследование ассоциаций полиморфизма гена *SCD*  
с содержанием внутримышечного жира  
у свиней пород дюрок и крупная белая

*О. В. Мочалова, Д. А. Гусев* 44  
Новые генетические источники для селекции видов  
*Prunus L.* на полиплоидном уровне

*А. З. Тулобаев, З. Н. Ниязбекова* 52  
Способы содержания подсосных жеребят  
в Киргизской Республике

*О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина, А. В. Вяткин* 59  
Исследование антиоксидантной активности  
и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья  
Свердловской области

*А. С. Krasnoperov, S. V. Malkov, N. A. Vereshchak,  
A. P. Poryvaeva* 66  
Enterosorbent for endotoxycosis as a factor influencing  
the development of young cattle

*Экономика*

*М. Е. Анохина* 71  
Экономическая динамика сельского хозяйства:  
факторы, управление, стратегия

*Б. А. Кушхова, З. М. Иванова, Х. М. Таусолтанов* 80  
Состояние и перспективы экспортного потенциала  
сельского хозяйства Северного Кавказа

*Е. В. Стомба, М. Т. Лукьянова, В. А. Ковшов* 92  
Форсайт как инструмент стратегического  
планирования и прогнозирования  
устойчивого развития сельских территорий

Contents

*Agrotechnologies*

*M. V. Vlasenko, K. Yu. Trubakova*  
Water regime *Poaceae* family species  
in the drought conditions

*N. G. Lapenko, L. R. Oganyan*  
Rural pastures – the important food supply for animals  
of the individual sector

*S. T. Esedullaev, I. G. Meltsaev*  
Biologized crop rotation – the main factor for fertility  
increases of sod-podzolic soils and arable  
land productivity in the Upper Volga

*Biology and biotechnologies*

*A. V. Dubrovin*  
Evaluation of qualitative and quantitative ratio  
of lineages in broodstock of Novoaltaiskaya  
breed of horses in the Altai Republic  
as of 2018

*O. V. Kostyunina, E. A. Trebunskikh,  
M. S. Fornara, T. V. Karpushkina*  
Investigation of the associations of SCD  
gene polymorphism with intramuscular fat content  
in Duroc and Large White pig breeds

*O. V. Mochalova, D. A. Gusev*  
New genetic sources for breeding of *Prunus L.*  
species on polyploid level

*A. Z. Tulobaev, Z. N. Niyazbekova*  
Methods of foals holding  
in Kyrgyz Republic

*O. V. Chugunova, N. V. Zavorokhina, A. V. Vyatkin*  
The research of antioxidant activity and its changes  
during storage of fruit and berry raw materials  
of the Sverdlovsk region

*A. S. Krasnoperov, S. V. Malkov, N. A. Vereshchak,  
A. P. Poryvaeva*  
Enterosorbent for endotoxycosis as a factor influencing  
the development of young cattle

*Economy*

*M. E. Anokhina*  
Economic dynamics of agriculture:  
factors, management, strategy

*B. A. Kushkhova, Z. M. Ivanova, Kh. M. Tausoltanov*  
State and prospects of the export potential of agriculture  
in the North Caucasus

*E. V. Stovba, M. T. Lukyanova, V. A. Kovshov*  
Foresight as a strategic planning and forecasting  
tool of sustainable development of rural areas

## Водный режим видов семейства *Poaceae* в условиях засухи

М. В. Власенко<sup>1</sup>, К. Ю. Трубакова<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

<sup>2</sup> Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

✉ E-mail: vlasencomarina@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – рассмотрение закономерностей водного режима растений в засушливых условиях в зависимости от изменений условий внешней среды и физиологии растений. В задачи исследований входило выявление способностей трав семейства *Poaceae* (*Festuca pratensis*, *Bromus inermis* L., *Agropyron cristatum* L., *Agropyrum Gaertn.*), интродуцированных в посевах на вегетационных площадках лизиметрического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград), к устойчивости в неблагоприятных условиях среды. **Научная новизна и практическая значимость.** Исследование способствует решению вопросов результативного прогнозирования высокой продуктивности кормовых трав, так как водно-режимные закономерности роста и развития растительности необходимо принимать во внимание при разработке оптимальных приемов выращивания. **Методы.** Определение водоудерживающей способности трав проводилось по методике Арланда и основано на учете потере воды растениями. Интенсивность транспирации определялась по методу быстрого взвешивания отобранного листа Л. А. Иванова. Описан механизм удержания воды растениями при нарастании засухи. **Результаты.** Установлено, что многолетние травы семейства *Poaceae* обладают высоким потенциалом прочности против почвенной и атмосферной засухи. Наибольшей водоудерживающей способностью отличаются *Bromus inermis* L. (87,8 %), *Agropyrum Gaertn.* (87,1 %) и *Agropyron cristatum* L. (87,0 %). Свойство изменять водоудерживающую способность можно рассматривать не только как адаптивную функцию в изменяющихся условиях внешней среды, но и как динамический процесс, который характеризует естественный ход метаболизма клеток и тканей в онтогенезе. Показатели интенсивности транспирации у видов семейства *Poaceae* обычно достигают максимума до высоких полуденных температур. Наибольшие показатели выявлены у *Bromus inermis* L. и *Agropyrum Gaertn.*, для которых в утренние часы они достигала 1,41–1,42 г/дм<sup>2</sup>-ч.

**Ключевые слова:** фаза развития, водный режим, интенсивность транспирации, водоудерживающая способность, засуха.

**Для цитирования:** Власенко М. В., Трубакова К. Ю. Водный режим видов семейства *Poaceae* в условиях засухи // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 2–8. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e230788.72509133.

**Дата поступления статьи:** 19.07.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Проблемы водного режима, засухоустойчивости и физиологии растений при различных условиях водоснабжения всегда вызывали интерес у исследователей [1, с. 7; 2, с. 17; 3, с. 793; 4, с. 527; 5, с. 301]. Особенно большой интерес представляют вопросы изучения отношения растений к недостаточному или избыточному увлажнению почв в разные периоды развития, особенно в критические, так как вода, удовлетворяя все потребности растения и являясь важнейшим условием нормального развития, связывает растительность со средой обитания и обеспечивает единство организма с условиями этой среды [6, с. 13; 7, с. 8]. Устойчивость растений к повреждающему влиянию засухи в значительной мере определяется стойкостью их к обезвоживанию [8, с. 27; 9, с. 11].

Известно, что, как недостаток, так и избыток увлажнения почвы снижают продуктивность растений. Причем это снижение неодинаково и зависит от того, в какой период развития недостаток или избыток воды действует на растение. Современные толкования отдельных вопросов

водного режима растений достаточно неопределенны и противоречивы, в связи с чем возникает необходимость не только практических исследований, но и развития теоретических положений, на которых должны основываться объяснения наблюдаемых явлений.

Приспосабливаясь к засушливым условиям, растения задерживают фитомассой часть осадков и расходуют влагу на транспирацию. На интенсивность транспирации влияют биологические свойства вида, возраст растений (чем он больше, тем интенсивность транспирации меньше), продолжительность вегетации, проективное покрытие. Так, наибольшей интенсивностью транспирации характеризуются листья верхнего яруса растений [11, с. 8530]. Погодные, почвенные, водно-режимные условия также оказывают определенное влияние на прохождение этого сложного процесса. Интенсивность транспирации возможно регулировать различными дозами и составом минеральных удобрений [10, с. 99].

Так как растения по-разному реагируют на водный дефицит, то вопросы о выявлении потребности растений в

воде очень актуальны и имеют практическую значимость. Целью исследований являлось рассмотрение закономерностей водного режима растений в зависимости от изменений условий внешней среды и физиологии растений. В задачи исследований входило выявление способностей трав семейства *Poaceae*, интродуцированных в посевах на вегетационных площадках лизиметрического комплекса ФНЦ агроэкологии РАН (г. Волгоград), к устойчивости в неблагоприятных условиях среды. Объекты изучения: *Festuca pratensis*, *Bromus inermis* L., *Agropyron cristatum* L., *Agropyrum Gaertn.*

#### Методология и методы исследования (Methods)

Процесс формирования фитомассы растений сложен и зависит от комплекса параметров: генетических особенностей видов, влажностно-термического режима вегетационного периода, светового режима, наличия влаги в почве и др. [12, с. 17; 13, с. 18; 14, с. 19; 15, с. 42]. В аридных условиях перед растениями стоит задача выживания за счет сохранения оводненности тканей, что достигается способностью поглощать и одновременно ограничивать потери воды. Быстрорастущим растениям воды необходимо больше, чем в них содержится [16, с. 21]. Повышение эффективности транспирации, то есть биомассы, произведенной на единицу выпаренной воды, является одним из главных факторов при селекции видов [17, с. 8964].

Исследование способствует решению задачи получения высокой продуктивности кормовых трав в условиях засухи, так как водно-режимные закономерности роста и развития растительности необходимо принимать во внимание при разработке оптимальных приемов выращивания.

Интенсивность транспирации определялась по методу Л. А. Иванова. Взвешивание листьев трав семейства *Poaceae* проводили с 8.00 утра до 20.00 вечера через каждые 3 часа. Водоудерживающая способность растений определялась по методу Арланда, основанному на учете процента потерянной воды от общей массы испарений. Обработка данных проводилась по методике Б. А. Доспехова.

#### Результаты (Results)

Происходящие в растениях процессы, в том числе и водообмен, должны рассматриваться с точки зрения закономерностей термодинамики открытых систем (где все процессы связаны между собой), так как растения являются открытыми системами. И водообмен растений не должен рассматриваться в отдельности от целостного обмена веществ. Различают водообмен растений: внутри клетки между протоплазмой и клеточным соком; между клетками в растении; по растению с помощью водопроводящей системы. Механизм передвижения воды по растению определяет величина парциального химического потенциала воды, наименьшую величину которого обычно имеет атмосферный воздух, а наибольшую при достаточном увлажнении – почва. Система атмосфера-растение-почва устанавливает вектор химического потенциала воды снизу вверх, вызывая восходящий водный ток в растении и испарение листьями воды. В случае превышения интенсивности транспирации перед интенсивностью подачи корнями воды, в проводящих элементах создается отрицательное давление и происходит натяжение нитей воды в просветах

сосудов стебля и корня. Отрицательное давление снижает активность воды в сосудах, что увеличивает градиент активности воды в прилегающих к сосудам клетках мезофилла. В результате скорость восходящего тока воды в растении возрастает.

Основным органом транспирации растения являются листья. Атмосферная засуха вызывает резкое повышение транспирации, в связи с чем листья компенсируют недостаток воды за счет водных запасов стебля и корня. У устойчивых к засухе растений наблюдается более интенсивный водообмен между органами и окружающим раствором, чем у незакаленных. В периоды засухи происходит снижение продуктивности растений в зависимости от фазы развития. Следует принимать во внимание биологическую природу критического периода, так как засуха может принести большой ущерб, если период засухи совпадает с критическим периодом растений. По отношению к недостатку воды в почве критический период у разных видов растений приходится на определенные стадии развития и часто не совпадает. Если рассматривать растение в целом, то критический период начинается во время третьей стадии развития главного стебля и заканчивается после оплодотворения на побегах кушения. Злаковые виды больше всего повреждаются при засухе в период формирования репродуктивных органов с момента формирования клеток пыльцы и заканчивая цветением и оплодотворением. То есть при недостатке воды в почве в определенные периоды онтогенеза в первую очередь сильно повреждается пыльца растений. Она запаздывает в своем развитии, становится маложизненной или стерильной, нарушает нормальный ход развития процесса. Важно отметить, что меньше повреждается при непродолжительной засухе пестик, так как он лучше защищен покровами от внешних воздействий. Однако длительные засухи также способны вызвать его серьезные повреждения, нарушения процессов деления клеток и их ядер. При засухе наблюдается снижение общего количества воды как в листьях, так и в колосе. Это снижение меньше у более устойчивых (обладающих высокой водоудерживающей способностью) к недостатку воды видов. Вместе с этим возрастает вязкость плазмы. Недостаток воды в растениях ведет к повреждению тканей, питающих формирующиеся репродуктивные органы, а высокая вязкость плазмы затрудняет ход деления клеток при образовании пыльцы и зародышевого мешка. Все это приводит к повреждениям тканей, нарушает приток воды и питательных веществ в формирующиеся репродуктивные органы.

Транспирации свойственно изменение интенсивности, и это связано с тем, что содержание воды в растении изменчиво и непрерывно. Исследованиями установлено, что интенсивность транспирации у изучаемых видов в течение суток различна и достигает максимума до полудня, а после этого времени вновь нарастает [5]. Так, у *Bromus inermis* L. и *Agropyrum Gaertn.* она, достигая утром 1,41–1,42 г/дм<sup>2</sup>-ч, к 20.00 снижается до 0,77–0,83 г/дм<sup>2</sup>-ч (см. рис.).

Основное проявление повреждающего действия сильной продолжительной засухи заключается в торможении новообразования белков. При недостатке воды у растений



подавляется фотосинтез, так как над синтезом преобладает гидролиз, питательные вещества все больше расходуются в усиливающемся процессе дыхания без их пополнения. Аминокислоты (аланин, валин и др.) являются активными участниками метаболизма и играют защитную роль как вещества, обладающие гидрофильностью. Так, роль аланина состоит в стимулировании синтеза хлорофилла, регуляции открытия устьиц и повышении устойчивости к суховеям и засухе. Пролин регулирует водный обмен, повышает сопротивляемость осмотическим стрессам, способствует открытию устьиц, повышает содержание хлорофилла, улучшает генеративное развитие растений, усиливает прорастание семян и прочее.

В начале засушливого периода при нарастании засухи способность клеток растений удерживать воду повышается. Но только до достижения критического порога. Переход напряженности факторов за пределы критического порога чувствительности клеток вызывает падение их водоудерживающей способности, после чего растения теряют способность регулировать процессы отдачи воды и их ткани подвергаются обезвоживанию, что ведет к длительным и глубоким депрессиям в ассимиляционной деятельности листового аппарата. Затем следует подавление процесса дыхания. Чувствительность клеток к нагреву увеличивается, и растения на какое-то время теряют возможность использования защитных реакций и повреждаются. Снимают

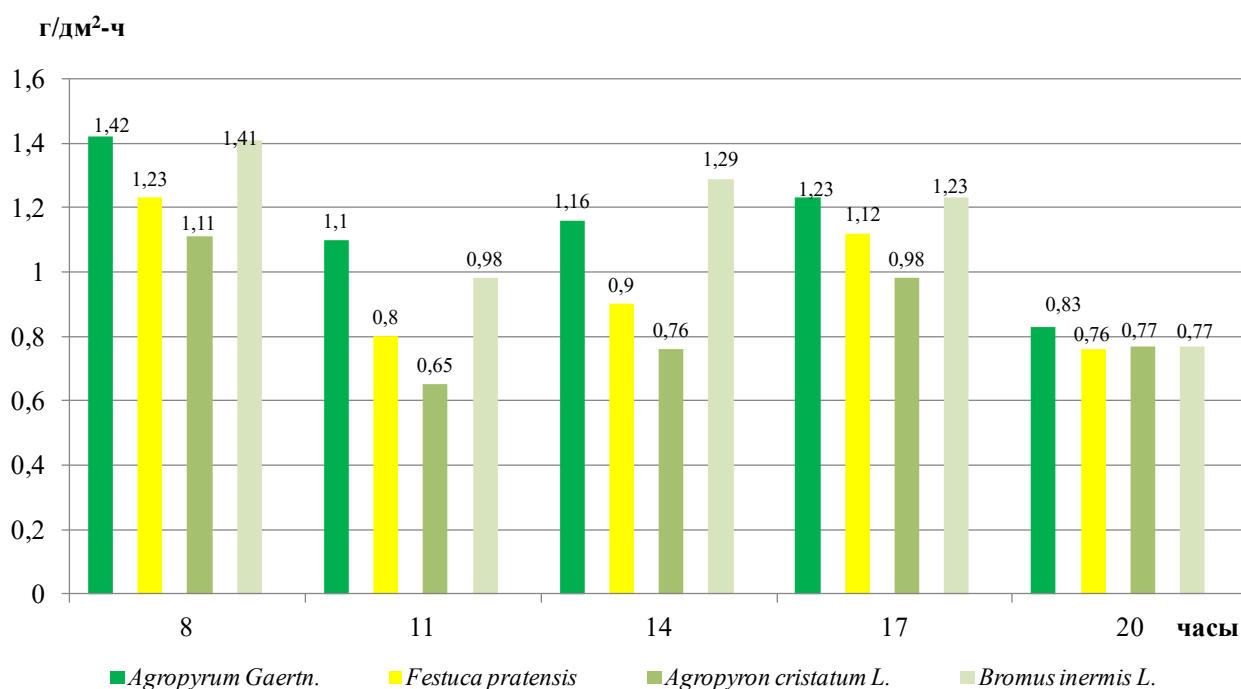


Рис. Интенсивность транспирации ( $г/дм^2-ч$ ) трав семейства Poaceae

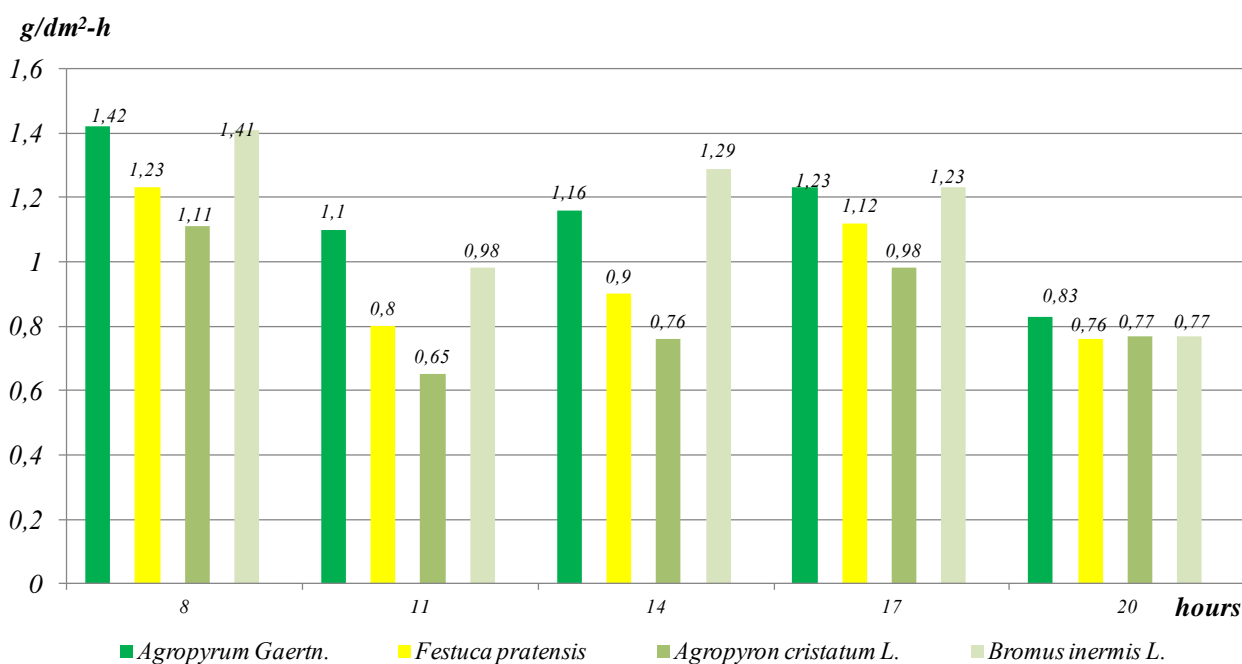


Fig. Intensity of transpiration ( $g/dm^2-h$ ) of herbs from the family Poaceae

Общая водоудерживающая способность многолетних трав семейства *Poaceae*

Вид растения	Потеря воды, %				Общая потеря воды, %	Водоудерживающая способность, %
	Через 30 мин.	Через 60 мин.	Через 90 мин.	Через 120 мин.		
<i>Bromus inermis L.</i>	4,8	3,9	2,4	1,1	12,2	87,8
<i>Agropyrum Gaertn.</i>	5,3	3,7	2,1	1,8	12,9	87,1
<i>Agropyron cristatum L.</i>	4,6	4,3	2,9	1,2	13,0	87,0
<i>Festuca pratensis</i>	6	5,1	3,2	3,6	17,9	82,1

Table

The total water holding capacity of perennial grasses of the family *Poaceae*

Type of plant	Water loss, %				Total water loss, %	Water retention capacity, %
	After 30 minutes	After 60 minutes	After 90 minutes	After 120 minutes		
<i>Bromus inermis L.</i>	4.8	3.9	2.4	1.1	12.2	87.8
<i>Agropyrum Gaertn.</i>	5.3	3.7	2.1	1.8	12.9	87.1
<i>Agropyron cristatum L.</i>	4.6	4.3	2.9	1.2	13.0	87.0
<i>Festuca pratensis</i>	6	5.1	3.2	3.6	17.9	82.1

депрессирующее влияние засухи орошение или атмосферные осадки. Но первая реакция растений, подвергшихся засухе и потерявших способность прочно удерживать воду, на поступление воды – это повышение водоудерживающей способности. Лишь через несколько суток после поступления воды в ткани растение сможет легко отдавать воду. Свойство клеток изменять водоудерживающую способность можно рассматривать не только как адаптивную функцию в изменяющихся условиях внешней среды, но и как динамический процесс, который характеризует естественный ход метаболизма клеток и тканей в онтогенезе.

Повышение водоудерживающей способности клеток сопровождается ускорением процесса поглощения тканями кислорода. При небольшой разнице в интенсивности дыхания до и после засухи клетки частично теряют водоудерживающую способность. При повышении интенсивности дыхания повышается и водоудерживающая способность тканей. Виды с высокой водоудерживающей способностью могут приспосабливаться к неблагоприятным условиям среды, адаптируясь к ним. Чем выше эта способность, тем выше устойчивость вида. Водоудерживающая способность видов усиливается при оптимальных условиях роста и развития.

При определении водоудерживающей способности видов семейства *Poaceae* по методу Арланда установлено, что все виды наибольшее количество воды теряют в первые полчаса (до 6,0 %) (см. таблицу). Через 60 минут потери воды составляют (3,7–5,1 %). Общая потеря воды для разных видов семейства *Poaceae* составляет: для *Bromus inermis L.* – 12,2 %, *Agropyrum Gaertn.* – 12,9 %, *Agropyron cristatum L.* – 13,0 %, *Festuca pratensis* – 17,9 %.

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Все жизненные процессы протекают в любом растении нормально только при достаточном количестве воды, когда растительная клетка находится в тургорном состоянии и в протоплазме поддерживаются необходимая интенсивность и направленность процессов обмена веществ. Атмосферная засуха изменяет водообмен растений, вызывает повышение интенсивности транспирации. Установлено, что показатели интенсивности транспирации у видов семейства *Poaceae* обычно достигают максимума до высоких полуденных температур. Наибольшие показатели выявлены у *Bromus inermis L.* и *Agropyrum Gaertn.* (1,41–1,42 г/дм<sup>2</sup>-ч). Способность видов семейства *Poaceae* менять жизненное состояние помогает им выживать в неблагоприятных условиях. Травы семейства *Poaceae* обладают высоким потенциалом устойчивости к засухе. Их водоудерживающая способность составляет: у *Bromus inermis L.* – 87,8 %, у *Agropyrum Gaertn.* – 87,1 %, у *Agropyron cristatum L.* – 87,0 %, у *Festuca pratensis* – 82,1 %. Водоудерживающая способность растений как адаптивное свойство усиливается при нарастающей напряженности засух и суховеев. Но за пределами порога чувствительности клетки к повреждающему фактору она падает. При этом теряется устойчивость клеток, повреждаются ткани. Но эти нарушения обратимы. При восстановлении водного режима происходит регенерация способностей. Таким образом, используя защитные механизмы, растения предохраняют свои органы от гибели. Снимают депрессирующее влияние засух и способствуют повышению продуктивности растений орошение и мелиорация.



## Библиографический список

1. Амелин А. В., Чекалин Е. И., Заикин В. В., Сальникова Н. Б. Интенсивность фотосинтеза и транспирации листьев у растений *Glucine Max (L.) Merr.* // Вестник аграрной науки. 2017. № 6 (69). С. 3–8.
2. Власенко М. В. Транспирация многолетних кормовых видов в условиях засушливой среды // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (44). С. 16–24.
3. Козырева Л. В., Максенкова И. Л., Доброхотов А. В. Экспериментальные исследования устьичной регуляции транспирации с использованием данных автоматизированного мобильного полевого агрометеорологического комплекса // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего: материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Агрофизического НИИ. Санкт-Петербург, 2017. С. 791–796.
4. Нестерова Н. В. Транспирация растений в бассейнах рек Вологодской области // Молодые исследователи – регионам: материалы Международной научной конференции. Вологда, 2018. С. 527–528.
5. Савко Т. Д., Потапкина К. Е., Пиврик К. И., Токмакова Т. Н. Влияние факторов окружающей среды на испарение (транспирацию) воды листьями растений // XXII Международный Биос-форум. Санкт-Петербург, 2017. С. 300–303.
6. Аркинчев Д. В., Гольдварг Б. А., Цаган-Манджиев Н. Л., Шамсутдинов Н. З. Особенности транспирации фитомелиоранта терескена серого в Российском Прикаспии // Сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 4. № 11. С. 11–17.
7. Ахматов М. К. Дневной расход воды на транспирацию целым древесным растением // *Universum: химия и биология*. 2016. № 8 (26). С. 8.
8. Позднякова А. В., Магомедтагиров А. А. Транспирация, ее биологическое значение и регулирование растениями // Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования: электронный сборник статей по материалам XLIX студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск: Сибирская академическая книга, 2018. С. 26–30.
9. Pakshina S. M., Belous N. M., Smolsky E. V., Silaev A. L. Influences of technologies of cultivation of perennial bluegrass herbs on their transpiration in the conditions of water meadows // *Biosystems Diversity*. 2017. Т. 25. No. 1. Pp. 9–15.
10. Pakshina S. M., Belous N. M., Shapovalov V. F., Chesalin S. F., Smolsky E. V., Silaev A. L. Calculation of 137CS accumulation by phytomass of motley herbs // *International Journal of Green Pharmacy*. 2018. Т. 12. No. 3. Pp. 704–711.
11. Ort D. R., Merchant S. S., Alric J., Barkan A. [et al.] Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bio-energy demand // *PNAS*. 2015. V. 112. No. 28. Pp. 8529–8536.
12. Власенко М. В. Видовое разнообразие и устойчивость фитоценозов песчаных пастбищ Ростовской области // *Аграрная Россия*. 2019. № 3. С. 17–21.
13. Пакшина С. М., Малявко Г. П., Белоус И. Н., Колыхалина А. Е. Минеральные удобрения, эвапотранспирация, и транспирация посевов озимой ржи // *Агроконсультант*. 2017. № 3. С. 17–21.
14. Турко С. Ю., Власенко М. В., Кулик А. К. Математическое описание процессов роста и урожайности кормовых культур в аридных условиях // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (38). С. 18–22.
15. Худоевбеков Ф. Н., Сафаралихонов А. Б., Акназаров О. А. Динамика роста и интенсивность транспирации у растений, выращенных на разных высотах западного Памира // *Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук*. 2016. № 3 (194). С. 41–46.
16. Пакшина С. М., Малявко Г. П., Белоус И. Н., Колыхалина А. Е. Влияние минеральных удобрений на эвапотранспирацию и транспирацию посевов озимой ржи // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3 (61). С. 19–24.
17. Coupel-Ledru A., Lebon E., Christophe A., Gallo A., Gago P., Pantin F., Doligez A. Thierry Simonneau Reduced nighttime transpiration is a relevant breeding target for high water-use efficiency in grapevine // *PNAS*. Vol. 9. 2016. 113 (32). Pp. 8963–8968.

**Об авторах:**

М. В. Власенко<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории гидрологии агроландшафтов и адаптивного природопользования, ORCID 0000-0002-6356-2225, AuthorID 289179, +7 927 500-53-59, vlasencomarina@mail.ru

К. Ю. Трубакова<sup>1,2</sup>, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной селекции, аспирант, ORCID 0000-0002-0528-3367, AuthorID 934885

<sup>1</sup> Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

<sup>2</sup> Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

## Water regime *Poaceae* family species in the drought conditions

M. V. Vlasenko<sup>1</sup>, K. Yu. Trubakova<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forests of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

<sup>2</sup> Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

E-mail: vlasencomarina@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the research is to consider the patterns of water regime of plants in dry conditions, depending on changes in environmental conditions and plant physiology. The objectives of the research included: identifying abilities of *Poaceae* family herbs (*Festuca pratensis*, *Bromus inermis* L., *Agropyron cristatum* L., *Agropyrum Gaertn.*) introduced into crops on the vegetation sites of the lysimetric complex of the Federal Science Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Volgograd) to sustainability in adverse environmental conditions. **Scientific novelty and practical significance.** The study contributes to the solution of issues of effective prediction of the productivity of forage grasses, since water-regime patterns of growth and development of vegetation must be taken into account when developing optimal growing methods. **Methods.** The determination of the water-holding capacity of herbs was carried out according to the Arlanda method and is based on taking into account the water loss by plants. The intensity of transpiration was determined by the method of fast weighing the selected sheet of L. A. Ivanov. A description of the mechanism of water retention by plants with an increase in drought is given. **Results.** As a result, it has been established that perennial grasses of the family *Poaceae* have a high potential for resistance to soil and atmospheric drought. The largest water retention capacity is: *Bromus inermis* L. (87.8%), *Agropyrum Gaertn.* (87.1 %) and *Agropyron cristatum* L. (87.0 %). The ability to change water retention capacity can be viewed not only as an adaptive function in changing environmental conditions, but also as a dynamic process that characterizes the natural course of the metabolism of cells and tissues during ontogenesis. Indicators of transpiration intensity in species of the *Poaceae* family usually reach a maximum up to high midday temperatures. The highest rates were found in *Bromus inermis* L. and *Agropyrum Gaertn.*, for which in the morning they reached 1.41–1.42 g/dm<sup>2</sup>-h.

**Keywords:** development phase, water regime, transpiration intensity, water holding capacity, drought.

**For citation:** Vlasenko M. V., Trubakova K. Yu. Vodnyy rezhim vidov semeystva *Poaceae* v usloviyakh zasukhi [Water regime *Poaceae* family species in the drought conditions] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (191). Pp. 2–8. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e230788.72509133. (In Russian.)

**Paper submitted:** 19.07.2019.

### References

1. Amelin A. V., Chekalin E. I., Zaikin V. V., Salnikova N. B. Intensivnost' fotosinteza i transpiratsii listyev u rasteniy *Glycine Max* (L.) Merr. [Intensity of photosynthesis and leaf transpiration in plants *Glycine Max* (L.) Merr.] // Vestnik agrarnoy nauki. 2017. No. 6 (69). Pp. 3–8. (In Russian.)
2. Vlasenko M. V. Transpiratsiya mnogoletnikh kormovykh vidov v usloviyakh zasushlivoy sredy [Transpiration of perennial forage species in a dry environment] // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. No. 4 (44). Pp. 16–24. (In Russian.)
3. Kozyreva, L. V., Maksenkova, I. L., Dobrokhotov, A. V. Eksperimentalnyye issledovaniya ustichnoy regulyatsii transpiratsii s ispolzovaniyem dannykh avtomatizirovannogo mobilnogo polevogo agrometeorologicheskogo kompleksa [Experimental studies of stomatal regulation of transpiration using data from an automated mobile field agrometeorological complex] // Tendentsii razvitiya agrofiziki: ot aktualnykh problem zemledeliya i rasteniyevodstva k tekhnologiyam budushchego: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu Agrofizicheskogo NII. Saint Petersburg, 2017. Pp. 791–796. (In Russian.)
4. Nesterova N. V. Transpiratsiya rasteniy v basseynakh rek Vologodskoy oblasti [Plant transpiration in the river basins of the Vologda region] // Molodyye issledovateli – regionam: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Vologda, 2018. Pp. 527–528. (In Russian.)
5. Savko T. D., Potapkina K. E., Pivrik K. I., Tokmakova T. N. Vliyaniye faktorov okruzhayushchey sredy na ispareniye (transpiratsiyu) vody listiami rasteniy [The influence of environmental factors on the evaporation (transpiration) of water by plant leaves] // XXII Mezhdunarodnyy Bios-forum. Saint Petersburg, 2017. Pp. 300–303. (In Russian.)
6. Arkincheev D. V., Goldvarg B. A., Tsagan-Mandzhiev N. L., Shamsutdinov N. Z. Osobennosti transpiratsii fitomelioranta tereskena serogo v Rossiyskom Prikaspii [Specifics of teresken phytomelioran transpiration in the Russian Pre-Caspian Sea] // Agricultural Journal. 2018. Vol. 4. No. 11. Pp. 11–17. (In Russian.)
7. Akhmatov M. K. Dnevnoy raskhod vody na transpiratsiyu tselym drevesnym rasteniyem [Daily water consumption for transpiration by whole woody plants] // Universum: chemistry and biology. 2016. No. 8 (26). Pp. 8. (In Russian.)
8. Pozdnyakova A. V., Magomedtagirov A. A. Transpiratsiya, ee biologicheskoye znachenie i regulirovaniye rasteniyami [Transpiration, its biological significance and plant regulation] // Nauchnoye soobshchestvo studentov. Mezhdistsiplinarnyye



issledovaniya: elektronnyy sbornik statey po materialam XLIX studencheskoy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Novosibirsk, 2018. Pp. 26–30. (In Russian.)

9. Pakshina S. M., Belous N. M., Smolsky E. V., Silaev A.L. Influences of technologies of cultivation of perennial bluegrass herbs on their transpiration in the conditions of water meadows // *Biosystems Diversity*. 2017. T. 25. No. 1. Pp. 9–15.

10. Pakshina S. M., Belous N. M., Shapovalov V. F., Chesalin S. F., Smolsky E. V., Silaev A. L. Calculation of <sup>137</sup>CS accumulation by phytomass of motley herbs // *International Journal of Green Pharmacy*. 2018. T. 12. No. 3. Pp. 704–711.

11. Ort D. R., Merchant S. S., Alric J., Barkan A. [et al.] Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand // *PNAS*. 2015. V. 112. No. 28. Pp. 8529–8536.

12. Vlasenko M. V. Vidovoye raznoobraziye i ustoychivost fitotsenozov peschanykh pastbishch Rostovskoy oblasti // *Agrarnaya Rossiya*. 2019. No. 3. Pp. 17–21. (In Russian.)

13. Pakshina S. M., Malyavko G. P., Belous I. N., Kolykhalin A. E. Mineralnyye udobreniya. evapotranspiratsiya. i transpiratsiya posevov ozimoy rzhi [Mineral fertilizers, evapotranspiration, and transpiration of winter rye crops] // *Agrokonsul'tant*. 2017. No. 3 (2017). Pp. 17–21. (In Russian.)

14. Turko S. Yu., Vlasenko M. V., Kulik A. K. Matematicheskoye opisaniye protsessov rosta i urozhaynosti kormovykh kultur v aridnykh usloviyakh [Mathematical description of the processes of growth and productivity of forage crops in arid conditions] // *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016. No. 2 (38). Pp. 18–22. (In Russian.)

15. Khudoyerbekov F. N., Safaralikhonov A. B., Aknazarov O. A. Dinamika rosta i intensivnost transpiratsii u rasteniy. vyrashchennykh na raznykh vysotakh zapadnogo Pamira [Growth dynamics and intensity of transpiration in plants grown at different heights of the western Pamira] // *News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of Biological and Medical Sciences*. 2016. No. 3 (194). Pp. 41–46. (In Russian.)

16. Pakshina S. M., Malyavko G. P., Belous I. N., Kolykhalin A. E. Vliyaniye mineralnykh udobreniy na evapotranspiratsiyu i transpiratsiyu posevov ozimoy rzhi [Influence of mineral fertilizers on evapotranspiration and transpiration of winter rye crops] // *Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2017. No. 3 (61). Pp. 19–24. (In Russian.)

17. Coupel-Ledru A., Lebon E., Christophe A., Gallo A., Gago P., Pantin F., Doligez A. Thierry Simonneau Reduced nighttime transpiration is a relevant breeding target for high water-use efficiency in grapevine // *PNAS*. Vol. 9. 2016. 113 (32). Pp. 8963–8968.

#### **Authors' information:**

Marina V. Vlasenko<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher of laboratories of the hydrology of agroforestry landscapes and adaptive nature management, ORCID 0000-0002-6356-2225, AuthorID 289179, +7 927 500-53-59, [vlascencomarina@mail.ru](mailto:vlascencomarina@mail.ru)

Karina Yu. Trubakova<sup>1,2</sup>, junior researcher of the laboratory of molecular selection, postgraduate

<sup>1</sup> Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forests of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

<sup>2</sup> Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

## Присельские пастбища – важная кормовая база для животных индивидуального сектора

Н. Г. Лапенко<sup>1</sup>, Л. Р. Оганян<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

✉ E-mail: sniish\_stepi@mail.ru

**Аннотация.** Цель работы – получить данные о современном состоянии природных угодий (сельских пастбищ), на которых базируются крупный рогатый скот и овцы индивидуального сектора, и предложить меры по восстановлению и сохранению природной растительности. **Методика и объекты исследования.** Сделан статистический анализ в динамике поголовья крупного рогатого скота и овец, в том числе по категориям хозяйств. Геоботаническое описание растительности проведено на учетных площадках 100 м<sup>2</sup> по системе О. Друде. Определение биологической урожайности растительного покрова проводилось там же укосьным методом (0,5 м<sup>2</sup> в шестикратной повторности). Объекты нашего исследования – присельские пастбища. **Результаты и практическая значимость.** Показан анализ поголовья животных по категориям хозяйств Ставропольского края. За последние 18 лет поголовье в индивидуальном секторе, включающем крестьянские (фермерские) хозяйства и хозяйства населения, увеличилось в 1,6 раза. Выявлены растительные модификации с доминирующими видами растений: *Achillea setacea*, *Artemisia austriaca*, *Poa bulbosa* и др. Они пространственно неоднородны, по видовому составу бедны. Количество видов на учетной площади (100 м<sup>2</sup>) в среднем составляет 24, с колебаниями от 17 до 28. Дана оценка кормового потенциала исследуемых природных травостоев, степени их деградации. Травостой деградирован, имеет низкое качество корма. В его составе до 74 % нецелинных видов растений, не имеющих кормовой ценности: вьюнок полевой – *Convolvulus arvensis*, журавельник цикutowый – *Erodium cicutarium*, полынь австрийская – *Artemisia austriaca* и др. **Научная новизна.** Показаны негативные последствия бессистемной пастбы скота на ограниченных площадях присельских пастбищ, находящихся в ведении муниципальных образований. Рекомендовано восстановление деградированных площадей сельских пастбищ методом агростепей. В его основе – использование семян дикорастущих степных трав.

**Ключевые слова:** индивидуальный сектор, кормовая база, метод агростепей, растительные модификации, пастбищная деградация, поголовье, присельские пастбища, сорная флора, степные злаки, целинная степь

**Для цитирования:** Лапенко Н. Г., Оганян Л. Р. Присельские пастбища – важная кормовая база для животных индивидуального сектора // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 9–17. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e318036.10746233.

**Дата поступления статьи:** 07.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Природные кормовые угодья – важный источник кормов в пастбищный период. Корма из дикорастущих трав, включающие десятки и сотни видов травянистых растений, принадлежащих многим семействам: злаковых (мятликовых), бобовых, сложноцветных (астровых), норичниковых, молочайных, розоцветных, лютиковых, гречишных, маревых, крестоцветных, гвоздичных, зонтичных, бурачниковых и др., отличаются биологической полноценностью, удовлетворяющей основные потребности животных на выпасе в аминокислотах природного происхождения. К тому же пастбищные корма являются наиболее дешевым источником энергии и протеина для крупного и мелкого рогатого скота, что способствует рентабельному ведению сельскохозяйственного производства, в том числе животноводства. Будучи разными по качественным и количественным показателям (поедаемости, урожайности, стойкости к пастбищным перегрузкам и т. д.), природные травостой неоднородны и занимают в Ставропольском крае 1,73 млн га. На них содержатся стада крупного рога-

того скота (КРС) и отары овец в весенне-летний и осенний периоды. Зачастую их выпас нерегулируем, особенно это прослеживается вблизи населенных пунктов [1, с. 51; 2, с. 6330].

В прошлом в травостое таких пастбищных угодий доминировали ценные в кормовом отношении многолетние злаки: *Festuca rupicola* Neuff – овсяница скальная, *Festuca valesiaca* Gaudin – овсяница валлиская, *Koeleria cristata* (L.) Pers. – келерия стройная, *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. – ковыль Лессинга, *Stipa pulcherrima* C. Koch – ковыль красивейший и др., в настоящем – нередко вторичная растительность с обилием сорных и балластных видов растений, таких как *Bromus japonicus* Thunb. – костер японский, *Centaurea diffusa* Lam. – василек раскидистый, *Consolida regalis* S.F.Gray – живокость великолепная, *Eryngium campestre* L. – синеголовник полевой, *Medicago minima* (L.) Bartalini – люцерна маленькая и др. [3, с. 10].

К началу экономических реформ (1990 г.) поголовье животных в регионе насчитывало более 6 млн голов овец и более 1 млн крупного рогатого скота при существенной



нагрузке животных на природные травостои, доходящей до 2–4 и более условных голов на гектар пастбища. На сегодняшний день поголовье овец и КРС в хозяйствах всех категорий сократилось практически в 4 раза и составляет 1,63 млн голов овец и около 300 000 голов крупного рогатого скота (рис. 1).

Однако анализ поголовья крупного и мелкого рогатого скота по категориям хозяйств показал, что за последние 18 лет поголовье в общественном секторе (сельхозпредприятия) сократилось (в 2 раза), но динамично увеличивается в индивидуальном секторе, включающем крестьянские (фермерские) хозяйства и хозяйства населения, в 1,6 раза (рис. 2) и на сегодняшний день составляет более 75 000 условных голов [4, с. 37].

Однако площади присельских пастбищ, на которых базируются стада КРС и отары овец индивидуального сектора, остались прежними. Они невелики и чаще всего расположены близ населенных пунктов [5, с. 15]. То есть, основными прямым действующими факторами на флору и растительность природных кормовых угодий, расположенных близ населенных пунктов являются поголовье животных (преимущественно КРС и овцы) индивидуального

сектора. И соответственно, травостои испытывают чрезмерную пастбищную перегрузку и не могут в достаточном количестве обеспечить имеющееся поголовье животных полноценным кормом.

Цель работы – получить объективную информацию о современном состоянии природных кормовых угодий (присельских пастбищ), обеспечивающих пастбищное содержание животных преимущественно индивидуального сектора и предложить приоритетные меры по восстановлению и сохранению аналогов прежней степной растительности.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Экспедиционное исследование пастбищных угодий осуществлялось нами в 2016–2018 гг. на учетных площадках (100 м<sup>2</sup>) согласно требованиям методик, общепринятых в фитоценологии. Описание травостоя проводилось по шкале О. Друде. Определение биологической урожайности растительного покрова проведено укосным методом в шестикратной повторности. Дана оценка кормового потенциала природных травостоев, степени их деградации [6, с. 54]. Латинские названия растений приведены по С. К. Черепанову.

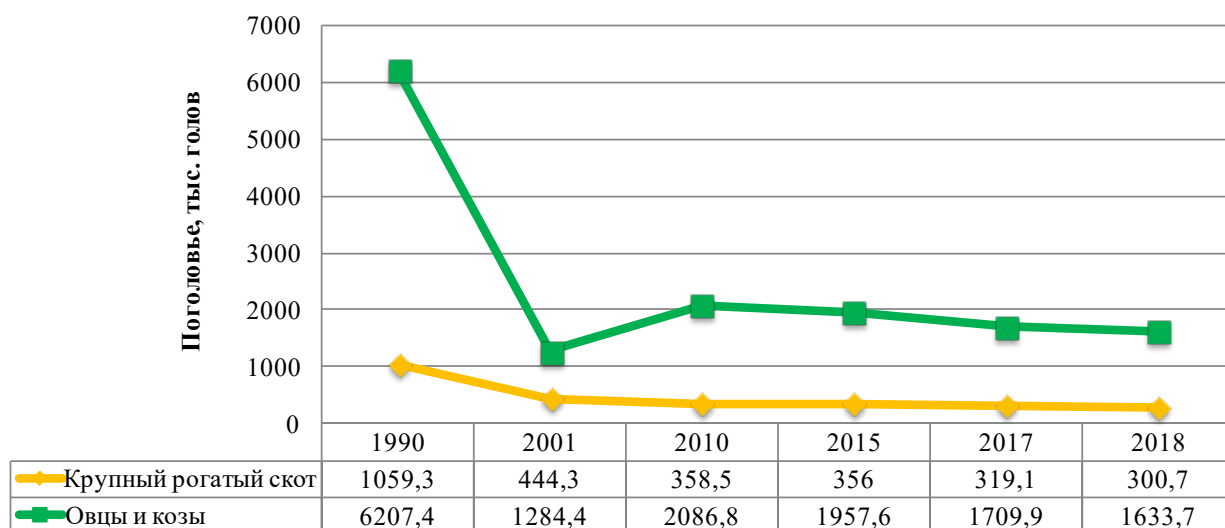


Рис. 1. Динамика поголовья КРС и овец в хозяйствах всех категорий Ставропольского края (1990–2018 гг.), тыс. голов

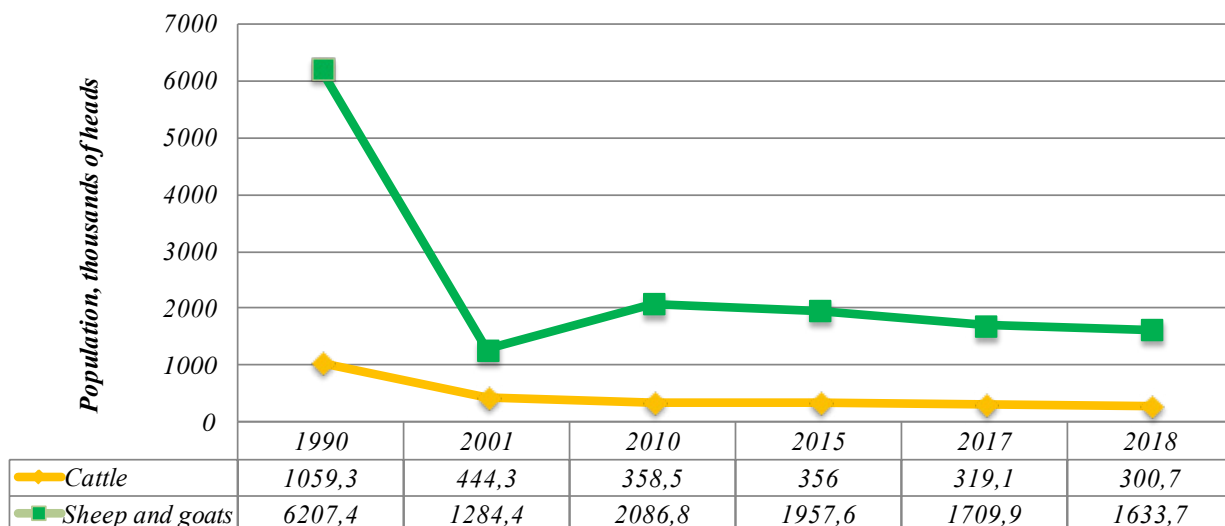


Fig. 1. The dynamics of population of cattle and shallow cattle is in the economies of all categories of the Stavropol region (1990–2018), thousands of heads

Объекты нашего исследования – присельские пастбища, расположенные согласно геоботаническому районированию территории региона [3, с. 26] в зоне разнотравно-дерновиннозлаковых степей.

Природные условия проведения исследований: климат умеренно континентальный с ГТК 0,9–1,1, среднегодовое количество осадков – 450–550 мм. Количество осадков, выпадающее в вегетационный период, составляет 300–350 мм, число дней с суховеями – 60–80. Лето жаркое (+22...+24 °С). Зима умеренно мягкая (–3...–4 °С). Высота снежного покрова составляет в среднем 10 см. Продолжительность безморозного периода – 180–195 дней. Почвенный покров зоны исследования представлен обыкновенным черноземом. В целом для произрастания естественной растительности пастбищных угодий климат благоприятен [3, с. 15].

### Результаты (Results)

Для более устойчивого развития кормовой базы индивидуального сектора и определения приоритетных мер по их улучшению и сохранению важна оценка современного состояния пастбищных сообществ и степени их деградации. Данные, приведенные в таблицах 1, 2, характеризуют состояние травостоя пастбищ, находящихся преимущественно в ведении муниципальных образований.

На исследуемых нами территориях, находящихся в основном близ населенных пунктов, продолжается интенсивный выпас животных индивидуального сектора с нагрузкой (4–6 и более усл. гол/га), превышающей допустимую. Соответственно, это приводит к ухудшению как качественных, так и количественных показателей природных травостоев.

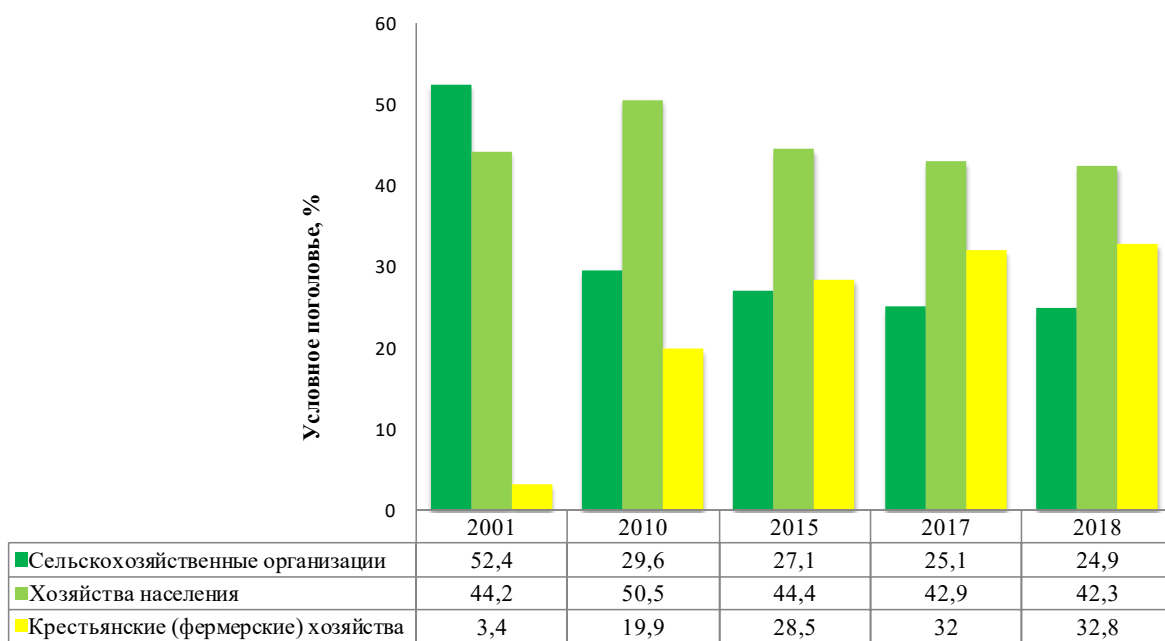


Рис. 2. Структура поголовья крупного и мелкого рогатого скота по категориям хозяйств Ставропольского края (2001–2018 гг.), %

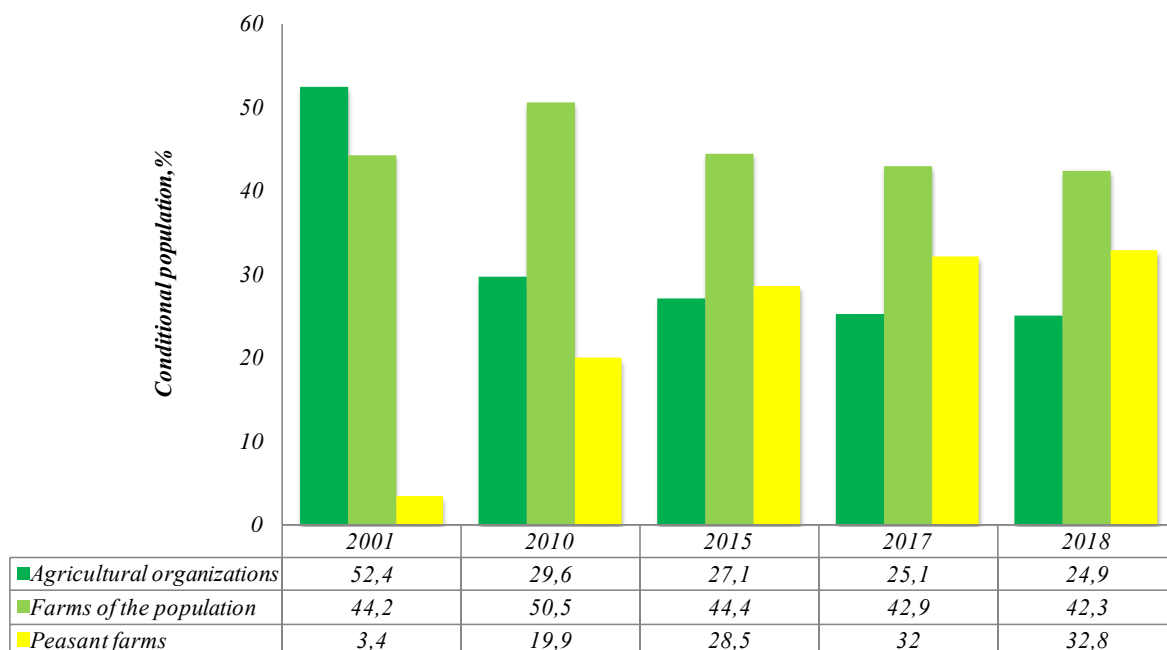


Fig. 2. Structure of population of cattle and shallow cattle on the categories of economies of the Stavropol region (2001–2018), %



Таблица 1  
Эколого-хозяйственные особенности присельских пастбищ

Пункты	Количество видов на 100 м <sup>2</sup>	Проективное покрытие, %	Высота травостоя, ярусы, см	Модификация растительности*	Режим использования, состояние
Тугулук	24	50	I – 40 II – 15	Полынно-однолетниково-разнотравная	Пастбище, интенсивный выпас животных
Московское	28	80	I – 70 II – 30	Злаково-тысячелистниково-разнотравная	Присельское пастбище, нерегулируемый выпас
Безопасное	23	60	I – 45 II – 20	Полынно-тысячелистниково-разнотравная	Пастбище сбитое, бессистемная пастьба животных
Дмитриевское	17	65	I – 35 II – 15	Полынно-однолетниково-разнотравная	Присельское пастбище, интенсивный выпас животных
Кианкиз	25	80	I – 50 II – 30	Типчаково-пырейно-однолетниковая	Среднесбитое пастбище, интенсивный выпас
Старомарьевка	24	70	I – 35 II – 20	Однолетниково-злаково-разнотравная	Сильносбитое пастбище, бессистемный выпас
Красный Октябрь	27	70	I – 30 II – 15	Бородачево-полынно-разнотравная	Интенсивный выпас, пастбище стравлено
Бешпагир	23	80	I – 50 II – 25	Злаково-тысячелистниково-разнотравная	Пастбище, нерегулируемая пастьба

\* В названии растительных модификаций на первом месте указан наиболее обильный вид сообщества.

Table 1  
Ecological and economic features of rural pastures

Points	Quantity of species on 100 m <sup>2</sup> , pieces	Projective covering, %	Gass stand height, tiers, cm	Modification vegetation*	Use mode, state
Tuguluk	24	50	I – 40 II – 15	Wormwood, annual plants, mixed fodder plants	Pasture, intensive pasture of animals
Moskovskoye	28	80	I – 70 II – 30	Graminees, yarrow, mixed fodder plants	Rural pasture, free grazing
Bezopasnoye	23	60	I – 45 II – 20	Wormwood, yarrow, mixed fodder plants	Trampled pasture, free grazing of animals
Dmitriyevskoye	17	65	I – 35 II – 15	Wormwood, annual plants, mixed fodder plants	Rural pasture, intensive pasture of animals
Kiankiz	25	80	I – 50 II – 30	Sheep's festucue, couch-grass, annual plants	Trampled pasture, intensive pasture
Staromar'yevka	24	70	I – 35 II – 20	Annual plants, graminees, mixed fodder plants	Trampled pasture, free grazing
Krasnyy Oktiabr'	27	70	I – 30 II – 15	Beard-grass, wormwood, mixed fodder plants	Intensive pasture, trampled pasture
Beshpagir	23	80	I – 50 II – 25	Graminees, yarrow, mixed fodder plants	Pasture, free grazing

\* In the name of vegetation modifications on the first place it is specified the most plentiful species of community.

Изменения в растительном покрове, происходящие под влиянием такой нагрузки, привели к образованию вторичных растительных модификаций, относящихся к различным стадиям пастбищной дигрессии. В пределах исследуемых пастбищных полигонов были выявлены следующие модификации: бородачево-полынно-разнотравная, злаково-тысячелистниково-разнотравная, полынно-тысячелистниково-разнотравная, полынно-однолетниково-разнотравная, типчаково-пырейно-однолетниковая, однолетниково-злаково-разнотравная. Они пространственно неоднородны, по видовому составу бедны, а именно: количество видов в среднем – 24, с колебаниями от 17 до 28 на учетной площади (100 м<sup>2</sup>). Проективное покрытие поверхности почвы растениями – менее 80 %, высота травостоя – до 70 см. Для них характерно отсутствие в травостое ценоэлементов прежней зональной целинной растительности: житняка гребенчатого – *Agropyron pecti-*

*atum*, келерии стройной – *Koeleria cristata*, ковыля красивейшего – *Stipa pulcherrima*, ковыля Лессинга – *Stipa lessingiana*, костреца безостого – *Bromopsi inermis*, костреца берегового – *Bromopsis riparia*, овсяницы скальной – *Festuca rupicola* – и ряда других видов. В составе исследуемых травостоев до 74 % нецелинных видов, не имеющих хозяйственной пользы: вьюнок полевой – *Convolvulus arvensis* L., журавельник цикутовый – *Erodium cicutarium* (L.) L. Her., полынь австрийская – *Artemisia austriaca* и др. Такое свободное проникновение в травостой сорно-полевых и пастбищных сорняков подтверждает высокую степень фитоценотической открытости растительных сообществ. Несмотря на, казалось бы, очевидные проблемы, бессистемный интенсивный выпас животных продолжается, так как присельские пастбища на их локальной территории остаются практически единственным источником подножного корма в пастбищный период.

## Флороценогические показатели травостоев присельских пастбищ

Пункты	Количество видов на 100 м <sup>2</sup> , шт.	Жизненные циклы растений, %			Наличие сорных видов, %	Урожайность биологическая, ц/га
		Однолетники	Двулетники	Многолетники		
Тугулулук	24	33,0	12,0	55,0	74	18
Московское	28	10,7	14,3	75,0	43	14
Безопасное	23	26,1	21,7	52,2	57	20
Дмитриевское	17	47,0	0,0	53,0	71	18
Кианкиз	25	32,0	12,0	56,0	72	20
Старомарьевка	24	41,7	12,5	45,8	54	10
Красный Октябрь	27	30,0	11,1	58,9	59	13
Бешпагир	23	26,1	8,7	65,2	52	12

Table 2

## Floristic and coenosis indicators of grass stands of rural pastures

Points	Quantity of species on 100 m <sup>2</sup> , pieces	Life cycles of plants, %			Existence of weed species, %	The productivity is biological, c/ha
		Annual plants	Biennial plants	Perennial plants		
Tuguluk	24	33.0	12.0	55.0	74	18
Moskovskoye	28	10.7	14.3	75.0	43	14
Bezopasnoye	23	26.1	21.7	52.2	57	20
Dmitriyevskoye	17	47.0	0.0	53.0	71	18
Kiankiz	25	32.0	12.0	56.0	72	20
Staromar'yevka	24	41.7	12.5	45.8	54	10
Krasnyy Oktyabr'	27	30.0	11.1	58.9	59	13
Beshpagir	23	26.1	8.7	65.2	52	12

Рассмотрим подробнее растительный покров полынно-тысячелистниково-разнотравной модификации. Ее вариант описан нами близ села Безопасное Труновского района Ставропольского края.

Приводимый ниже список растений данного участка – результат ее подробного геоботанического описания на учетной площади 10×10 м (таблица 3).

Первый вертикальный слой (ярус) имеет высоту 45 см, второй (основной по массе) – 20 см. В описанном случае на учетной площади встречено 23 вида, в том числе: злаков – 4 (17,4 % от общего числа), бобовых – 4 (17,4 %), разнотравья – 16 (65,2 %). При этом на малолетники, представленные преимущественно сорной флорой, приходится 47,8 %. Поверхность почвы покрыта травостоем на 60 %, травостой сильно деградирован.

Аналогичная ситуация и на других пастбищных угодьях, прилегающих к населенным пунктам. Их многолетнее нерациональное использование как в предыдущие десятилетия, так и в настоящее время настолько снизило биологический потенциал, что фактическое снижение нагрузки не сможет способствовать восстановлению динамического равновесия в агроландшафтах. По мере увеличения нарушенности растительного покрова природных сообществ в травостое усиливается роль малолетников. Это в основном обильные и пастбистойкие виды сорной флоры, такие как амброзия полынолистная – *Ambrosia artemisiifolia*, кардария крупка – *Cardaria draba*, люцерна хмелевидная – *Medicago lupulina*, синеголовник полевой – *Eryngium campestre*, дурнишник колючий – *Xanthium spinosum* и др. Их активное распространение – следствие ослабления позиции степных злаков – результат стихий-

ного продолжительного, без отдыха выпаса [7, с. 465; 8, с. 10; 9, с. 28].

Ценность природных травостоев в значительной мере зависит от кормовых достоинств дикорастущих видов растений, составляющих растительное сообщество. Несмотря на, казалось бы, неплохие показатели биологического урожая в сухом весе – 15 (10–20) ц/га (таблица 1), присельские пастбища могут быть оценены как кормовые уголья с невысоким кормовым потенциалом. Причина – в массовом размножении непоедаемых, ядовитых и вредных видов растений и отсутствии в травостое доминантов исходных целинных степей – видов житняка, овсяницы, ковылей, костреца и др. В травостое отмечено наличие ядовитых многолетников (вьюнок полевой – *Convolvulus arvensis*, молочай стелющийся – *Euphorbia stepposa*), засорителей шерсти овец, включая репейничек евпаторийский – *Agrimonia eupatoria*, люцерну маленькую – *Medicago minima* и др.

Вполне очевидно, что травостои таких пастбищ имеют низкое качество корма и, соответственно, крайне низкий коэффициент поедаемости (0,5–0,6 – от биологического урожая) [10, с. 38].

Вместе с тем присельские пастбища (вне режима отдыха и элементов рациональной организации пастбы) были и остаются при многих населенных пунктах основным источником пастбищных кормов для КРС и овец хозяйств поселений и крестьянских (фермерских) хозяйств. Продолжение использования таких пастбищ с перегрузкой выпаса приведет к необратимым последствиям – полной утрате их биологического потенциала, продуктивности травостоя и в дальнейшем к полному разрушению почвенного покрова.

Таблица 3  
Анализ растительной модификации с доминирующими в травостое полынью австрийской, тысячелистником щетинистым

№ п/п	Название растений	Латинские названия	Обилие видов*	Значение**
1	Амброзия полыннолистная	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Sp1	КС
2	Амория непостоянная	<i>Amoria ambigua</i> (Bieb.) Sojak	Sp1	К
3	Василек раскидистый	<i>Centaurea diffusa</i>	Sp2	С
4	Вика (Горошек) тонколистная	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	Sp1	К
5	Вика (Горошек) узколистная	<i>Vicia angustifolia</i> Reichard	Sp1	К
6	Вьюнок полевой	<i>Convolvulus arvensis</i>	Sp1	Я
7	Журавельник цикutowый	<i>Erodium cicutarium</i>	Sp2	Л, М
8	Кардария крупка	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Sp2	С
9	Козлобородник опушенноносый	<i>Tragopogon dasyrhychnus</i> Artemcz.	Sp1	К
10	Коровяк мучнистый	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	Sol	С
11	Костер японский	<i>Bromus japonicus</i>	Sp1	С
12	Люцерна маленькая	<i>Medicago minima</i>	Sp2	С
13	Люцерна хмелевидная	<i>Medicago lupulina</i> L.	Sp1	С
14	Молочай степной	<i>Euphorbia stepposa</i> Zoz	Sol	Я
15	Мятлик узколистный	<i>Poa angustifolia</i> L.	Sp1	К
16	Овсяница валлиская	<i>Festuca valesiaca</i>	Sp1	К
17	Подорожник ланцетолистный	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sp1	Л
18	Полынь австрийская	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	Cop1	С
19	Тысячелистник щетинистый	<i>Achillea setacea</i> Waldst. et Kit.	Sp3	Л
20	Чертополох поникающий	<i>Carduus nutans</i> L.	Sp1	С
21	Шалфей мутовчатый	<i>Salvia verticillata</i> L.	Sp2	С, М
22	Щавель кислый	<i>Rumex acetosa</i> L.	Sp1	Л
23	Эгилопс цилиндрический	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	Sp2	С

\* Обилие видов по шкале О. Друде.

\*\* Качественная оценка: КС – карантинный сорняк, С – сорное, К – кормовое, Л – лекарственное, Д – декоративное, Я – ядовитое, М – медонос.

Table 3  
The analysis of vegetation modification with dominance in grass stand *Artemisia austriaca*, *Achillea setacea*

No.	Name of plants	Latin names	Abundance of species*	Value**
1	Common ragweed	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Sp1	QW
2	Amoria is fickle	<i>Amoria ambigua</i> (Bieb.) Sojak	Sp1	F
3	Corn-flower spreading	<i>Centaurea diffusa</i>	Sp2	W
4	Vetch (Peas) thin-leaved	<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	Sp1	F
5	Vetch (Peas) narrow-leaved	<i>Vicia angustifolia</i> Reichard	Sp1	F
6	Bindweed field	<i>Convolvulus arvensis</i>	Sp1	P
7	Cecle crane	<i>Erodium cicutarium</i>	Sp2	D, N
8	Pepper weed	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Sp2	W
9	Salsify pubescent	<i>Tragopogon dasyrhychnus</i> Artemcz.	Sp1	F
10	Powdery mullein	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	Sol	W
11	Japanese brome	<i>Bromus japonicus</i>	Sp1	W
12	Alfalfa small	<i>Medicago minima</i>	Sp2	W
13	Alfalfa hop	<i>Medicago lupulina</i> L.	Sp1	W
14	Euphorbia steppe	<i>Euphorbia stepposa</i> Zoz	Sol	P
15	Bluegrass narrow-leaved	<i>Poa angustifolia</i> L.	Sp1	F
16	Fescue welsh	<i>Festuca valesiaca</i>	Sp1	F
17	Ribwort	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Sp1	D
18	Wormwood austrian	<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	Cop1	W
19	Yarrow bristly	<i>Achillea setacea</i> Waldst. et Kit.	Sp3	D
20	The thistle drooping	<i>Carduus nutans</i> L.	Sp1	W
21	Sage whorled	<i>Salvia verticillata</i> L.	Sp2	W, N
22	Sorrel is sour	<i>Rumex acetosa</i> L.	Sp1	D
23	Aegilops the cylindrical	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	Sp2	C

\* Abundance of species on O. Drude's scale.

\*\* Quality standard: QW – a quarantine weed, W – weed, F – fodder, D – drug plant, O – ornamental, P – poisonous, N – nectariferous.



Человек может решать, как он будет распоряжаться природными ресурсами, но он должен помнить о том, что мы оставим нашим потомкам. Не стоит забывать основной экологический принцип, что мы всего лишь часть природы, но никак не ее властители. А это означает, что нужно не только брать у природы, но и отдавать – восстанавливать ее ресурсы и сохранять их [11, с. 1; 12, с. 64].

В данной ситуации снижение пастбищной нагрузки или ограничение выпаса, то есть предоставление деградированным травостоям режима отдыха, – мера малоэффективная. Самовосстановление выродившегося природного травостоя возможно только в том случае, если рядом сохранились участки пастбищных целин. Биологическая конкуренция нецелинных растений настолько велика, что случайно заносимые со стороны семена целинных растений не в состоянии восстановить свое доминирование [3, с. 443; 13, с. 585; 14, с. 15].

При улучшении и рациональном использовании присельские пастбища могут стать основой эффективного развития мясного скотоводства и овцеводства индивидуально-сектора (хозяйства поселений и крестьянские (фермерские) хозяйства). В данной ситуации невозможно обойтись без целенаправленной фитомелиоративной работы, предусматривающей следующие концептуальные основы:

- создание неограниченно долгодетных кормовых угодий, близких к естественным, но существенно улучшенных по составу компонентов, на основе современных достижений луговедческой науки, обеспечивающих экологическое равновесие в агроландшафте, охрану сельскохозяйственных угодий, повышение их плодородия;

- существенное улучшение качества подножного корма путем увеличения в создаваемом травостое высокопротеинового бобового компонента до 25–30 %;

- организацию пастбищеоборота и других прогрессивных приемов эффективной организации пастбищного хозяйства [13, с. 587; 15, с. 396].

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Создание на месте деградированных пастбищ травостоев, аналогичных первичной степи с обилием злаковых, бобовых и других целинных видов растений, позволит получать пастбищные корма с высокой поедаемостью корма. Одним из перспективных способов поэтапного восстановления степных экосистем является метод агростепей. Основные его положения освещены в печати создателем этого метода [15, с. 395]. Он заключается в использовании семян дикорастущих целинных трав с применением существующих агроприемов (мелкая вспашка, дискование, культивация) и позволяет поэтапно решать проблему восстановления деградированных травостоев и создания кормовых фитоценозов с урожайностью 25–30 ц/га воздушно-сухой массы с поедаемостью 85–95 %.

Осуществление данных мероприятий потребует значительных хозяйственно-экономических затрат, а также рачительного использования восстановленных травостоев в режиме пастбищеоборота и регулирования допустимых норм нагрузки и поголовья животных, соответствующих используемым площадям присельских пастбищ. И здесь важна роль не только местных муниципалитетов, но и самих жителей поселений.

Сегодня природные кормовые угодья (присельские пастбища) нуждаются в помощи, но при поэтапном их улучшении и дальнейшем рациональном использовании они могут стать важным источником качественных кормов для животных индивидуально-сектора и долгие годы служить во благо человека [14, с. 4; 16, с. 6].

### Библиографический список

1. Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Кормовые ресурсы – главный фактор развития животноводства Ставропольского края // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: сборник научных статей по материалам 82-й Международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2017. С. 51–55.
2. Lapenko N., Godunova E., Dudchenko L., Kuzminov S., Kapustin A. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // IAJP. 2019. Vol. 6. Iss. 3. Pp. 6329–6336.
3. Дзыбов Д. С. Растительность Ставропольского края: монография. Ставрополь: Агрус. 2018. 492 с.
4. Сельское хозяйство в Ставропольском крае: статистический сборник. Ставрополь. 2018. 130 с.
5. Пространственное развитие степных и постцелинных регионов Европейской России. Т. 1. / Под ред. А. А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. 192 с.
6. Ерошенко Ф. В., Барталев С. А., Лапенко Н. Г., Самофал Е. В., Сторчак И. Г. Возможности дистанционной оценки состояния и степени деградации природных кормовых угодий / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 7. С. 53–66.
7. Лапенко Н. Г. Относительное обилие пастбищных сорняков в степных экосистемах разного уровня сохранности // Степи Северной Евразии: материалы VII Международного симпозиума. Оренбург, 2015. С. 463–466.
8. Лапенко Н. Г., Оганян Л. Р. Лугопастбищное кормопроизводство как основа эффективного развития животноводства // Сельскохозяйственный журнал. Ставрополь. 2019. Т. 1. № 12. С. 12–20.
9. Турко С. Ю., Трубакова К. Ю. Рост и развитие растений на пастбищах аридной зоны и вопрос их эксплуатации (на примере искусственно созданных моделей) // Аграрный Вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 27–34.
10. Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Желтопузов В. Н., Хонина О. В. Рекомендации по нормам нагрузки скота на пастбищах по муниципальным образованиям Ставропольского края. Ставрополь, 2015. 36 с.
11. Рациональное использование природных ресурсов [Электронный ресурс] // Экологический портал ECOportal. URL: <https://ecportal.info/racionalnoe-ispolzovanie-prigodnykh-resursov> (дата обращения: 02.08.2019).
12. Чибилев А. А. Картины природы степной Евразии: Сохранить, что осталось, вернуть, что возможно // Степи Северной Евразии: материалы VII Международного симпозиума. Оренбург, 2015. С. 48–51.

13. Гребенников В. Г., Шпилов И. А., Хонина О. В., Турун И. П. Приемы повышения продуктивности деградированных сенокосов и пастбищ // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: материалы II Международной научно-практической интернет-конференции. Солонное Займище, 2017. С. 584–591.

14. Чибилев А. А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов: репринтное издание. Оренбург, 2016. 182 с.

15. Dzybov D. S., Starodubtseva A. M. Efficacy of the agrosteppe method for restoring eroded lands // EGF at 50: The Future of European Grasslands. Aberystwyth, Wales. 2014. September. Vol. 19. Pp. 394–396.

16. Кулик К. Н. К 30-летию Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием черных земель и кизлярских пастбищ // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 5–12.

#### Об авторах:

Нина Григорьевна Лапенко<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-3856-690X, AuthorID 91042, +7 906 413-72-38, [sniish\\_stepi@mail.ru](mailto:sniish_stepi@mail.ru)

Лусине Робертовна Оганян<sup>1</sup>, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-0019-8956, AuthorID 744093, +7 906 498-83-88, [oganyan@inbox.ru](mailto:oganyan@inbox.ru)

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

## Rural pastures – the important food supply for animals of the individual sector

N. G. Lapenko<sup>1</sup>✉, L. R. Oganyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhaylovsk, Russia

✉E-mail: [sniish\\_stepi@mail.ru](mailto:sniish_stepi@mail.ru)

**Abstract. The work purpose** – to get information about the modern state of natural lands (rural pastures) which a cattle and sheep of individual sector are based on and to offer measures on renewal and maintainance of natural vegetation. **Technique and objects of a research.** The statistical analysis in dynamics of number of cattle and sheep, including on categories of farms is made. The geobotanical description of the vegetation is carried out on registration platforms of 100 m<sup>2</sup> to the O. Drude's system. Determination of biological productivity of a vegetable cover was carried out by a hay crop in the same place (from 0.5 m<sup>2</sup> in sixfold frequency). The objects of our research are the village pastures. **Results and practical importance.** The analysis of a livestock of animals on categories of farms of Stavropol region is shown. For the last 18 years population in an individual sector, including peasant (farmer) farms and farms of the population increased by 1.6 times. Within the studied communities vegetation modifications with the dominating plant species are revealed: *Achillea setacea*, *Artemisia austriaca*, *Poa bulbosa*, etc. They are spatially unhomogeneous, on specific composition poor. The quantity of types on the registration square (100 m<sup>2</sup>) averages 24, with fluctuations from 17 to 28. An assessment of fodder potential of natural grass stand degraded, extents of their degradation is given. Grass stand degraded, has poor quality of a forage. In its structure up to 74 % of the not virgin land species which do not have feeding value: *Artemisia austriaca*, *Convolvulus arvensis*, *Erodium cicutarium*, etc. **Scientific novelty.** Negative consequences of unsystematic pasturage of the cattle on the limited area of the rural pastures which are under authority of municipal units are shown. Restoration of the degraded areas of rural pastures by method of agrostepes is recommended. In its basis – use of seeds of wild-growing steppe herbs.

**Keywords:** individual sector, forage reserve, method of agrostepes, vegetative modifications, pasturable degradation, livestock, rural pastures, weeds, steppe grasses, virgin steppe.

**For citation:** Lapenko N. G., Oganyan L. R. Rural pastures – the important food supply for animals of the individual sector // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 9–17. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e318036.10746233. (In Russian.)

**Paper submitted:** 07.08.2019.

#### References

1. Grebennikov V. G., Shipilov I. A., Honina O. V. Kormovyye resursy – glavnyy faktor razvitiya zhivotnovodstva Stavropol'skogo kraya [Fodder resources – the main factor of development of livestock production of Stavropol Krai] // Innovatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve, veterinarii i pishchevoy promyshlennosti: sbornik nauchnykh statey po materialam 82-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Stavropol: Agrus, 2017. Pp. 51–55. (In Russian.)

2. Lapenko N., Godunova E., Dudchenko L., Kuzminov S., Kapustin A. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // IAJPS. 2019. Vol. 6. Iss. 3. Pp. 6329–6336.

3. Dzybov D. S. Rastitel'nost' Stavropol'skogo kraya: monografiya [Vegetation of Stavropol Krai: monography]. Stavropol: Agrus, 2018. 492 p. (In Russian.)

4. Sel'skoye khozyaystvo v Stavropol'skom kraye: Statisticheskiy sbornik [Agriculture in Stavropol Krai: Statistical collection]. Stavropol, 2018. 130 p. (In Russian.)

5. Prostranstvennoye razvitiye stepnykh i posttselinnyykh regionov Evropeyskoy Rossii. T. 1. [Spatial development of steppe and post-virgin regions of the European Russia. T. 1] / Under the editorship of A. A. Chibilev. Orenburg: IS UrO RAN, 2018. 192 p. (In Russian.)
6. Eroshenko F. V., Bartalev S. A., Lapenko N. G., Samofal E. V., Storchak I. G. Vozmozhnosti distantsionnoy otsenki sostoyaniya i stepeni degradatsii prirodnykh kormovykh ugodyi [Possibilities of remote assessment of a state and extent of degradation of natural fodder grounds] // *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. 2018. T. 15. No. 7. Pp. 53–66. (In Russian.)
7. Lapenko N. G. Otnositel'noye obiliye pastbishchnykh sornyakov v stepnykh ekosistemakh raznogo urovnya sokhrannosti [Relative abundance of pasturable weeds in steppe ecosystems of different level of safety] // *Stepi Severnoy Evrazii: materialy VII Mezhdunarodnogo simpoziuma*. Orenburg, 2015. Pp. 463–466. (In Russian.)
8. Lapenko N. G., Oganyan L. R. Lugopastbishchnoye kormoproizvodstvo kak osnova effektivnogo razvitiya zhivotnovodstva [Pasture land forage production as basis of effective development of livestock production] // *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal*. 2019. T. 1. No. 12. Pp. 12–20. (In Russian.)
9. Turko S. Yu., Trubakova K. Yu. Rost i razvitiye rasteniy na pastbishchakh aridnoy zony i vopros ikh ekspluatatsii (na primere iskusstvenno sozdannykh modeley) [Growth and development of plants on pastures in arid zone and question of their exploitation (on the example of artificially created models)] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. No. 4 (183). Pp. 27–34. (In Russian.)
10. Grebennikov V. G., Shipilov I. A., Zheltopuzov V. N., Khonina O. V. Rekomendatsii po normam nagruzki skota na pastbishchakh po munitsipal'nym obrazovaniyam Stavropol'skogo kraya [Recommendations about norms of loading of the cattle on pastures on municipal units of Stavropol Krai]. Stavropol, 2015. 36 p. (In Russian.)
11. Ratsional'noye ispol'zovaniye prirodnykh resursov [e-resource] [Rational use of natural resources] // *Ecological portal ECOportal*. URL: <https://ecoportal.info/racionalnoe-ispolzovanie-prirodnix-resursov> (appeal date: 02.08.2019). (In Russian.)
12. Chibilev A. A. Kartiny prirody stepnoy Evrazii: Sokhranit', chto ostalos', vernut', chto vozmozhno [Pictures of the nature of steppe Eurasia: To keep that remained, to return that is possible] // *Stepi Severnoy Evrazii: materialy VII Mezhdunarodnogo simpoziuma*. 2015. Pp. 48–51. (In Russian.)
13. Grebennikov V. G., Shipilov I. A., Honina O. V., Turun I. P. Priyemy povysheniya produktivnosti degradirovannykh senokosov i pastbishch [Methods of increase in efficiency degradation of haymakings and pastures] // *Sovremennoye ekologicheskoye sostoyaniye prirodnoy sredy i nauchno-prakticheskiye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii*. Solenoye Zaymishche, 2017. Pp. 584–591. (In Russian.)
14. Chibilev A. A. Ekologicheskaya optimizatsiya stepnykh landshaftov: reprintnoye izdaniye [Ecological optimization of steppe landscapes: reprint edition: reprint edition]. Orenburg, 2016. 182 p. (In Russian.)
15. Dzybov D. S., Starodubtseva A. M. Efficacy of the agrosteppe metod for restoring eroded lands // *EGF at 50: The Future of European Crasslands*. Aberystwyth, Wales. 2014. September. Vol. 19. Pp. 394–396.
16. Kulik K. N. K 30-letiyu General'noy skhemy po bor'be s opustynivaniyem chernykh zemel' i kizlyarskikh pastbishch [To the 30 anniversary of the General scheme on fight against desertification of black lands and the Kizlyar pastures] // *Aridnyye ekosistemy*. 2018. T. 24. No. 1 (74). Pp. 5–12. (In Russian.)

#### **Authors' information:**

Nina G. Lapenko<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, leading researcher, ORCID 0000-0003-3856-690X, AuthorID 91042, +7 906 413-72-38, [sniish\\_stepi@mail.ru](mailto:sniish_stepi@mail.ru)

Lusine R. Oganyan<sup>1</sup>, research associate, ORCID 0000-0002-0019-8956, AuthorID 744093, +7 906 498-83-88, [oganyan@inbox.ru](mailto:oganyan@inbox.ru)

<sup>1</sup>North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhaylovsk, Russia



## Биологизированные севообороты – основной фактор повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности пашни в Верхневолжье

С. Т. Эседуллаев<sup>1</sup>, И. Г. Мельцаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра, Иваново, Россия

<sup>✉</sup> E-mail: ivniicx@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – изучить на типичных для Верхневолжья дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах влияние биологизированного шестипольного севооборота, на 50 % насыщенного бобовыми культурами на плодородие почвы и урожайность агрокультур. **Методы.** В результате полевых опытов и лабораторных исследований получены новые данные и знания о влиянии биологизации севооборота на его продуктивность и свойства дерново-подзолистой почвы. **Результаты и научная новизна.** Впервые в регионе изучено и установлено, что использование в севообороте бобовых трав вместо органических удобрений частично способствуют пополнению почвы органическим веществом и азотом в виде пожнивно-корневых остатков и клубеньковых бактерий, что приводит к снижению деградации почвенного плодородия или даже к ее некоторому улучшению. К концу ротации севооборота при внесении (NPK)<sub>90</sub> кг/га по сравнению с контрольным вариантом (без NPK) в биологизированном севообороте содержание гумуса повысилось на 0,14 %, несколько снизилась кислотность почвенного раствора на 0,25 ед, увеличилось содержание нитратного азота на 59 %, подвижного фосфора – на 72,8 %, обменного калия – на 70,4 %. Плотность сложения почвы в целом в слое 0–20 см в занятом пару, под яровой пшеницей и овсом составила 1,22–1,24 г/см<sup>3</sup>, на остальных культурах (где не проводилась обработка в течение 2 лет) – 1,35–1,39 г/см<sup>3</sup>. Минерализация льняной ткани активнее происходила под клевером 1 и 2 г. п. – 35,6–42,7 % и 31,0 и 37,3 %, в занятом ( вико-овсяном) – 26,5–34,4 %, менее интенсивно – под озимой пшеницей (20,9–27,5) и овсом (20,1–25,2 %), совсем слабо – под яровой пшеницей (13,0–16,5 %) на контроле и уровне минерального питания соответственно. Сорняков меньше насчитывалось в посевах озимой пшеницы – 84 шт/м<sup>2</sup>, так как она является более конкурентной по отношению к ним, овса – 112 шт., клевера – 131 шт., в занятом пару – 124 шт., яровой пшеницы – 138 шт/м<sup>2</sup>. Урожайность культур в большей степени определялась вносимыми удобрениями. На удобренных участках по сравнению с контролем продуктивность викоовсяной смеси была выше на 36,2 %, яровой пшеницы – на 24,4 %, клевера 1 г. п. – на 36,2 %, 2 г.п. – на 45,7 %, озимой пшеницы – на 25,7 %, овса – на 30 %.

**Ключевые слова:** биологизированные севообороты, бобовые травы, насыщение, дерново-подзолистая почва, плодородие, продуктивность, удобрения.

**Для цитирования:** Эседуллаев С. Т., Мельцаев И. Г. Биологизированные севообороты – основной фактор повышения плодородия дерново-подзолистых почв и продуктивности пашни в Верхневолжье // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С.18–26. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e3d2300.42959538.

**Дата поступления статьи:** 03.09.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Для того чтобы севооборот выполнял свое предназначение, необходимо иметь в нем соответствующий набор культур, исходя из почвенно-климатических особенностей зоны, их оптимальное соотношение в структуре посевов и уровня продуктивности. Рациональная структура посевов позволяет более полноценно использовать пашню и тем самым произвести большее количество растениеводческой продукции, обеспечить охрану окружающей среды [10, с. 9]. Полевые культуры в зависимости от объема оставляемых пожнивно-корневых остатков по-разному воздействуют на процессы накопления и минерализации почвенного гумуса [7, с. 214].

Проблема сохранения и повышения почвенного плодородия тесно связана с применением всех возможных форм органического удобрения (навоз, компост, зеленое удобрение, солома и т. д.). Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в дерново-подзолистую почву требуется дополнительное внесение органического удобрения хорошего качества в количестве 8,0 т/га, с обязательным использованием посевов многолетних трав двухгодичного использования [8, с. 113].

В сложившихся условиях ликвидация бездефицитного баланса гумуса представляет некоторую проблему в связи с сокращением внесения навоза. В последние годы внесение органического удобрения в Верхневолжье снизилось

до 1,5–2,0 т/га, минеральных – до 20–25 кг/га (Росстат, 2016), дефицит органических удобрений в регионе составляет около 6,0–7,0 т/га, минеральных – 80–100 кг/га. В целях восполнения дефицита органического вещества в почве, как отмечают некоторые ученые-аграрники, необходимо широко использовать зеленое удобрение и солому [1, с. 87; 13, с. 24; 14, с. 8].

В настоящее время экономическое положение аграрного производства вследствие сложившегося диспаритета цен ухудшилось, поэтому многолетние бобовые культуры представляют большой интерес как энергосберегающие, поскольку все основные затраты при их возделывании относятся лишь к первому году, а со второго года они составляют примерно около 15–20 % от предыдущих затрат [12, с. 15; 5, с. 4].

Широко известно, что севооборот является основой любой зональной системы земледелия, важным фактором интенсификации и создает условия для применения интенсивных технологий [2, с. 34; 6, с. 38]. Главная задача севооборота – направленное регулирование влияния культурных растений на агрофизические, агрохимические свойства почвы, водный и температурный режимы [3, с. 195; 9, с. 4].

Одним из реальных путей, позволяющих улучшить ситуацию в отечественном земледелии – включение в севооборот традиционных биологических форм воспроизводства почвенного плодородия. Здесь наибольшего внимания заслуживает расширение практики травосеяния, увеличение в севооборотах доли многолетних трав, прежде всего бобовых. При возделывании бобовых растений не только обеспечивается сбалансированность кормов по протеину, но и пополняется почва азотом до 300 кг/га [15, с. 6].

Следовательно, система севооборотов по-прежнему остается ключевым звеном современного земледелия, так как весь комплекс задач по рациональному использованию пашни, воспроизводству плодородия почвы, ее защите от эрозии, охране окружающей среды и всего агроландшафта может решаться только лишь при оптимальном соотношении культур в рамках научно обоснованной и хорошо адаптированной для данной почвенно-климатической зоны системы севооборотов [4, с. 18].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследований – изучение и оценка агрофизических и агрохимических свойств дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и урожайности в биологизированном севообороте при насыщении на 50 % бобовыми культурами и высоком уровне минерального питания.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, типичная для региона. В слое почвы 0–20 см содержалось гумуса 2,32 %, подвижного фосфора – 221 мг/кг почвы, обменного калия – 212 мг/кг, рН (KCL) – 5,7, сумма поглощенных оснований – 6,7 мг-экв / 100 г. Опыт заложен в трехкратной повторности. Влажность почвы определяли по ГОСТ 28268-89, объемную массу почвы (плотность) – по методу Н. А. Качинского (1965), активность микроорганизмов методом аппликаций по Е. Н. Мишустину и А. Н. Петровой (1991), засоренность количественно-весовым методом путем наложения рамок,

познивно-корневые остатки – по Н. З. Станкову (1964). Удобрения вносили под предпосевную культивацию. Учет урожая проводили сплошным поделочным способом. Обработка почвы общепринятая для региона (орудия обработки – плуг, дисковая борона, плоскорез, культиватор КПС-4, сцепка зубовых борон, сеялка зернотравяная). Дернину многолетних трав сначала дисковали бороной БДТ-3 на 6–8 см, а затем проводили запахку на 20–22 см плугом ПН-4-35. В остальных случаях использовали в зависимости от климатических условий либо БДТ-3 с цепкой средних борон, либо обработку на 14–16 см противоэрозийным культиватором КПЭ-3,8 с последующей обработкой культиватором для сплошной обработки почвы КПС-4 на 10–12 см. После выравнивания поверхности пашни проводили посев зернотравяной или обычной сеялкой.

#### Результаты (Results)

Анализ режима увлажнения пахотного слоя почвы в севообороте и отдельно по культурам показал отсутствие зависимости содержания продуктивной влаги от внесенных минеральных удобрений. Основную роль в накоплении влаги в почвенном слое сыграли осадки как в период вегетации, так и осенне-зимние. Запасы продуктивной влаги зависели также от культуры.

По средним многолетним данным за вегетацию в Верхневолжье выпадает 350–400 мм осадков, но бывают засушливые или чрезмерно увлажненные годы. Так, в целом сухим оказался вегетационный период в 2016 г., когда ГТК за вегетацию не превышал 0,72 (за вегетацию выпало 158 мм), в 2018 г. – соответствовал норме – 1,32, а 2017 г. оказался переувлажненным, ГТК – 2,9. В этот год много осадков выпало в мае (90 мм) и июле (106 мм).

В наших исследованиях в слое 0–50 см максимальное количество влаги накапливалось в начале вегетации в занятом пару (вика + овес) и под озимой пшеницей – 60,3 и 59,8 мм. В конце вегетации наибольший запас продуктивной влаги содержался под посевами клевера 2 г. п. и клевера 1 года жизни (таблица 1).

Связано это вероятно с тем, что в вариантах с клевером меньше происходило испарение, а всходы озимой пшеницы осенью способствовали задержанию дополнительного количества снега, который не давал почве глубоко промерзнуть, а весной при таянии снега значительная часть влаги, не стекаясь, накапливалась в почве, пополняя ее запасы.

Важным показателем физического состояния почвы, характеризующий, в некотором роде, эффективное плодородие, считается плотность ее сложения. Значение плотности почвы в земледелии многосторонне, особенно она важна при регулировании водно-воздушного и температурного режимов, развития корневой системы, обеспечения культур питательными веществами. Чем плотнее почва, тем труднее проникает корневая система растений в нижние слои, это отрицательно сказывается на продуктивности растений.

В паровом поле в слое 0–20 см плотность оказалась относительно оптимальной для зерновых культур – 1,23 г/см<sup>3</sup> на контроле и до 1,21 г/см<sup>3</sup> при внесении 90 кг/га NPK (таблица 2).

Наибольшая плотность отмечена, как и следовало ожидать, под клевером 2 г. п. – 1,40 и 1,39 г/см<sup>3</sup> соответ-

Таблица 1  
Запасы продуктивной влаги в почве, мм (2016–2018 г.)

Культура	Начало вегетации		Конец вегетации	
	0–20 см	0–50 см	0–20 см	0–50 см
Пар (вика + овес)	28,4	60,3	40,0	85,2
Яровая пшеница + клевер	26,5	56,4	39,7	89,8
Клевер 1 г. п.	23,0	55,0	39,3	81,9
Клевер 2 г. п.	24,3	55,4	40,2	90,4
Озимая пшеница	28,6	59,8	37,6	82,5
Овес	24,8	57,5	39,5	88,7

Table 1  
Reserves of productive moisture in the soil, mm (2016–2018)

Culture	Start of vegetation		End of vegetation	
	0–20 cm	0–50 cm	0–20 cm	0–50 cm
Steam (vetch + oats)	28.4	60.3	40.0	85.2
Spring wheat + clover	26.5	56.4	39.7	89.8
Clover 1 year of use	23.0	55.0	39.3	81.9
Clover 2 year of use	24.3	55.4	40.2	90.4
Winter wheat	28.6	59.8	37.6	82.5
Oats	24.8	57.5	39.5	88.7

Таблица 2  
Влияние культур и уровня минерального питания на плотность почвы, г/см<sup>3</sup> (2016–2018)

Культура	Контроль		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	
	0–10 см	10–20 см	0–10 см	10–20 см
Пар (вика + овес)	1,20	1,25	1,18	1,24
Яровая пшеница + клевер	1,22	1,26	1,20	1,26
Клевер 1 г. п.	1,32	1,39	1,31	1,36
Клевер 2 г. п.	1,38	1,42	1,37	1,40
Озимая пшеница	1,33	1,40	1,32	1,39
Овес	1,22	1,27	1,19	1,26
Средняя	1,28	1,33	1,26	1,32

Table 2  
The influence of crops and the level of mineral nutrition on soil density, g/cm<sup>3</sup> (2016–2018)

Culture	Control		N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	
	0–10 cm	10–20 cm	0–10 cm	10–20 cm
Steam (vetch + oats)	1.20	1.25	1.18	1.24
Spring wheat + clover	1.22	1.26	1.20	1.26
Clover 1 year of use	1.32	1.39	1.31	1.36
Clover 2 year of use	1.38	1.42	1.37	1.40
Winter wheat	1.33	1.40	1.32	1.39
Oats	1.22	1.27	1.19	1.26
Average	1.28	1.33	1.26	1.32

ственно. Высокой она была под клевером 1 г. п. и озимой пшеницей – 1,36 и 1,37 г/см<sup>3</sup> на контроле, 1,34 и 1,36 г/см<sup>3</sup> на фоне минерального питания, что связано с длительным отсутствием обработки почвы в этих вариантах.

На фоне с удобрениями отмечалась слабая тенденция к ее снижению, связанному с тем, что внесенные минеральные удобрения способствовали лучшему развитию корневой системы, а после отмирания и разложения ее формировались микропоры, они и обеспечивали снижение.

Одним из значимых показателей плодородия почвы является ее биологическая активность, определяемая скоростью разложения микроорганизмами льняного полотна. Микроорганизмы участвуют также в минерализации вно-

симого органического удобрения, пожнивных и корневых остатков культур, в переводе из труднодоступных для растений элементов питания в доступную форму, трансформации вносимого в почву минерального удобрения.

Установлено, что возделывание в севообороте однолетних и многолетних бобовых трав стимулировало почвенную микрофлору. Минерализация льняной ткани интенсивнее происходила под клевером первого года пользования (35,6 % на контроле и 42,7 % по NPK-90) и второго года – 31,9 и 37,3 % соответственно. Под озимой пшеницей ткань минерализовалась на 20,9 и 27,2 % и чуть ниже под овсом – 20,1 и 25,2 %. Менее интенсивно минерализация происходила под яровой пшеницей с подсевом клевера,



где на контроле ткань распалась лишь на 13,9 %, на фоне удобрений – на 18,2 % (таблица 3).

Внесение минеральных удобрений в дозе NPK-90 кг/га увеличило разложение льняного полотна в среднем по культурам на 6,2 % по сравнению с контролем, что указывает на активизацию микробиологических процессов из-за накопления в этом варианте большего количества органических остатков.

Наблюдения за накоплением пожнивно-корневых остатков (ПКО) показали, что под клевером на контроле их накопилось 6,14 т/га, что в 2 раза больше, чем под викоовсяной смесью, в 1,55 раза больше, чем под озимой пшеницей, и в 2,3 раза больше, чем под овсом. На фоне с удобрениями интенсивность их накопления была выше: клевер аккумулировал 7,55, викоовсяная смесь – 3,85, озимая пшеница – 4,52 и овес – 3,94 т/га. Из изучаемых культур меньше всего остатков оставляла яровая пшеница – 2,19 и 2,83 т/га (таблица 4). Характер накопления органических остатков во многом зависел от биологии культуры и уровня минерального питания.

Бобовые травы в севообороте снижают напряженность в азотном питании растений за счет его фиксации и благодаря большому объему оставляемых растительных остатков, богатых азотом, и за счет их почва пополняется органическим веществом примерно на 35–40 % [11, с. 79].

Агрохимический анализ почвы свидетельствует о том, что ее свойства изменялись в зависимости от внесения минеральных удобрений. Содержание гумуса по вариантам опыта за исследуемый период при внесении NPK имело тенденцию к повышению во всех изучаемых вариантах. Максимальное увеличение гумуса отмечено в вариантах:

многолетние травы 2 г. п. – 0,19 %, озимая пшеница – 0,16 %, занятый пар – 0,15 % (таблица 5). В целом прирост гумуса на делянках с (NPK)<sub>90</sub> кг/га составил 0,14 % по отношению к контролю, в то время как на контроле минимальное увеличение гумусовых веществ было отмечено только на вариантах пара, овса и озимой пшеницы. На первых двух делянках прирост гумусовых соединений составил 0,01 %, на третьей – 0,02 %. В то же время на участках яровой пшеницы и клевера 1 г. п. выявлено его снижение на 0,15 и 0,05 % по отношению к исходной величине. Под клевером второго года пользования прирост остался на уровне первоначального значения. В целом на контрольном варианте отмечено его снижение до отрицательного значения – до 0,03 %, или на 1,1 т/га, а на фоне с удобрением прирост гумуса составил 5,17 т/га.

При анализе полученных данных можно сделать вывод о том, что даже насыщение севооборота бобовыми травами, без дополнительного внесения органических и минеральных удобрений, не обеспечивает почву достаточным количеством органического вещества для существенного улучшения гумусового составляющего. Поэтому для значительного повышения содержания гумуса необходимо дополнительное внесение либо навоза, либо высоких доз минеральных удобрений, чтобы увеличить выход пожнивно-корневых остатков, о чем убедительно свидетельствуют полученные нами данные. При внесении (NPK)<sub>90</sub> растительных остатков было достаточно для формирования положительного баланса гумуса – 2,43 %, а без NPK баланс оказался отрицательным – 2,29 % при исходной величине 2,32 % (таблица 5).

Таблица 3  
Влияние культур и уровня минерального питания на разложение льняной ткани, % (2016–2018)

Культура	Уровень минерального питания	
	Контроль	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>
Пар (вика + овес)	26,5	34,4
Яровая пшеница + клевер	13,9	18,2
Клевер 1 г. п.	35,6	42,7
Клевер 2 г. п.	31,0	37,3
Озимая пшеница	20,9	27,2
Овес	20,1	25,2
Средняя	24,6	30,8

Table 3  
The influence of crops and the level of mineral nutrition on the decomposition of linen fabric, % (2016–2018)

Culture	Level of mineral nutrition	
	Control	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>
Steam (vetch + oats)	26.5	34.4
Spring wheat + clover	13.9	18.2
Clover 1 year of use	35.6	42.7
Clover 2 year of use	31.0	37.3
Winter wheat	20.9	27.2
Oats	20.1	25.2
Average	24.6	30.8

Таблица 4

Поступление в почву растительных остатков после уборки основных культур, т/га абсолютно сухой массы (2016–2018)

Культура	Растительные остатки в слое почвы 0–30 см					
	Контроль			(NPK) <sub>90</sub>		
	Корни	Пожнивные остатки	Всего	Корни	Пожнивные остатки	Всего
Клевер луговой	4,25	1,89	6,14	5,22	2,33	7,55
Викоовсяная смесь	2,23	0,79	3,02	2,72	1,13	3,85
Озимая пшеница	2,59	1,36	3,95	2,47	1,55	4,52
Овес	1,81	0,84	2,65	2,71	1,23	3,94
Яровая пшеница	1,45	0,74	2,19	1,76	1,07	2,83
Всего за ротацию	11,5	5,62	17,1	14,9	7,31	22,7
Средняя	2,31	1,12	3,77	2,97	1,46	4,54

Table 4

Soil accumulation of plant residues after harvesting the main crops, t/ha of absolutely dry mass (2016–2018)

Culture	Plant residues in the soil layer 0–30 cm					
	Control			(NPK) <sub>90</sub>		
	The roots	Crop residues	Total	The roots	Crop residues	Total
Meadow clover	4.25	1.89	6.14	5.22	2.33	7.55
A mixture of vetch and oats	2.23	0.79	3.02	2.72	1.13	3.85
Winter wheat	2.59	1.36	3.95	2.47	1.55	4.52
Oats	1.81	0.84	2.65	2.71	1.23	3.94
Spring wheat	1.45	0.74	2.19	1.76	1.07	2.83
Total for rotation	11.5	5.62	17.1	14.9	7.31	22.7
Average	2.31	1.12	3.77	2.97	1.46	4.54

Таблица 5

Влияние минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы (слой 0–20 см) (2016–2018 гг.)

Культура	Доза удобрения	pH (сол.)	NO <sub>3</sub> , мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг	Гумус, %
Пар (вика + овес)	0	5,6	19,1	228	214	2,33
	(NPK) <sub>90</sub>	5,7	28,8	235	262	2,48
Яровая пшеница + клевер	0	5,5	12,0	195	146	2,17
	(NPK) <sub>90</sub>	5,7	19,0	228	175	2,29
Клевер 1 г. п.	0	5,3	19,5	200	154	2,27
	(NPK) <sub>90</sub>	5,8	22,4	235	209	2,34
Клевер 2 г. п.	0	5,8	13,5	242	167	2,32
	(NPK) <sub>90</sub>	6,0	36,3	250	349	2,51
Озимая пшеница	0	5,5	13,0	195	248	2,34
	(NPK) <sub>90</sub>	5,8	17,8	235	311	2,50
Овес	0	5,9	12,2	177	126	2,33
	(NPK) <sub>90</sub>	6,1	23,0	235	192	2,47
Средняя	0	5,60	14,8	206	176	2,29
	(NPK) <sub>90</sub>	5,85	24,5	236	249	2,43

Table 5

The effect of mineral fertilizers on agrochemical properties soil (layer 0–20 cm) (2016–2018)

Culture	Fertilizer dose	pH (saline)	NO <sub>3</sub> , mg/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/kg	K <sub>2</sub> O, mg/kg	Humus, %
Steam (vetch + oats)	0	5.6	19.1	228	214	2.33
	(NPK) <sub>90</sub>	5.7	28.8	235	262	2.48
Spring wheat + clover	0	5.5	12.0	195	146	2.17
	(NPK) <sub>90</sub>	5.7	19.0	228	175	2.29
Clover 1 year of use	0	5.3	19.5	200	154	2.27
	(NPK) <sub>90</sub>	5.8	22.4	235	209	2.34
Clover 2 year of use	0	5.8	13.5	242	167	2.32
	(NPK) <sub>90</sub>	6.0	36.3	250	349	2.51
Winter wheat	0	5.5	13.0	195	248	2.34
	(NPK) <sub>90</sub>	5.8	17.8	235	311	2.50
Oats	0	5.9	12.2	177	126	2.33
	(NPK) <sub>90</sub>	6.1	23.0	235	192	2.47
Average	0	5.60	14.8	206	176	2.29
	(NPK) <sub>90</sub>	5.85	24.5	236	249	2.43

Таблица 6  
Засоренность культур севооборота, шт/м<sup>2</sup> (2016–2018 гг.)

Вариант опыта	Контроль			N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>		
	Многолетних	Однолетних	Всего	Многолетних	Однолетних	Всего
Пар (вика + овес)	40	80	120	40	88	128
Яровая пшеница + клевер	24	112	136	20	120	140
Клевер 1 г. п.	40	40	80	48	56	104
Клевер 2 г. п.	52	78	130	48	84	132
Озимая пшеница	18	64	82	20	64	84
Овес	32	80	112	32	84	116
Средняя	32	76	108	35	83	118

Table 6  
Weed crop rotation, pcs/m<sup>2</sup> (2016–2018)

Experience variant	Control			N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>		
	Perennials	Annuals	Total	Perennials	Annuals	Total
Steam (vetch + oats)	40	80	120	40	88	128
Spring wheat + clover	24	112	136	20	120	140
Clover 1 year of use	40	40	80	48	56	104
Clover 2 year of use	52	78	130	48	84	132
Winter wheat	18	64	82	20	64	84
Oats	32	80	112	32	84	116
Average	32	76	108	35	83	118

Что касается содержания нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия, то здесь имеем ту же тенденцию, как и при формировании гумуса. В сравнении с контролем их накопление на делянках с внесением удобрений было выше в 1,69, 1,37 и 1,42 раза соответственно. Кислотность почвенного раствора по отношению к первоначальному значению при внесении удобрений уменьшилась на 0,15 ед., на контроле, наоборот, увеличилась – на 0,1. Объясняется это тем, что удобрения увеличивают количеством пожнивно-корневых остатков, которые накапливают в своей массе щелочные соединения в виде кальция и магния, извлекаемые корневой системой с нижних горизонтов, а также активизацией жизнедеятельности дождевых червей, которые выделяют с экскрементами в течение вегетационного периода до 20–25 кг/га кальция.

Важной проблемой земледелия считается борьба с сорняками. П. А. Костычев считал уничтожение сорной растительности важнейшим средством борьбы с засухой. По этому поводу он писал: «Какая польза будет от того, что мы приводим почву в прекрасное состояние, обеспечивающее сохранению почвенной влаги, если сорняки не будут истреблены. Высокая влажность почвы только поможет распространению сорных трав и для растений культурных не только не останется влаги, но они еще будут заглушены сорной растительностью».

В нашем опыте наиболее конкурентными в борьбе с сорняками оказались озимая пшеница и клевер 1 г. п., в посевах которых количество сорняков было меньше по сравнению с яровой пшеницей, клевером 2 г. п. и овсом. В посевах клевера 1 г. п. насчитывалось 80–104 шт/м<sup>2</sup> сорняков, озимой пшеницы – 82 – 84 шт/м<sup>2</sup> (таблица 6).

Менее конкурентоспособными – яровая пшеница с 136 и 140 шт/м<sup>2</sup> сорняков, клевер 2 г. п. – 130 и 132 шт/м<sup>2</sup>, овес – 112 и 116 шт/м<sup>2</sup> на контроле и фоне минерального питания соответственно, что и привело широкому их распространению в этих вариантах. Минеральные удобрения незначительно увеличили засоренность посевов.

Насыщения бобовыми травами севооборота и создание при этом благоприятных агрофизических и агрохимических условий положительно сказались на урожайности выращиваемых культур. Так, урожайность озимой пшеницы по пласту многолетних трав составила на контроле 4,17 т/га, а на фоне с удобрениями – 5,24 т/га, яровой пшеницы по викоовсяному пару – соответственно 2,99 и 3,72 т/га зерновых единиц, овса – 4,23 и 5,52 т/га, продуктивность многолетних трав 1 г. п. на контроле – 3,49 т/га, на фоне минерального питания – 4,42, второго года пользования – соответственно 3,83 и 5,58 т/га зерновых единиц (таблица 7). Прибавка урожая от минеральных удобрений варьировала от 24,4 % до 45,7 %. Наибольшая прибавка получена по клеверу 2 г. п. – 45,5 %, викоовсяной смеси – 36,2 %, овсу – 30 %. В целом прирост урожая от NPK составил 1,09 т/га.

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

Использование бобовых культур в севообороте совместно с минеральными удобрениями позволило снизить плотность почвы по сравнению с контролем на 0,015 г/см<sup>3</sup>, увеличить минерализацию льняной ткани на 6,2 %, увеличить массу пожнивно-корневых остатков на 7,81 т/га.

Ввиду поступления большего количества органических остатков в почву с бобовыми культурами на фоне внесения минерального удобрения к концу ротации севооборота отмечено увеличение гумуса на 0,11 % по сравнению с исходной величиной, снижение кислотности на 0,25 ед., повышение содержания нитратного азота по отношению к контролю на 9,7, подвижного фосфора – на 30, обменного калия – на 73 мг/кг почвы. На вариантах с внесением минеральных удобрений урожайность культур в целом выше контроля на 10,9 ц/га. Так, урожайность озимой пшеницы по пласту многолетних трав составила на контроле 4,17 т/га, а на фоне с минеральными удобрениями – 5,24 т/га, яровой пшеницы по викоовсяному пару – соответственно 2,99 и 3,72 т/га зерновых единиц. Таким образом, в условиях дефицита ресурсов, недостатка мине-



Таблица 7  
Урожайность культур в севообороте, т/га (2016–2018 гг.)

Чередование культур в севообороте	Контроль (без удобрений)	$N_{90}P_{90}K_{90}$	Различия с контролем
Пар (вика + овес)	2,29	3,12	0,83
Яровая пшеница + клевер	2,99	3,72	0,73
Клевер 1 г. п.	3,49	4,42	0,93
Клевер 2 г. п.	3,83	5,58	1,75
Озимая пшеница	4,17	5,24	1,07
Овес	4,23	5,52	1,29
Средняя	3,51	4,60	1,09

Table 7  
Crop yield in crop rotation, t/ha (2016–2018)

The repetition of crops in crop rotation	Control	$N_{90}P_{90}K_{90}$	Differences with control
Steam (vetch + oats)	2.29	3.12	0.83
Spring wheat + clover	2.99	3.72	0.73
Clover 1 year of use	3.49	4.42	0.93
Clover 2 year of use	3.83	5.58	1.75
Winter wheat	4.17	5.24	1.07
Oats	4.23	5.52	1.29
Average	3.51	4.60	1.09

ральных и органических удобрений биологизация севооборотов путем насыщения их бобовыми травами до 50 % при одновременном внесении умеренных доз минераль-

ных удобрений является важным фактором повышения плодородия потенциально бедных дерново-подзолистых почв и продуктивности севооборота.

#### Библиографический список

1. Вислобокова Л. Н., Скорочкина Ю. П. Использование сидератов и соломы в биологическом земледелии // Экологические проблемы использования органических удобрений в земледелии: сборник материалов научно-практической конференции с международным участием Всероссийского научно-исследовательского института органических удобрений. Владимир, 2015. С. 86–92.
2. Мазиров М. А., Матюк Н. С., Полин В. Д., Малахов Н. В. Влияние разных систем обработки и удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы // Земледелие. 2018. № 2. С. 33–36.
3. Дудкин В. М. Экологическая роль севооборота в современных системах земледелия // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: сборник трудов Международной научно-практической конференции Владимирского НИИСХ. Иваново, 2015. С. 195–199.
4. Зинченко М. К., Федулов И. Д., Шаркевич В. В. Распространение диазотрофных микроорганизмов в агроландшафтах серой лесной почвы // Владимирский земледелец. 2018. № 1. С. 14–19.
5. Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–8. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10301.
6. Лощинина А. Э. Сравнительная оценка агротехнологий разной интенсивности и урожайность полевых культур в условиях Верхневолжья: дис. ... канд. с.-х. наук. Иваново, 2017. 140 с.
7. Мельцаев И. Г., Зинченко С. И., Мазиров М. А. Экологическое обоснование повышения продуктивности агросистем Верхневолжья. Иваново: ПресСто, 2017. 383 с.
8. Мельцаев И. Г., Зинченко С. И., Эседуллаев С. Т., Лощинина А. Э. Значение севооборота и систем обработки почвы для повышения ее плодородия и урожайности. Иваново: ПресСто, 2019. 308 с.
9. Чебочаков Е. Я., Шпедт А. А. Эффективность приемов биологизации земледелия в разных агроэкологических районах Средней Сибири // Земледелие. 2018. № 6. С. 3–5. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10601.
10. Черкасов Г. Н., Акименко А. С. Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации Центрального Черноземья // Земледелие. 2016. № 5. С. 8–11.
11. Шеин Е. В., Мазиров М. А., Зинченко С. И. [и др.] Агрофизика: учебное пособие. Иваново: ПресСто, 2016. 124 с.
12. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхневолжья // Земледелие. 2016. № 1. С. 14–16.
13. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Рациональное использование паров и приемов биологизации в условиях Верхневолжья // Земледелие. 2015. № 6. С. 23–25.
14. Шрамко Н. В., Вихорева Г. В. Пути совершенствования гумусированности и продуктивности дерново-подзолистых почв Верхневолжья // Владимирский земледелец. 2017. № 2. С. 8–11.
15. Кислов А. В., Глинушкин А. П., Кашеев А. В. [и др.] Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала // Земледелие. 2018. № 6. С. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602.

**Об авторах:**

Сабир Тюменбекович Эседуллаев<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, директор, ORCID 0000-0001-6045-300X, AuthorID 486771, [ivniicx@mail.ru](mailto:ivniicx@mail.ru)

Иван Григорьевич Мельцаев<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0002-0855-9197, AuthorID 949857

<sup>1</sup> Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра, Иваново, Россия

## Biologized crop rotation – the main factor for fertility increases of sod-podzolic soils and arable land productivity in the Upper Volga

S. T. Esedullaev<sup>1</sup>✉, I. G. Meltsaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ivanovo Research Institute of Agriculture – a branch of the Upper Volga Federal Agrarian Research Center, Ivanovo, Russia

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

**Abstract.** The purpose of the study was to study the influence of biologized crop rotation with six fields by 50 %, saturated with legumes, on soil fertility and crop productivity on typical sod-podzolic light loamy soils of the Upper Volga. As a result of field experiments and laboratory studies, new data and knowledge about the effect of crop bipolarization on its productivity and the properties of sod-podzolic soil were obtained. For the first time in the region, it has been studied and established that use of legumes in the crop rotation instead of organic fertilizers partially contributes to the replenishment of the soil with organic matter and nitrogen in the form of organic residues and nodule bacteria, which leads to a decrease in the degradation of soil fertility or even to some improvement. By the end of rotation of the crop rotation when applying (NPK) 90 kg/ha compared with the control version (without NPK), in the biologized crop rotation, the humus content increased by 0.14 %, the acidity of the soil solution slightly decreased by 0.25 units, the content of nitrate nitrogen increased by 59 %, mobile phosphorus – by 72.8 % and exchange potassium – by 70.4 %. The density of soil compaction as a whole in a layer of 0–20 cm in occupied steam, under spring wheat and oats amounted to 1.22–1.24 g/cm<sup>3</sup>, in other crops (where treatment was not carried out for 2 years) – 1.35–1.39 g/cm<sup>3</sup>. Mineralization of flax tissue more actively occurred under clover 1st and 2nd years of use – 35.6–42.7 % and 31.0 and 37.3 % and in the employed (vetch-oat) – 26.5–34.4 %, less intensively under winter wheat – 20.9–27.5 and oats – 20.1–25.2 % and very weakly under spring wheat – 13.0–16.5 % at the control and the level of mineral nutrition, respectively. There were fewer weeds in winter wheat sowings – 84 pcs/m<sup>2</sup>, since it is more competitive with them, oats – 112 pcs, clover – 131 pcs, in a couple – 124 pcs and spring wheat – 138 pcs/m<sup>2</sup>. Productivity of crops to a greater extent was determined by the applied fertilizers. In fertilized plots, compared with the control, the productivity of the oatmeal mixture was 36.2 % higher, spring wheat – 24.4 %, clover 1st year of use – by 36.2 %, 2nd year of use – by 45.7 %, winter wheat – by 25.7 % and oats – by 30 %.

**Keywords:** biologized crop rotation, leguminous grasses, saturation, sod-podzolic soil, fertility, productivity, fertilizers.

**For citation:** Esedullaev S. T., Meltsaev I. G. Biologizirovannyye sevooboroty – osnovnoy faktor povysheniya plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv i produktivnosti pashni v Verkhnevolzh'ye [Biologized crop rotation - the main factor for fertility increases of sod-podzolic soils and arable land productivity in the Upper Volga] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 18–26. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e3d2300.42959538. (In Russian.)

**Paper submitted:** 03.09.2019.

### References

1. Vislobokova L. N., Skorochkina Y. P. Ispol'zovaniye sideratov i solomy v biologicheskom zemledelii [The use of green plants and straw in organic farming] // *Ekologicheskiye problemy ispol'zovaniya organicheskikh udobreniy v zemledelii: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta organicheskikh udobreniy*. Vladimir, 2015. Pp. 86–92. (In Russian.)
2. Mazirov M. A., Matyuk N. S., Polin V. D., Malakhov N. V. Vliyaniye raznykh sistem obrabotki i udobreniy na plodorodiye dernovo-podzolistoy pochvy [The influence of different processing systems and fertilizers on the fertility of sod-podzolic soil] // *Zemledelie*. 2018. No. 2. Pp. 33–36. (In Russian.)
3. Dudkin V. M. Ekologicheskaya rol' sevooborota v sovremennykh sistemakh zemledeliya [The ecological role of crop rotation in modern farming systems] // *Innovatsionnyye tekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii: sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Vladimirskogo NIISKH*. Ivanovo, 2015. Pp. 195–199. (In Russian.)

4. Zinchenko M. K., Fedulov I. D., SHarkevich V. V. Rasprostraneniye diazotrofnyykh mikroorganizmov v agrolandshaftakh seroy lesnoy pochvy [Distribution of diazotrophic microorganisms in agrolandscapes of gray forest soil] // Vladimirskiy zemledelets. 2018. No. 1. Pp. 14–19. (In Russian.)
5. Kiryushin V. I. Zadachi nauchno-innovatsionnogo obespecheniya zemledeliya Rossii [Tasks of scientific and innovative support for agriculture in Russia] // Zemledelie. 2018. No. 3. Pp. 3–8. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10301. (In Russian.)
6. Loshchinina A. E. Sravnitel'naya otsenka agrotekhnologiy raznoy intensivnosti i urozhaynost' polevykh kul'tur v usloviyakh Verkhnevolzh'ya: [Comparative evaluation of agricultural technologies of different intensities and field crop yields in the Upper Volga region]: dis. ... kand. s.-kh. nauk. Ivanovo, 2017. 140 p. (In Russian.)
7. Mel'tsayev I. G., Zinchenko S. I., Mazirov M. A. Ekologicheskoye obosnovaniye povysheniya produktivnosti agrosistem Verkhnevolzh'ya [Environmental rationale for increasing the productivity of agricultural systems of the Upper Volga]. Ivanovo: PresSto, 2017. 383 p. (In Russian.)
8. Mel'tsayev I. G., Zinchenko S. I., Esedullayev S. T., Loshchinina A. E. Znachenkiye sevooborota i sistem obrabotki pochvy dlya povysheniya eye plodorodiya i urozhaynosti [The importance of crop rotation and tillage systems to increase its fertility and productivity]. Ivanovo: PresSto, 2019. 308 p. (In Russian.)
9. Chebochakov E. Ya., Shpedt A. A. Effektivnost' priyemov biologizatsii zemledeliya v raznykh agroekologicheskikh rayonakh Sredney Sibiri [Efficiency of methods of biologization of agriculture in different agroecological regions of Central Siberia] // Zemledelie. 2018. No. 6. Pp. 3–5. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10601. (In Russian.)
10. Cherkasov G. N., Akimenko A. S. Sovershenstvovaniye sevooborotov i struktury posevnykh ploshchadey dlya khozyaystv razlichnoy spetsializatsii Tsentral'nogo Chernozem'ya [Improvement of crop rotation and the structure of sown areas for farms of various specialization of the Central Chernozem region] // Zemledelie. 2016. No. 5. Pp. 8–11. (In Russian.)
11. Shein E. V., Mazirov M. A., Zinchenko S. I. [et al.] Agrofizika: uchebnoye posobiye. [Agrophysics: textbook]. Ivanovo: PresSto, 2016. 124 p. (In Russian.)
12. Shramko N. V., Vikhoreva G. V. Rol' biologizirovannykh sevooborotov v izmenenii sodержaniya gumusa v dernovo-podzolistykh pochvakh Verkhnevolzh'ya [The role of biologized crop rotation in changing the humus content in sod-podzolic soils of the Upper Volga] // Zemledelie. 2016. No. 1. Pp. 14–16. (In Russian.)
13. Shramko N. V., Vikhoreva G. V. Ratsional'noye ispol'zovaniye parov i priyemov biologizatsii v usloviyakh Verkhnevolzh'ya [The rational use of vapors and techniques of biologization in the conditions of the Upper Volga] // Zemledelie. 2015. No. 6. Pp. 23–25. (In Russian.)
14. Shramko N. V., Vikhoreva G. V. Puti sovershenstvovaniya gumusirovannosti i produktivnosti dernovo-podzolistykh pochv Verkhnevolzh'ya [Ways to improve the humus and productivity of sod-podzolic soils of the Upper Volga] // Vladimirskiy zemledelets. No. 2, 2017. Pp. 8–11. (In Russian.)
15. Kislov A. V., Glinushkin A. P., Kashcheyev A. V. [et al.] Ekologizatsiya sevooborotov i biologicheskaya sistema vosproizvodstva pochvennogo plodorodiya v stepnoy zone Yuzhnogo Urala [Ecologization of crop rotation, and the biological system of soil fertility reproduction in the steppe zone of the Southern Urals] // Zemledelie. 2018. No. 6. Pp. 6–10. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10602. (In Russian.)

#### **Authors' information:**

Sabir T. Esedullaev<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, director, ORCID 0000-0001-6045-300X, AuthorID 486771, [ivniicx@mail.ru](mailto:ivniicx@mail.ru)

Ivan G. Meltsaev<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, professor, ORCID 0000-0002-0855-9197, AuthorID 949857

<sup>1</sup> Ivanovo Research Institute of Agriculture – a branch of the Upper Volga Federal Agrarian Research Center, Ivanovo, Russia



## Оценка качественного и количественного соотношения линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай по состоянию на 2018 год

А. В. Дубровин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, Дивово, Россия

E-mail: alexander.dubrovin45@yandex.ru

**Аннотация.** Одним из важнейших и перспективных направлений отечественного продуктивного коневодства на сегодняшний день является мясное табунное. Оно занимает наиболее устойчивую позицию и отличается положительной тенденцией развития, что обусловлено низкокзатратной технологией содержания, разведения и выращивания по сравнению с другими отраслями пастбищного животноводства. Анализ породной структуры табунов в Республике Алтай показал, что основная роль в табунном коневодстве региона отводится лошадям новоалтайской породы мясного направления продуктивности, основу которой, как и любой другой заводской породы, составляют племенные кобылы. Общеизвестно и неоднократно подтверждено исследованиями, что наследственные и фенотипические свойства матери оказывают большое воздействие на качество потомства любой заводской линии. **Целью** исследования являлось определение степени выраженности у маточного состава новоалтайской породы лошадей хозяйственно-полезных признаков и выявление наиболее перспективных и ценных линий породы в Республике Алтай. **Методы.** Проанализировано соотношение линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в хозяйствах региона по состоянию на 2018 год. Дана характеристика маток различных линий по возрасту и количеству. Проведен полинейный анализ показателей основных хозяйственно-полезных признаков. **Результаты исследования** показали превосходство маток линий рекрута и меча по основным селекционируемым признакам – живой массе, основным промерам и оценке экстерьера. По итогам исследования определено дальнейшее направление селекционной работы по совершенствованию лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай. **Научная новизна** исследования заключается в проведенном сравнительном анализе современного состояния линий новоалтайской породы лошадей в разрезе маточного поголовья Республики Алтай.

**Ключевые слова:** новоалтайская порода лошадей, племенная кобыла, маточное поголовье, линия, генеалогическая структура, хозяйственно-полезные признаки, живая масса, экстерьер, промеры.

**Для цитирования:** Дубровин А. В. Оценка качественного и количественного соотношения линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай по состоянию на 2018 год // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (191). С. 27–34. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e4a2b21.40634679.

**Дата поступления статьи:** 08.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

На сегодняшний день в мире существует множество пород и популяций лошадей, используемых для индустрии развлечений и спорта (конкур, скачки, бега), в некоторых социумах лошади активно используются в качестве транспорта и для военных целей [1, с. 1419; 2, с. 470]. Кроме того, одним из важнейших направлений конейспользования в современных условиях является продуктивное коневодство. Оно подразделяется на две подотрасли – молочное коневодство и мясное табунное [3, с. 21].

Продуктивное мясное коневодство – наиболее перспективная и рентабельная отрасль животноводства [4, с. 102]. Хозяйственная целесообразность развития табунного коневодства как специализированной отрасли вызывается тем, что оно позволяет более продуктивно использовать труднодоступные таежные, горные и полупустынные

пастбища, малопригодные для содержания скота других видов [5, с. 16].

В условиях Республики Алтай широко используется специализированная новоалтайская порода лошадей, утвержденная в 2000 году [4, с. 102]. На сегодняшний день в регионе племенная работа с этой породой лошадей проводится в хозяйствах СПК ПКЗ «Кырлык», СПК ПКЗ «Амурский», ООО «Стрелец», ООО «Кулунак», ООО «Меркит», ООО «Кайрал», ИП Адаров И. Т.

Основная цель разведения новоалтайских лошадей – мясная продуктивность [6, с. 20]. В то же время они являются хорошими улучшателями пользовательных лошадей, разводимых в зонах экстенсивного содержания [7, с. 55]. Так, жеребцы новоалтайской породы используются в продуктивном коневодстве Павлодарской области Казахстана как улучшатели для казахской породы типа джабе [5, с. 16].

Результаты исследований Т. Ш. Асанбаева и соавторов показали, что такое использование является эффективным и позволяет получить ярко выраженный эффект гетерозиса по живой массе и основным промерам и индексам телосложения при сохранении приспособительных качеств к круглогодичному пастбищно-тебеновочному содержанию [8, с. 143; 9, с. 96; 10, с. 144].

Хотя современные новоалтайские лошади уже обладают достаточно крупным ростом, высокой живой массой, хорошими мясными качествами, правильным экстерьером, прекрасной приспособленностью к суровым условиям круглогодичного пастбищно-тебеновочного содержания и отличаются скороспелостью, хорошей плодовитостью и долговечностью, их племенные и продуктивные качества могут быть повышены путем селекции [7, с. 55; 11, с. 17].

Н. И. Блохиной и соавторами при проведении генетико-популяционного анализа установлено, что новоалтайская порода лошадей обладает высоким уровнем генетического разнообразия, позволяющим вести эффективную селекцию по хозяйственно-полезным признакам [12, с. 91]. Али-бек Д. Хаудов и соавторы, проводившие генетический анализ материнских и отцовских линий лошадей

кабардинской породы, также считают, что такое разнообразие обеспечивает благоприятные условия для дальнейшего развития породы, отбора по продуктивности и помогает избежать инбридинга [13, с. 40].

Ведущим методом разведения в коневодстве является чистопородный по линиям – сложный, но наиболее действенный – прием зоотехнической работы с породой, опирающийся на использование лучших мужских представителей, рассчитанный на превращение ценных наследственных качеств родоначальника и его продолжателей в достоинство большого поголовья животных [14; 15, с. 52].

Сущность данного метода заключается в том, что воспроизводство генетического материала от выдающихся родоначальников линий позволяет улучшать генетический статус племенного поголовья и его селекционно-племенные параметры [16, с. 21].

Разведение по линиям включает в себя весь комплекс селекции – отбор и подбор, родственные и межлинейные скрещивания, позволяющие дополнять генотипические и фенотипические свойства лошадей одной линии ценными качествами представителей другой [14].

Таблица 1  
Характеристика маточного поголовья различных линий по численности и возрасту

Показатели		Линия								
		Арбаса	Гинтараса	Рекрута	Меча	Конегора	Грозного	Клапана	Бимаса	Боксера
Всего конематок в линии	Голов	343	145	87	128	18	34	3	21	11
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
В том числе в возрасте:										
3–7 лет	Голов	184	84	39	57	17	29	3	6	11
	%	53,64	57,93	44,83	44,53	94,44	85,29	100,00	28,57	100,00
8–13 лет	Голов	97	40	41	52	1	5	–	13	–
	%	28,28	27,59	47,13	40,63	5,56	14,71	–	61,90	–
14–16 лет	Голов	41	20	6	17	–	–	–	2	–
	%	11,95	13,79	6,90	13,28	–	–	–	9,52	–
17 лет и старше	Голов	21	1	1	2	–	–	–	–	–
	%	6,12	0,69	1,15	1,56	–	–	–	–	–
Средний возраст линии		8,43 ± 0,30	7,58 ± 0,27	8,16 ± 0,23	8,56 ± 0,27	4,50 ± 0,11	4,38 ± 0,16	4,33 ± 0,10	9,67 ± 0,23	4,36 ± 0,06

Table 1  
Number and age specifications for broodstock from different lineages

Specification		Lineage								
		Arbas	Gintaras	Rekrut	Mech	Konegor	Groznyj	Klapan	Bimas	Boxer
Total mares in lineage	Heads	343	145	87	128	18	34	3	21	11
	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Including age:										
3–7 years old	Heads	184	84	39	57	17	29	3	6	11
	%	53.64	57.93	44.83	44.53	94.44	85.29	100.00	28.57	100.00
8–13 years old	Heads	97	40	41	52	1	5	–	13	–
	%	28.28	27.59	47.13	40.63	5.56	14.71	–	61.90	–
14–16 years old	Heads	41	20	6	17	–	–	–	2	–
	%	11.95	13.79	6.90	13.28	–	–	–	9.52	–
17 years and older	Heads	21	1	1	2	–	–	–	–	–
	%	6.12	0.69	1.15	1.56	–	–	–	–	–
Average lineage age		8.43 ± 0.30	7.58 ± 0.27	8.16 ± 0.23	8.56 ± 0.27	4.50 ± 0.11	4.38 ± 0.16	4.33 ± 0.10	9.67 ± 0.23	4.36 ± 0.06

## Промеры и индексы племенных конематок

Линия	n	Промеры, см				Индексы телосложения, %		
		Высота в холке	Косая длина туловища	Обхват груди	Обхват пясти	Формата	Массивности	Костистости
Арбаса	343	147,68 ± 0,25***	158,50 ± 0,36***	191,82 ± 0,56***	20,18 ± 0,05***	107,35 ± 0,20***	129,91 ± 0,34***	13,67 ± 0,03**
Гинтараса	145	147,21 ± 0,31***	158,59 ± 0,41***	191,61 ± 0,61***	20,11 ± 0,05***	107,74 ± 0,20***	130,17 ± 0,33***	13,67 ± 0,03**
Рекрута	87	148,33 ± 0,22***	159,53 ± 0,37***	192,97 ± 0,44***	20,10 ± 0,04***	107,55 ± 0,20***	130,11 ± 0,27***	13,55 ± 0,03
Меча	128	147,78 ± 0,29***	159,25 ± 0,32***	194,34 ± 0,56***	20,18 ± 0,04***	107,80 ± 0,21***	131,54 ± 0,34***	13,66 ± 0,03**
Конегора	18	146,72 ± 0,26***	154,28 ± 0,40***	181,67 ± 0,62	20,17 ± 0,04***	105,14 ± 0,19	123,79 ± 0,31	13,75 ± 0,03***
Грозного	34	145,15 ± 0,26	152,24 ± 0,37	184,24 ± 0,49**	19,72 ± 0,05	104,89 ± 0,18	126,96 ± 0,30***	13,59 ± 0,03
Клапана	3	146,33 ± 0,23***	158,00 ± 0,35***	188,33 ± 0,64***	21,00 ± 0,06***	108,00 ± 0,25***	128,74 ± 0,47***	14,36 ± 0,06***
Бимаса	21	147,52 ± 0,25***	158,10 ± 0,36***	193,14 ± 0,56***	20,17 ± 0,06***	107,17 ± 0,17***	130,95 ± 0,35***	13,67 ± 0,03**
Боксера	11	144,64 ± 0,26	151,73 ± 0,25	185,82 ± 0,50***	20,14 ± 0,08***	104,92 ± 0,11	128,49 ± 0,29***	13,92 ± 0,04***
Среднее по линиям	790	147,50 ± 0,27	158,28 ± 0,38	191,70 ± 0,58	20,14 ± 0,05	107,32 ± 0,20	129,98 ± 0,34	13,66 ± 0,03
Среднее по региону	1280	147,51 ± 0,26	158,30 ± 0,37	191,53 ± 0,56	20,18 ± 0,05	107,32 ± 0,20	129,85 ± 0,34	13,68 ± 0,03

\*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  по сравнению с наименьшим развитием признака.

Table 2

## Body measurements and corporal indices estimators for brood mares

Lineage	n	Measurements, cm				Corporal indices, %		
		Height at withers	Length of body	Chest girth	Cannon bone girth	Compactness	Massiveness	Bone
Arbas	343	147.68 ± 0.25***	158.50 ± 0.36***	191.82 ± 0.56***	20.18 ± 0.05***	107.35 ± 0.20***	129.91 ± 0.34***	13.67 ± 0.03**
Gintaras	145	147.21 ± 0.31***	158.59 ± 0.41***	191.61 ± 0.61***	20.11 ± 0.05***	107.74 ± 0.20***	130.17 ± 0.33***	13.67 ± 0.03**
Rekrut	87	148.33 ± 0.22***	159.53 ± 0.37***	192.97 ± 0.44***	20.10 ± 0.04***	107.55 ± 0.20***	130.11 ± 0.27***	13.55 ± 0.03
Mech	128	147.78 ± 0.29***	159.25 ± 0.32***	194.34 ± 0.56***	20.18 ± 0.04***	107.80 ± 0.21***	131.54 ± 0.34***	13.66 ± 0.03**
Konegor	18	146.72 ± 0.26***	154.28 ± 0.40***	181.67 ± 0.62	20.17 ± 0.04***	105.14 ± 0.19	123.79 ± 0.31	13.75 ± 0.03***
Groznyy	34	145.15 ± 0.26	152.24 ± 0.37	184.24 ± 0.49**	19.72 ± 0.05	104.89 ± 0.18	126.96 ± 0.30***	13.59 ± 0.03
Klapan	3	146.33 ± 0.23***	158.00 ± 0.35***	188.33 ± 0.64***	21.00 ± 0.06***	108.00 ± 0.25***	128.74 ± 0.47***	14.36 ± 0.06***
Bimas	21	147.52 ± 0.25***	158.10 ± 0.36***	193.14 ± 0.56***	20.17 ± 0.06***	107.17 ± 0.17***	130.95 ± 0.35***	13.67 ± 0.03**
Bokser	11	144.64 ± 0.26	151.73 ± 0.25	185.82 ± 0.50***	20.14 ± 0.08***	104.92 ± 0.11	128.49 ± 0.29***	13.92 ± 0.04***
The average value of the lineages	790	147.50 ± 0.27	158.28 ± 0.38	191.70 ± 0.58	20.14 ± 0.05	107.32 ± 0.20	129.98 ± 0.34	13.66 ± 0.03
The average value for the region	1280	147.51 ± 0.26	158.30 ± 0.37	191.53 ± 0.56	20.18 ± 0.05	107.32 ± 0.20	129.85 ± 0.34	13.68 ± 0.03

\*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  compared to the least development of the trait.



Таблица 3  
Живая масса племенных конематок

Возраст, лет	Линия								
	Арбаса	Гинтараса	Рекрута	Меча	Конегора	Грозного	Клапана	Бимаса	Боксера
	Живая масса, кг								
3–7	532,88 ± 2,56	529,89 ± 4,26	552,87 ± 3,82	544,23 ± 4,16	478,94 ± 2,87	495,69 ± 3,26	533,00 ± 3,63	517,67 ± 4,60	503,09 ± 2,77
8–13	583,88 ± 2,31	606,62 ± 3,55	583,27 ± 3,53	579,02 ± 2,87	676,00 ± 0,00	545,60 ± 4,06	–	568,15 ± 3,88	–
14–16	567,31 ± 1,92	582,50 ± 3,07	580,33 ± 3,03	601,28 ± 2,82	–	–	–	577,00 ± 0,09	–
17 и старше	576,90 ± 2,21	465,00 ± 0,00	560,00 ± 0,00	581,00 ± 0,00	–	–	–	–	–
Среднее по линии	554,02 ± 4,03***	555,74 ± 4,45***	569,17 ± 3,70***	566,67 ± 3,73***	489,89 ± 4,12	503,03 ± 3,52*	533,00 ± 3,63***	554,57 ± 4,10***	503,09 ± 2,77**

\*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  по сравнению с наименьшим развитием признака.Table 3  
Live weight of brood mares

Age, years	Lineage								
	Arbas	Gintaras	Rekrut	Mech	Konegor	Groznyy	Klapan	Bimas	Boxer
	Live weight, kg								
3–7	532.88 ± 2.56	529.89 ± 4.26	552.87 ± 3.82	544.23 ± 4.16	478.94 ± 2.87	495.69 ± 3.26	533.00 ± 3.63	517.67 ± 4.60	503.09 ± 2.77
8–13	583.88 ± 2.31	606.62 ± 3.55	583.27 ± 3.53	579.02 ± 2.87	676.00 ± 0.00	545.60 ± 4.06	–	568.15 ± 3.88	–
14–16	567.31 ± 1.92	582.50 ± 3.07	580.33 ± 3.03	601.28 ± 2.82	–	–	–	577.00 ± 0.09	–
17 and older	576.90 ± 2.21	465.00 ± 0.00	560.00 ± 0.00	581.00 ± 0.00	–	–	–	–	–
The average value of the lineages	554.02 ± 4.03***	555.74 ± 4.45***	569.17 ± 3.70***	566.67 ± 3.73***	489.89 ± 4.12	503.03 ± 3.52*	533.00 ± 3.63***	554.57 ± 4.10***	503.09 ± 2.77**

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$  compared to the least development of the trait.

При разведении по линиям создается строго определенная генеалогическая структура породы, что позволяет выдерживать оптимальный уровень гетерозиготности и не допускать стихийного накопления гомозиготности [17, с. 32]. Так, на первых этапах создания новоалтайской породы лошадей были сформированы три линии: две от жеребцов литовской тяжелоупряжной породы – арбаса и гинтараса – и одна от жеребца советской тяжеловозной породы – рекрута. В настоящее время в новоалтайской породе ведется работа с 9 линиями, каждая из которых обладает своей индивидуальностью, своими положительными и отрицательными свойствами, тесно связанными с продуктивными и племенными качествами, способными передаваться потомству. Поэтому с учетом юного возраста породы изучение этих свойств и выявление наиболее ценных линий для ее совершенствования приобретает особую актуальность. Целью нашего исследования является оценка качественного и количественного соотношения линий в маточном поголовье лошадей новоалтайской породы в Республике Алтай по состоянию на 2018 год.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Материалом исследования послужили данные племенного учета хозяйств Республики Алтай: СПК ПКЗ «Кырлык», СПК ПКЗ «Амурский», ООО «Стрелец», ООО «Кулунак», ООО «Меркит», ООО «Кайрал», ИП Адаров И. Т. В исследуемую группу вошли 790 кобыл новоалтайской

породы маточного поголовья указанных хозяйств. Каждую голову оценивали по живой массе, промерам и экстерьеру по 10-балльной системе, на основании промеров рассчитаны следующие индексы телосложения: формата, массивности и костистости.

Все данные обработаны биометрически с помощью методов вариационной статистики с использованием программы Microsoft Office Excel 2010.

#### Результаты (Results)

В ходе работы по созданию новоалтайской породы лошадей и ее последующего совершенствования заложена генеалогическая структура и ведется формирование 9 линий: пять от жеребцов литовской тяжелоупряжной породы (арбаса, гинтараса, конегора, грозного и бимаса), три от советской тяжеловозной (рекрута, меча и клапана), одна от жеребца русской тяжеловозной породы (боксер). Численность маток этих линий в породе неравнозначна, что связано, прежде всего, со временем начала их формирования. Наиболее широко маточное поголовье новоалтайской породы в Республике Алтай представлено линиями арбаса и гинтараса – в производящем составе используется 343 и 145 кобыл соответственно. Формирование данных линий берет свое начало в СПК «Кырлык», и в настоящее время работа с ними ведется во всех хозяйствах региона. На третьем месте по численности линия меча – 128 конематок, последняя позиция за линией клапана – 3 матки (таблица 1).

## Балльная оценка экстерьера маточного поголовья

Линия	n	Средний балл	Количество кобыл с 8 баллами и выше		Количество кобыл с 9 баллами и выше	
			Голов	%	Голов	%
Арбаса	343	8,29 ± 0,03***	289	84,26	77	22,45
Гинтараса	145	8,37 ± 0,04***	91	62,76	31	21,38
Рекрута	87	8,43 ± 0,03***	65	74,71	21	24,14
Меча	128	8,46 ± 0,03***	90	70,31	37	28,91
Конегора	18	7,94 ± 0,05	9	50,00	3	16,67
Грозного	34	8,41 ± 0,03***	25	73,53	9	26,47
Клапана	3	8,33 ± 0,04***	2	66,67	1	33,33
Бимаса	21	8,21 ± 0,03***	17	80,95	3	14,29
Боксера	11	8,45 ± 0,11***	9	81,82	2	18,18
Среднее по линиям	790	8,35 ± 0,03***	597	75,57	184	23,29
Среднее по региону	1280	8,34 ± 0,03***	689	53,83	314	24,53

\*\*\* P < 0,001 по сравнению с наименьшим развитием признака.

Table 4

## Assessment of conformation of broodstock

Lineage	n	Average score, points	Number of mares with a score of 8 points and above		Number of mares with a score of 9 points and above	
			n	%	n	%
Arbas	343	8.29 ± 0.03***	289	84.26	77	22.45
Gintaras	145	8.37 ± 0.04***	91	62.76	31	21.38
Rekrut	87	8.43 ± 0.03***	65	74.71	21	24.14
Mech	128	8.46 ± 0.03***	90	70.31	37	28.91
Konegor	18	7.94 ± 0.05	9	50.00	3	16.67
Groznyy	34	8.41 ± 0.03***	25	73.53	9	26.47
Klapan	3	8.33 ± 0.04***	2	66.67	1	33.33
Bimas	21	8.21 ± 0.03***	17	80.95	3	14.29
Bokser	11	8.45 ± 0.11***	9	81.82	2	18.18
The average value of the lineages	790	8.35 ± 0.03***	597	75.57	184	23.29
The average value for the region	1280	8.34 ± 0.03***	689	53.83	314	24.53

\*\*\* P < 0.001 compared to the least development of the trait.

Сравнительный анализ возрастной структуры маточного поголовья показал, что самой молодой линией новоалтайской породы является линия клапана (средний возраст – 4,33 года), самой возрастной – линия бимаса (9,67 года), основную часть которой составляют кобылы в возрасте 8–13 лет (61,90 %).

Средние промеры маток линий находятся примерно на том же уровне, что и средние промеры по породе в регионе. У кобыл линии рекрута наибольший показатель высоты в холке – 148,33 см, косой длины туловища – 159,53, однако по обхвату груди они уступают маткам линии меча (194,34 см), а по обхвату пясти – линии клапана (21 см) (таблица 2). Конематки линии рекрута крупные, с длинным корпусом, широкой, глубокой грудной клеткой и хорошо развитой мускулатурой. Они достаточно массивные (130,11 %), средней костистости (13,55 %). Самые низкие промеры: высота в холке и косая длина туловища у линии боксера – 144,64 и 151,73 см соответственно, обхват груди у линии конегора – 181,67 см, обхват пясти у линии грозного – 19,72 см. Однако указанные цифры не следует воспринимать как низкий показатель хозяйственно-полезных

признаков линий, поскольку, как видно из таблицы 1, они практически на 100 % состоят из молодых кобыл, еще не достигших пика своих продуктивных качеств.

Среди всех большим форматом (108,00 %) и повышенной костистостью (14,36 %) выделяются кобылы самой молодой линии – клапана. Превосходство по массивности сложения у маток линии меча – 131,54 %.

Анализируя показатели средней живой массы, следует отметить, что наиболее продуктивными являются кобылы линии рекрута – 569,17 кг, менее – линии конегора – 489,89 кг (таблица 3). Среднее значение живой массы племенных конематок по Республике Алтай составило 553,90 кг.

Среднее значение промеров и живой массы по линиям конегора, грозного и боксера не следует воспринимать как низкий показатель их хозяйственно-полезных признаков, поскольку, как видно из таблицы 1, маточное поголовье этих линий практически полностью представлено молодыми кобылами, еще не достигших пика своих продуктивных качеств. Тем более что взрослые животные имеют достаточно высокую живую массу. Так, средний показатель

данного селекционируемого признака по линии конегора является самым большим в возрастной группе кобыл 8–13 лет – 676 кг.

Таким образом, анализ средних промеров и живой массы кобыл дает основание сделать заключение, что различия, прежде всего, связаны с формированием маточного состава. Как правило, исследуемые показатели выше у кономаток тех линий, при создании и дальнейшем совершенствовании которых использовались жеребцы-производители, несущие в себе большую долю кровности крупных тяжелоупряжных пород (литовской и советской) по сравнению с помесями от русских тяжелозовов. Конематки всех линий достаточно крупные и массивные с длинным корпусом, широкой и глубокой грудной клеткой, хорошо развитой мускулатурой, что является важным показателем для лошадей мясной продуктивности.

По результатам оценки экстерьера особых различий между линиями не выявлено. Лидирующее положение занимают матки линии меча: средний балл оценки за экстерьер – 8,46, за ними следуют кобылы из линии боксера – 8,45 балла (таблица 4). Из всех линий породы линия конегора занимает последнее место по качеству поголовья и имеет самую низкую долю маток с оценкой за экстерьер 8 и 9 баллов.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Результаты анализа данных племенного учета хозяйств Республики Алтай позволяют сделать заключение, что на современном этапе развития породы превосходство по основным селекционируемым признакам у кобыл линии рекрута и меча. Конематки линий конегора, грозного и боксера по промерам и живой массе несколько уступают остальным, что, в свою очередь, объясняется тем, что большинство из них еще не достигло возраста, при котором заканчивается рост организма.

Показатели средних промеров и живой массы кобыл маточного состава лошадей новоалтайской породы демонстрируют, что они соответствуют требованиям, предъявляемым к породе, обладают достаточно высокой живой массой и массивностью.

Дальнейшая работа по совершенствованию лошадей новоалтайской породы в регионе должна быть направлена на повышение мясных качеств в совокупности с высокой приспособленностью к пастбищно-тебеневочным условиям содержания путем отбора и соответствующего подбора производящего состава при чистопородном разведении в условиях принятой технологии.

### Библиографический список

1. Fages A., Hanghøj K., Khan N., Gaunitz C. [et al.] Tracking five millennia of horse management with extensive ancient genome time series // *Cell*. 2019. Vol. 177. Iss. 6. Pp. 1419–1435. DOI: 10.1016/j.cell.2019.03.049.
2. Othman O. E., Mahrous K. F., Shafey H. I. Mitochondrial DNA genetic variations among four horse populations in Egypt // *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2017. Vol. 15. Iss. 2. Pp. 469–474. DOI: 10.1016/j.jgeb.2017.06.004.
3. Ковешников В. С., Почкина Н. М., Гостина Л. Н. Алтайская порода лошадей – состояние и методы совершенствования // *Коневодство и конный спорт*. 2018. № 3. С. 21–22. DOI: 10.25727/HS.2018.3.19809.
4. Громова Т. В., Бордунов А. А., Соколов Д. В. Результаты оценки жеребцов новоалтайской породы по качеству потомства // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XII Международной научно-практической конференции*. Барнаул, 2017. С. 102–104.
5. Бордунов А. А., Соколов Д. А., Гавриш К. А., Рудишина Н. М. Влияние некоторых факторов на живую массу жеребят новоалтайской породы при отъеме // *Коневодство и конный спорт*. 2018. № 4. С. 16–17. DOI: 10.25727/HS.2018.4.19857.
6. Никонова А. И., Бордунов А. А., Гавриш К. А., Токарева Т. Д. Оценка жеребцов-производителей новоалтайской породы по качеству потомства // *Коневодство и конный спорт*. 2016. № 1. С. 20–22.
7. Никонова А. И. Генеалогическая структура и методы разведения новоалтайской породы // *Научное обеспечение развития и повышения эффективности племенного, спортивного и продуктивного коневодства в России и странах СНГ: сборник докладов Международной научно-практической конференции к 75-летию доктора с.-х. наук, профессора Ковешникова Валентина Сергеевича*. Дивово, 2014. С. 55–61.
8. Асанбаев Т. Ш., Громова Т. В., Шарапатов Т. С. Результаты использования новоалтайской породы лошадей в продуктивном коневодстве северо-восточной части Казахстана // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 4. С. 143–149.
9. Асанбаев Т. Ш., Токтасынова А. Э. Воспроизводительные качества новоалтайской породы лошадей в новых условиях разведения // *Лучшая научная статья 2017: сборник статей XIII Международного научно-практического конкурса «Наука и Просвещение»*. Пенза, 2017. С. 95–101.
10. Асанбаев Т. Ш., Токтасынова А. Э. Воспроизводительные и адаптационные качества новоалтайской породы лошадей в условиях Павлодарского Прииртышья // *Student Research: сборник статей XIII Международного научно-практического конкурса*. Пенза, 2018. С. 142–148.
11. Никонова А. И., Бордунов А. А., Гавриш К. А., Соколов Д. В. Формирование маточных семейств в новоалтайской породе // *Коневодство и конный спорт*. 2017. № 6. С. 17–19. DOI: 10.25727/HS.2018.6.17381.
12. Блохина Н. В., Храброва Л. А., Гавриличева И. С., Устьянцева А. В. Изучение полиморфизма микросателлитных локусов у лошадей новоалтайской породы // *Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции*. Пенза, 2018. С. 88–91.
13. Khaudov A. B. D., Duduev A. S., Kokov Z. A., Amshokov K. K., Zhekamukhov M. K., Zaitsev A. M., Reissmann M. Genetic analysis of maternal and paternal lineages in Kabardian horses by uniparental molecular markers // *Open Veterinary Journal*. 2018. Vol. 8. Iss. 1. Pp. 40–46. DOI: 10.4314/ovj.v8i1.7.



14. Хахикало В. Г., Лазаренко В. Н., Фенченко Н. Г., Назарченко О. В. Разведение животных. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2014. 448 с.
15. Акимбеков А. Р., Баймуканов Д. А. Результаты племенной работы с селетинским заводским типом казахских лошадей жабе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 52–69.
16. Никонова А. И., Бордунов А. А., Гавриш К. А. Селекционная программа работы с новоалтайской породой лошадей на 2016–2025 гг. Дивово, 2015. 83 с.
17. Рысалдина А. А., Кикебаев Н. А. Потомство Неона – улучшатели костанайской породы лошадей // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2014. Т. 2. № 6. С. 32–36.

**Об авторах:**

Александр Витальевич Дубровин<sup>1</sup>, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2041-17-31, AuthorID 1019404, +7 912 521-79-04, alexander.dubrov45@yandex.ru

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, Дивово, Россия

## Evaluation of qualitative and quantitative ratio of lineages in broodstock of Novoaltaiskaya breed of horses in the Altai Republic as of 2018

A. V. Dubrovин<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> The All-Russian Research Institute for Horse-Breeding, Divovo, Russia

✉ E-mail: alexander.dubrov45@yandex.ru

**Abstract.** One of the most important and promising areas of domestic productive horse breeding today is herd meat. It is most sustainable and has a positive trend of development, due to the low-cost technology of keeping, breeding and growing, compared with other sectors of grazing. An analysis of the pedigree structure of herds in the Altai Republic showed that the main role in the herd horse breeding of the region is given to horses of the Novoaltaiskaya breed of meat direction of productivity, the basis of which, like any other factory breed, are brood mares. It is well known and repeatedly confirmed by studies that the hereditary and phenotypic properties of the mother have a great impact on the quality of the offspring of any lineage. **The aim** of the study was to determine the severity of the uterine composition of Novoaltaiskaya breed of horses of economically useful traits and to identify the most promising and valuable breed lineages in the Altai Republic. **Methods.** The lineage ratios in the broodstock of horses of Novoaltaiskaya breed in the farms of the region as of 2018 are analyzed. The characteristics of the uterus of various lineages by age and quantity are given. A linear analysis of the indicators of the main economically useful features is carried out. **The results of the study** showed the superiority of the uterus of the Rekrut and Mech lineages in the main breeding traits – live weight, basic measurements and assessment of conformation. Based on the results of the study, the further direction of breeding work to improve the horses of Novoaltaiskaya breed in the Altai Republic was determined. **The scientific novelty** of the study is a comparative analysis of the current state of the lineages of the Novoaltaiskaya breed of horses in the context of the broodstock of the Altai Republic.

**Keywords:** Novoaltaiskaya breed of horses, brood mare, broodstock, lineage, genealogical structure, economically useful traits, live weight, conformation, measurements.

**For citation:** Dubrovин A. V. Otsenka kachestvennogo i kolichestvennogo sootnosheniya liniy v matochnom pogolov'ye loshadey novoaltayskoy porody v Respublike Altay po sostoyaniyu na 2018 god [Evaluation of qualitative and quantitative ratio of lineages in broodstock of Novoaltaiskaya breed of horses in the Altai Republic as of 2018] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 27–34. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e4a2b21.40634679. (In Russian.)

**Paper submitted:** 08.08.2019.

### References

1. Fages A., Hanghøj K., Khan N., Gaunitz C. [et al.] Tracking five millennia of horse management with extensive ancient genome time series // Cell. 2019. Vol. 177. Iss. 6. Pp. 1419–1435. DOI: 10.1016/j.cell.2019.03.049.
2. Othman O. E., Mahrous K. F., Shafey H. I. Mitochondrial DNA genetic variations among four horse populations in Egypt E // Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. 2017. Vol. 15. Iss. 2. Pp. 469–474. DOI: 10.1016/j.jgeb.2017.06.004.
3. Koveshnikov V. S., Pochkina N. M., Gostina L. N. Altayskaya poroda loshadey – sostoyaniye i metody sovershenstvovaniya [Altai horse breed – state and methods of its improvement] // Konevodstvo i konnyy sport. 2018. No. 3. Pp. 21–22. DOI: 10.25727/HS.2018.3.19809. (In Russian.)

4. Gromova T. V., Bordunov A. A., Sokolov D. V. Rezul'taty otsenki zherebtsov novoaltayskoy porody po kachestvu potomstva [The results of evaluation of sires of Novoaltaiskaya breed on offspring quality] // Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyaystvu: materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Barnaul, 2017. Pp. 102–104. (In Russian.)
5. Bordunov A. A., Sokolov D. A., Gavrish K. A., Rudishina N. M. Vliyaniye nekotorykh faktorov na zhivuyu massu zherebyat novoaltayskoy porody pri ot'yeme [The influence of some factors on the live weight of foals of Novoaltaiskaya breed during weaning] // Konevodstvo i konnyy sport. 2018. No. 4. Pp. 16–17. DOI: 10.25727/HS.2018.4.19857. (In Russian.)
6. Nikonova A. I., Bordunov A. A., Gavrish K. A., Tokareva T. D. Otsenka zherebtsov-proizvoditeley novoaltayskoy porody po kachestvu potomstva [Evaluation of sires of Novoaltaiskaya breed on offspring quality] // Konevodstvo i konnyy sport. 2016. No. 1. Pp. 20–22. (In Russian.)
7. Nikonova A. I. Genealogicheskaya struktura i metody razvedeniya novoaltayskoy porody [Genealogic structure and methods of breeding of Novoaltaiskaya horse breed] // Nauchnoye obespecheniye razvitiya i povysheniya effektivnosti plemennogo, sportivnogo i produktivnogo konevodstva v Rossii i stranakh SNG: sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii k 75-letiyu doktora s.-kh. nauk, professora Koveshnikova Valentina Sergeevich. Divovo, 2014. Pp. 55–61. (In Russian.)
8. Asanbayev T. Sh., Gromova T. V., Sharapatov T. S. Rezul'taty ispol'zovaniya novoaltayskoy porody loshadey v produktivnom konevodstve severo-vostochnoy chasti Kazakhstana [The results of the Novoaltaiskaya horse breed use in productive horse breeding of the North-Eastern part of Kazakhstan] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 4. Pp. 143–149. (In Russian.)
9. Asanbayev T. Sh., Toktasynova A. E. Vosproizvoditel'nyye kachestva novoaltayskoy porody loshadey v novykh usloviyakh razvedeniya [Reproductive quality Novoaltaisk breed of horses in the new conditions of breeding] // Luchshaya nauchnaya stat'ya 2017: sbornik statey XIII Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa "Nauka i Prosveshcheniye". Penza, 2017. Pp. 95–101. (In Russian.)
10. Asanbayev T. Sh., Toktasynova A. E. Vosproizvoditel'nyye i adaptatsionnyye kachestva novoaltayskoy porody loshadey v usloviyakh Pavlodarskogo Priirtysh'ya [Reproductive and adaptive quality Novoaltaisk breed of horses in Pavlodar region] // Student Research: sbornik statey XIII Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa. Penza, 2018. Pp. 142–148. (In Russian.)
11. Nikonova A. I., Bordunov A. A., Gavrish K. A., Sokolov D. V. Formirovaniye matochnykh semeystv v novoaltayskoy porode [Formation of dams' families in Novoaltaiskaya horse breed] // Konevodstvo i konnyy sport. 2017. No. 6. Pp. 17–19. DOI: 10.25727/HS.2018.6.17381. (In Russian.)
12. Blokhina N. V., Khrabrova L. A., Gavrilicheva I. S., Ust'yantseva A. V. Izucheniye polimorfizma mikrosatellitnykh lokusov u loshadey novoaltayskoy porody [Study of polymorphism of microsatellite loci in horses of Novoaltaiskaya breed] // Innovatsionnyye nauchnyye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika: sbornik statey XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Penza, 2018. Pp. 88–91. (In Russian.)
13. Khaudov A. B. D., Duduev A. S., Kokov Z. A., Amshokov K. K., Zhekamukhov M. K., Zaitsev A. M., Reissmann M. Genetic analysis of maternal and paternal lineages in Kabardian horses by uniparental molecular markers // Open Veterinary Journal. 2018. Vol. 8. Iss. 1. Pp. 40–46. DOI: 10.4314/ovj.v8i1.7.
14. Kakhikalo V. G., Lazarenko V. N., Fenchenko N. G., Nazarchenko O. V. Razvedeniye zhivotnykh [Breeding animals]. 2 edition, revised and supplemented. Saint Petersburg: Lan', 2014. 448 p. (In Russian.)
15. Akimbekov A. R., Baymukanov D. A. Rezul'taty plemennoy raboty s seletinskim zavodskim tipom kazakhskikh loshadey zhabe [Breeding of seletinian stud farm type of Kazakh Dzhabe horses] // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2017. № 3. Pp. 52–69. (In Russian.)
16. Nikonova A. I., Bordunov A. A., Gavrish K. A. Selektionnaya programma raboty s novoaltayskoy porodoy loshadey na 2016–2025 gg. [The program of horse breeding of Novoaltaiskaya breed for 2016–2025] Divovo, 2015. 83 p. (In Russian.)
17. Rysaldina A. A., Kikebayev N. A. Potomstvo Neona – uluchshateli kostanayskoy porody loshadey [The descendants of Neon – improvers of Kostanay horses breeds] // Fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya v sovremennom mire. 2014. V. 2. No. 6. Pp. 32–36. (In Russian.)

#### Authors' information:

Aleksandr V. Dubrovin, junior researcher, ORCID 0000-0003-2041-17-31, AuthorID 1019404, +7 912 521-79-04, alexander.dubrovin45@yandex.ru

<sup>1</sup> The All-Russian Research Institute for Horse-Breeding, Divovo, Russia

## Исследование ассоциаций полиморфизма гена *SCD* с содержанием внутримышечного жира у свиней пород дюрок и крупная белая

О. В. Костюнина<sup>1</sup>, Е. А. Требунских<sup>1</sup>, М. С. Форнара<sup>1</sup>, Т. В. Карпушкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

<sup>✉</sup>E-mail: kostolan@yandex.ru

**Аннотация.** Научной новизной характеризуются изучение аллелофонда свиней отечественной репродукции, определение популяционно-генетических параметров по ДНК-маркерам, поиск ассоциаций генетических вариантов с экономически-значимыми признаками. **Целью** работы являлось изучение влияния полиморфизма *SCD* Y487830: g.2228 T > C на содержание внутримышечного жира и поиск ассоциаций генотипов с экономически значимыми признаками у свиней отечественной репродукции. **Методология и методы исследования.** Исследования проводили в 2019 году на свиньях, разводимых в ООО «Селекционно-гибридный центр» (Воронежская область). Генотипы по *SCD* определяли методом ПЦР-РВ на ДНК-амплификаторе Quant Studio 5 с использованием разработанной тест-системы. Посредством УЗИ-сканера EхаGo определяли содержание ВМЖ (%), толщину шпика (мм), постность (%), живую массу (кг) у 103 хряков и 27 свинок породы дюрок, 30 хряков породы крупная белая. Основной рацион и условия содержания животных были идентичны и соответствовали зоогигиеническим нормам. Для оценки эффекта генотипа по *SCD* на продуктивные качества использовали уравнение модели для многофакторного дисперсионного анализа с взаимодействием. Частота аллеля Т и генотипа ТТ в группе свиней породы дюрок составила 0,419 и 12,7 %, соответственно. **Результаты.** Свины крупной белой породы характеризовались частотой аллеля Т – 0,686, генотипа ТТ – 46,8 %. Все ландрасы являлись носителями генотипа ТТ. Показано превосходство носителей аллеля С по содержанию ВМЖ. Разница между хряками породы дюрок с генотипами ТТ и СС составила 0,42 % ( $P \leq 0,05$ ), а особи с генотипом СС превосходили носителей генотипа ТТ по толщине шпика более чем на 3 мм ( $P \leq 0,001$ ). Полученные результаты подтверждают наличие ассоциации генотипа по *SCD* с содержанием внутримышечного жира и толщиной шпика у хряков породы дюрок.

**Ключевые слова:** свиньи, качество мяса, полиморфизм, стеарил-КоА-десатураза, внутримышечный жир.

**Для цитирования:** Костюнина О. В., Требунских Е. А., Форнара М. С., Карпушкина Т. В. Исследование ассоциаций полиморфизма гена *SCD* с содержанием внутримышечного жира у свиней пород дюрок и крупная белая // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 35–43. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e642874.17620748.

**Дата поступления статьи:** 18.10.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Мясо является главным продуктом свиноводческой отрасли. С увеличением объемов производимой свинины растут ожидания потребителей в отношении ее качества. Визуальные характеристики, такие как цвет, количество жира и мраморность, являются объективными показателями качества мяса, которые тесно связаны с ожиданиями и требованиями потребителей и их конечным выбором при покупке. Также конкурентоспособность отечественной свинины может быть обеспечена только при достижении качества продукции в соответствии с требованиями рынка и повышением рентабельности ее производства. Таким образом, при интенсификации отрасли свиноводства должен учитываться потребительский спрос и в соответствии с этим корректироваться селекционные стратегии.

Изучение генетической детерминации качественных показателей мяса свиней различных пород и их сочетаний в совокупности с возможностью использования в

перспективе полученных результатов позволит повысить эффективность производства высококачественной свинины за счет использования в качестве инструмента молекулярных подходов и оптимизации селекционно-племенной работы.

Содержание внутримышечного жира (ВМЖ, мраморность), расположенного в скелетных мышцах, является основной качественной характеристикой мяса, влияющей на органолептические свойства, такие как вкус и текстура [1, с. 157], сочность и аромат [2, с. 113]. Мясо с более высоким содержанием внутримышечного жира, как правило, имеет лучший вкус, сочность и нежность, что приводит к более высокой потребительской привлекательности. Следовательно, при разведении свиней с более высоким ВМЖ можно получить более вкусную свинину [3, с. 1–2]. Содержание внутримышечного жира и состав жирных кислот также влияют и на пищевую ценность свинины [4, с. 1]. Кроме того, надлежащие уровни ВМЖ предотвращают потерю влаги при тепловой обра-

ботке (гриле, жарении или варке) мяса. Селекция свиней на постность и мясность была очень эффективной в последние десятилетия, позволила значительно увеличить скорость роста свиней, снизив количество общего жира, вместе с которым уменьшилось содержание внутримышечного жира.

Помимо важности ВМЖ для органолептических качеств мяса, содержание жира и состав жирных кислот имеют особое значение для питания и здоровья людей [5, с. 385; 6, с. 2]. Жир животного происхождения связывают с наличием больших количеств насыщенных жирных кислот (НЖК), которые, в свою очередь, повышают уровень холестерина в сыворотке крови и липопротеинов низкой плотности, тем самым увеличивая риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Количество ВМЖ детерминировано генетическими и средовыми факторами. Коэффициент наследуемости данного признака составляет 0,39–0,65 и зависит от таких показателей, как толщина шпика, пол, возраст, рацион [7, с. 3–4]. На количество внутримышечного жира оказывают влияние порода и даже линейная принадлежность внутри породы [8, с. 2].

Чтобы вести селекцию по мраморности, необходимо регулярно оценивать этот признак. Однако его измерение дорого, трудоемко и возможно после убоя животного, что может быть сделано только на ограниченном числе животных в племенных популяциях. В мире предлагаются различные решения по прогнозу мясных качеств при жизни животного. На данный момент насчитывается пять основных неинвазивных технологий оценки мясных качеств: ультразвук, визуальный анализ изображений с помощью мониторинга, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, магнитно-резонансная томография и компьютерная томография. Каждая из этих технологий характеризуется рядом плюсов и минусов, но следует отметить одну из них – ультразвук. Эта технология не требует приобретения дорогостоящего оборудования и характеризуется легкостью в использовании [9, с. 319]. Оценка содержания ВМЖ у живой свиньи с использованием ультразвука в реальном времени является осуществимой, достигаются умеренные корреляции между количеством ВМЖ, определенным химическим способом, и прогнозируемым ВМЖ, определенным с помощью ультразвука. Исследования группы ученых из Айовы, основанные на использовании ультразвукового сканирования и анализе изображений, показали, что данная технология пригодна для прогноза содержания внутримышечного жира в длиннейшей мышце спины живых свиней и используется в программе улучшения качества канадских свиней. Показано наличие корреляции между ультразвуковой оценкой мраморности и химической – 0,69; между ультразвуковой и визуальной оценкой – 0,55. По данным Jung J.-H. и коллег (2015) [9, с. 321], оценки генетических и фенотипических корреляций между ультразвуковой оценкой мраморности и химической составляли 0,75 и 0,76. Исследование геномных ассоциаций (GWAS) с содержанием внутримышечного жира у свиней различных породных сочетаний показал, что средний уровень ВМЖ у североамериканских пород свиней составляет около 1,5 %, идеальным считается содержание ВМЖ > 3 %.

В данном аспекте исследование генов, участвующих в метаболизме липидов, представляет научный и практический интерес. Chen и коллеги [10, с. 6767] показали, что полиморфизм в генах *H-FABP* и *ACSL4* ассоциирован с ВМЖ у свиней различных пород. В наших исследованиях также подтверждено влияние генотипа по *H-FABP* и по *PRKAG 3* на содержание внутримышечного жира [11, с. 11; 12, с. 69].

Стеароил-КоА-десатураза (SCD) – энзим эндоплазматического ретикулума, который катализирует биосинтез мононенасыщенных жирных кислот из насыщенных жирных кислот, которые либо синтезируются *de novo*, либо получены из рациона. SCD в сочетании с НАДН2-цитохром b5 редуктазой и электроноакцепторным цитохромом b5, а также молекулярным кислородом вводит одинарную двойную связь в спектре прерванных метиленом жирных ацил-КоА субстратов. Играет важную роль в биосинтезе липидов, в регулировании экспрессии генов, участвующих в липогенезе, и в регулировании окисления митохондриальных жирных кислот. Участвует в энергетическом гомеостазе организма. Способствует биосинтезу мембранных фосфолипидов, сложных эфиров холестерина и триглицеридов. Предполагается, что липогенный фермент стеароил-КоА-десатураза (SCD) играет ключевую роль в образовании ВМЖ у свиней. Ген стеароил-КоА-десатуразы (*SCD*) локализован на SSC 14 в области, где ранее были обнаружены локусы количественных признаков (QTL) состава жирных кислот и температуры плавления жира у свиней. Фермент стеароил-КоА-десатураза играет роль в биосинтезе ненасыщенных жирных кислот [13, с. 6]. Показана линейная зависимость между экспрессией белка SCD и общим содержанием жирных кислот в мышцах. Ген стеароил-КоА-десатуразы (*SCD*) играет решающую роль в превращении насыщенных ЖК в мононенасыщенные ЖК и, следовательно, входит в число генов-кандидатов, ответственных за содержание жира у свиней [14, с. 156]. Гаплотипы гена *SCD* оказывали сильное влияние на температуру плавления жирных кислот в популяции дюрков [15, с. 41]. На сегодняшний день известно порядка 18 мутаций в гене *SCD*, среди которых значимый эффект показан для аллеля T в позиции 2228, способствующего десатурации жира в мышцах и подкожной жировой клетчатке у свиней породы дюрков [3, с. 9]. Fernandes и соавторы [16, с. 102] обнаружили потенциальные эффекты генотипов по *SCD* на отложение внутримышечного жира, но не выявили их влияния на толщину шпика. А в работе Li и коллег [17, с. 6] уровень экспрессии SCD показал значительное различие между группами с высоким и низким содержанием внутримышечного жира, что позволяет предположить, что это важный кандидатный ген, влияющий на отложение ВМЖ.

Изучение аллелофонда свиней отечественной репродукции, определение популяционно-генетических параметров по ДНК-маркерам, поиск ассоциаций генетических вариантов с экономически-значимыми признаками характеризуется научной новизной и практической значимостью. Поскольку различными учеными показана роль фермента SCD в формировании признаков, связан-



ных с содержанием и составом ВМЖ, то исследование полиморфизма гена *SCD* у свиней различных пород, разводимых на территории Российской Федерации, представляет интерес в аспекте его использования в качестве потенциального ДНК-маркера качественных признаков мяса.

#### Методология и методы исследований (Methods)

**Цель исследований** – изучение влияния полиморфизма  $g.2228\ T > C$  в гене *SCD* (Accession No. Y 487830) на содержание внутримышечного жира и поиск ассоциаций генотипов с экономически значимыми признаками у свиней пород дюрок и крупная белая отечественной репродукции.

При выполнении исследований использовалось оборудование ЦКП «Биоресурсы и биоинженерия сельскохозяйственных животных» ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста.

Исследования проводили в 2019 году на свиньях пород крупная белая (КБ,  $n = 220$ ), ландрас (Л,  $n = 161$ ) и дюрок (Д,  $n = 142$ ), разводимых в ООО «Селекционно-гибридный центр» (Воронежская область). От опытных животных отбирали пробы ткани (ушной выщип), которые непосредственно после отбора помещали в 1,5 мл пробирки с 96-процентным этиловым спиртом и помещали на хранение при  $-20^\circ\text{C}$  в коллекцию ткани и ДНК УНУ «Банк генетического материала животных и птиц» ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л. К. Эрнста. Свиньи содержались в групповых станках с щелевыми полами группами по 15 голов. Животные имели неограниченный доступ к кормам и воде. Основной рацион и условия содержания животных были идентичны и соответствовали зоогигиеническим нормам.

Геномную ДНК выделяли с использованием набора реагентов ДНК Экстран-2 (ООО «НПФ Синтол», Россия) согласно рекомендациям производителя. Качество и концентрацию ДНК определяли с помощью флуориметра Qubit 2.0 (Invitrogen / Life Technologies, США) и спектрофотометра Nano Drop 8000 (Thermo Fisher Scientific, США). Генотипы по *SCD* ( $T \rightarrow C$  в позиции 2228, генный банк NCBIY487830) определяли методом ПЦР с детекцией результатов в режиме реального времени (ПЦР-РВ) на ДНК-амплификаторе Quant Studio 5 (Thermo Fisher Scientific, США). Тест-система предусматривает амплификацию в режиме реального времени фрагмента длиной 114 п. о., содержащего область мутации, с использованием двух специфических праймеров *SCD-RT-F* ( $5'-AAGGCTAGAGCTGGCAGTGGGC-3'$ ) и *SCD-RT-R* ( $5'-CACGGTGAGCCAACCTCTGCGCA-3'$ ) и двух аллель-специфичных зондов, окрашенных красителями *SCD-FAM* (*FAM-ACCGTATCCTGTATTTCCCT-BHQ-1*) и *SCD-R6G* (*R6G-ACCGTGTCCCTGTATTTCCCT-BHQ-1*). Подбор праймеров осуществлялся при поддержке интернет-ресурса Primer 3 (<http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/>). Синтез олигонуклеотидов выполнялся в ООО «Евроген» (Россия).

Частоты встречаемости генотипов рассчитывали по формуле (1):

$$p_i = n_i / N \quad (1)$$

где  $p_i$  – число животных с  $i$ -м генотипом,  $N$  – объем выборки.

Частоты встречаемости аллелей рассчитывали по следующей формуле (2):

$$p_i = (2 \times N_{ii} + N_{iy}) / (2 \times N), \quad (2)$$

где  $p_i$  – частота встречаемости  $i$ -го аллеля,

$N_{ii}$  – число животных, гомозиготных по  $i$ -му аллелю,

$N_{iy}$  – число животных, гетерозиготных по  $i$ -му аллелю ( $y$  – любой другой аллель),  $N$  – объем выборки.

При достижении среднего возраста животных  $154 \pm 0,7$  дн. проводили оценку следующих признаков: оценивали живую массу (кг), осуществляли прижизненное определение содержания внутримышечного жира (%), толщины шпика (мм) и постности (%) с использованием УЗИ-сканера EхаGo (IMV Imaging, Франция) у 103 хряков породы дюрок, 27 свинок породы дюрок и 30 хряков породы крупная белая.

При оценке эффекта генотипа по *SCD* на репродуктивные качества использовали уравнение модели для многофакторного дисперсионного анализа с взаимодействием:

$$y = \mu + B \times S + G + B \times S \times G + \epsilon,$$

где  $y$  – учитываемые показатели;

$\mu$  – общее среднее по выборке из  $n$  животных;

$B \times S$  – эффект взаимодействия факторов породы и пола;

$G$  – эффект генотипа по *SCD*;

$B \times S \times G$  – эффект взаимодействия эффектов породы, пола и генотипа по *SCD*;

$\epsilon$  – остаточный эффект, не включенный в данную модель.

Для оценки статистической значимости влияния учтенных факторов применяли критерий Фишера ( $F$ -критерий, отношение дисперсии учтенного фактора к остаточной дисперсии) для соответствующего числа степеней свободы ( $df$ ). Достоверности различий средних значений признаков по сравниваемым группам генотипов определяли с помощью  $t$ -критерия Стьюдента для соответствующего числа степеней свободы и уровней доверительной вероятности  $***p \leq 0,001$ ;  $**p \leq 0,01$ ;  $*p \leq 0,05$ . Расчеты для дисперсионного анализа и по методу наименьших квадратов (LSM, least square means) проводили в программе STATISTICA 10 (StatSoft, Inc., США).

#### Результаты (Results)

Идентификацию аллелей по гену *SCD* проводили в режиме реального времени при помощи тест-системы, принцип действия которой основан на использовании двух специфических праймеров *SCD-RT-F* и *SCD-RT-R* и двух аллель-специфичных зондов, помеченных флуоресцентными метками. Зонд, предназначенный для идентификации аллеля  $T$ , ассоциированного с повышенным содержанием ВМЖ у свиней, помечен красителем *FAM*, а зонд для идентификации аллеля  $C$  помечен красителем *R6G*.

На рисунке показаны результаты генотипирования *SCD*.

На рисунке показано, что у гетерозиготных особей детектируется сигнал и по красителю *FAM* и по красителю *R6G* (рис. Б). У гомозиготных  $TT$  вариантов фиксируется сигнал по красителю *FAM* (рис. А), гомозиготных особей с  $CC$  вариантом детектируется сигнал по красителю *R6G* (рис. В). Результаты генотипирования с использованием

тест-системы диагностики полиморфизма гена *SCD* демонстрируют ее пригодность для рутинного применения.

Проводили исследование частоты аллелей и генотипов в исследуемых группах свиней по гену *SCD*. В таблице 1 представлены результаты распределения частот в группах свиней пород крупная белая, ландрас и дюрок.

Анализ распределения частот аллелей и генотипов продемонстрировал, что свиньи пород крупная белая и дюрок характеризовались наличием полиморфизма в позиции g.2228 T > C гена *SCD*. Частота аллеля Т, связанного с десатурацией жира в мышцах и подкожной жировой клетчатке у дюрока, составила в исследуемой нами популяции 0,419. Генотип ТТ встречался в этой группе с частотой 12,7 %. Свиньи крупной белой породы характеризовались частотой аллеля Т на уровне 0,686, генотипа ТТ – 46,8 %. У свиней породы ландрас полиморфизма в данной позиции выявлено не было, все исследованные животные являлись носителями генотипа ТТ.

Результаты оценки по признакам содержания внутримышечного жира, а также показателям толщины шпика и постности представлены в таблице 2.

Анализ взвешенных значений оценок генотипов по *SCD*, полученных методом наименьших квадратов (LSM) выявил статистически значимое превосходство носителей аллеля С по содержанию внутримышечного жира. Разница между хряками породы дюрок с генотипами ТТ и СС составила 0,42 % и была значима при  $P \leq 0,05$ . В группе животных крупной белой породы наблюдалась подобная зависимость, но различия не были статистически значимы. Наиболее выражена разница по толщине шпика у хряков породы дюрок, носители генотипа СС превосходили особей с генотипом ТТ более чем на 3 мм (при  $P \leq 0,001$ ). Таким же образом распределились генотипы у свиней породы крупная белая  $CC > TC > TT$ . В группе свинок породы дюрок статистически значимых различий по показателям продуктивности с учетом генетических вариантов не обнаружено.

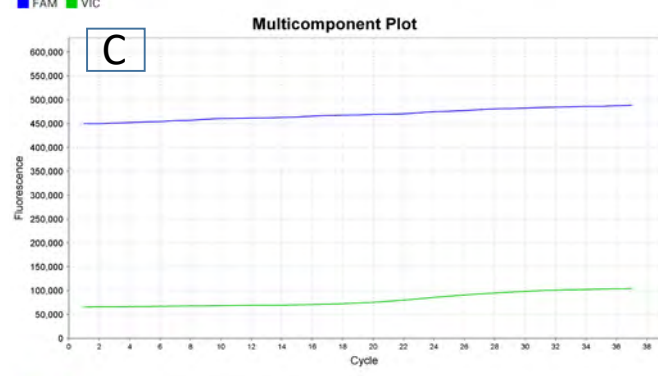
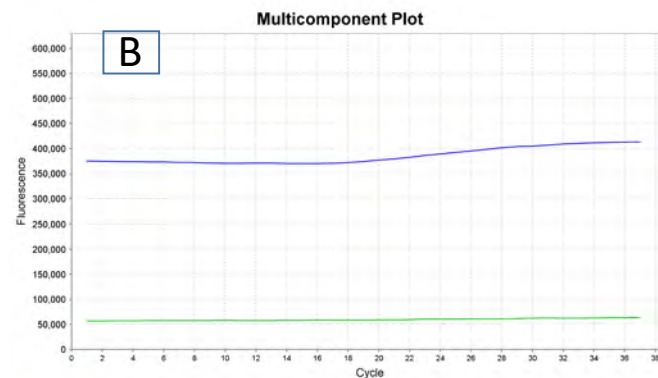
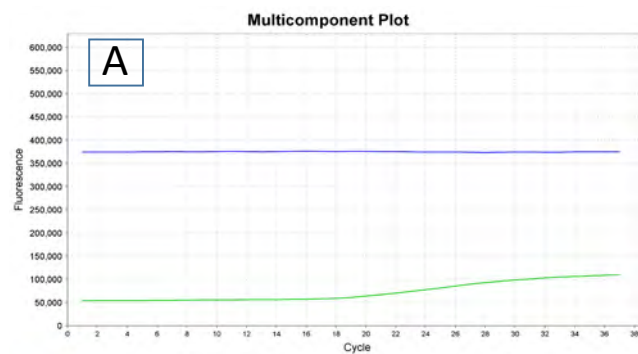
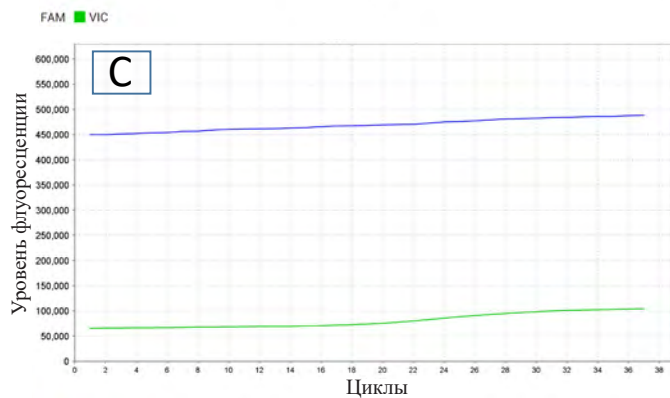
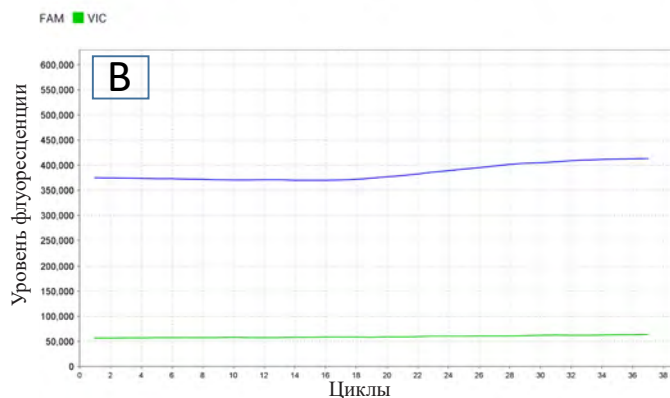
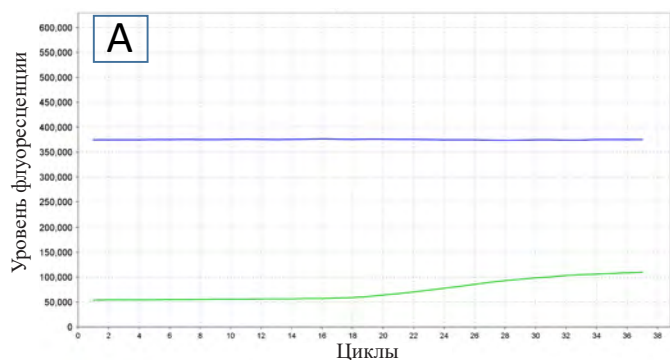


Рис. Результаты генотипирования свиней по *SCD* методом ПЦР-РВ. А – генотип ТТ, В – генотип ТС, С – генотип СС

Fig. RT-PCR genotyping results for *SCD*. А – genotype ТТ, В – genotype ТС, С – genotype СС

Таблица 1  
Распределение частот генотипов и аллелей по SCD

Порода	Частоты генотипов			Частоты аллелей	
	ТТ	ТС	СС	Т	С
Крупная белая	46,8	43,6	9,6	0,686	0,314
Ландрас	100	0	0	1,0	0
Дюрок	12,7	58,5	28,8	0,419	0,581

Table 1  
Genotype and allele frequencies of SCD gene

Breed	Genotype frequencies			Allele frequencies	
	TT	TC	CC	T	C
Large white	46.8	43.6	9.6	0.686	0.314
Landrace	100	0	0	1.0	0
Duroc	12.7	58.5	28.8	0.419	0.581

Таблица 2  
Взвешенные значения оценок генотипов по SCD, полученные методом наименьших квадратов (LSM), по изучаемым признакам свиней пород крупная белая и ландрас

Группа	N количе- ство	SCD генотип	ВМЖ, %	Толщина шпика, мм	Постность, %	Живая масса, кг
			$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
Д_m	13	ТТ	2,20 ± 0,16 <sup>a,б</sup>	12,35 ± 0,75 <sup>a,б</sup>	61,30 ± 1,49	102,47 ± 2,24
	64	СТ	2,59 ± 0,07 <sup>a</sup>	14,37 ± 0,34 <sup>a,б</sup>	61,42 ± 0,67	104,54 ± 1,01
	26	СС	2,62 ± 0,11 <sup>б</sup>	15,77 ± 0,53 <sup>б,в</sup>	62,49 ± 1,05	102,62 ± 1,59
F-критерий			2,65 <sup>0,1</sup>	8,32***	0,38	0,74
Д_f	2	ТТ	2,55 ± 0,41	18,85 ± 1,91	68,95 ± 3,79	104,30 ± 5,72
	12	СТ	2,93 ± 0,17	14,98 ± 0,78	69,23 ± 1,55	107,46 ± 2,34
	13	СС	2,91 ± 0,16	14,61 ± 0,75	65,78 ± 1,49	102,11 ± 2,24
F-критерий			0,55	1,45	1,35	1,06
КБ	8	ТТ	1,99 ± 0,20	13,18 ± 0,96	58,68 ± 1,89	105,98 ± 2,86
	17	СТ	2,14 ± 0,14	14,43 ± 0,66	59,58 ± 1,30	106,66 ± 1,96
	5	СС	2,54 ± 0,26	15,78 ± 1,21	57,86 ± 2,40	115,24 ± 3,62
F-критерий			1,31	1,28	0,30	3,11 <sup>0,1</sup>

\*\*\* Величина критерия Фишера статистически значима при  $p \leq 0,001$ ; <sup>0,1</sup> – тенденция.

<sup>a,б</sup> Различия между отмеченными генотипами статистически значимы при  $p \leq 0,05$ ; <sup>в</sup> при  $P \leq 0,001$ .

Table 2  
Least-Squares Means (LSM) SCD genotype scores of the studied traits of Large White and Landrace pig breeds

Group	N Sampling rate	SCD genotype	Intramuscular fat content, %	Thickness of bacon, millimeters	Lean, %	Live weight, kg
			$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
D_m	13	TT	2.20 ± 0.16 <sup>a,б</sup>	12.35 ± 0.75 <sup>a,в</sup>	61.30 ± 1.49	102.47 ± 2.24
	64	CT	2.59 ± 0.07 <sup>a</sup>	14.37 ± 0.34 <sup>a,б</sup>	61.42 ± 0.67	104.54 ± 1.01
	26	CC	2.62 ± 0.11 <sup>б</sup>	15.77 ± 0.53 <sup>б,в</sup>	62.49 ± 1.05	102.62 ± 1.59
F-test			2.65 <sup>0,1</sup>	8.32***	0.38	0.74
D_f	2	TT	2.55 ± 0.41	18.85 ± 1.91	68.95 ± 3.79	104.30 ± 5.72
	12	CT	2.93 ± 0.17	14.98 ± 0.78	69.23 ± 1.55	107.46 ± 2.34
	13	CC	2.91 ± 0.16	14.61 ± 0.75	65.78 ± 1.49	102.11 ± 2.24
F-test			0.55	1.45	1.35	1.06
LW	8	TT	1.99 ± 0.20	13.18 ± 0.96	58.68 ± 1.89	105.98 ± 2.86
	17	CT	2.14 ± 0.14	14.43 ± 0.66	59.58 ± 1.30	106.66 ± 1.96
	5	CC	2.54 ± 0.26	15.78 ± 1.21	57.86 ± 2.40	115.24 ± 3.62
F-test			1.31	1.28	0.30	3.11 <sup>0,1</sup>

\*\*\* The value of the Fisher test is statistically significant at  $p \leq 0.001$ ; <sup>0,1</sup> - a trend.

<sup>a,б</sup> Differences between the marked genotypes are statistically significant at  $p \leq 0.05$ ; <sup>в</sup> at  $p \leq 0.001$ .

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

Анализ частоты распределения аллелей и генотипов по гену *SCD* показал в нашем случае отсутствие носителей генотипа ТТ и аллеля Т среди свиней породы ландрас, что согласуется с результатами Estany J. и коллег [3, с. 4]. Частота аллеля Т в популяции свиней породы дюрок составила 0,462, что было сопоставимо с выявленной нами частотой 0,419. По свиньям крупной белой породы отмечены различия в частоте аллеля Т между исследуемой нами группой – 0,686 против 0,951. С высоким потенциалом десатурации и благоприятным профилем жирных кислот и параметрами качества мяса связан аллель Т по *SCD*, который встречается с высокой частотой в большинстве популяций [18, с. 13].

Имеются сведения, что повышенный уровень экспрессии *SCD* идентифицирован у животных с меньшей мраморностью [17, с. 12]. А также не показано однозначного влияния полиморфизма в позиции g.2228 Т > С гена *SCD* на содержание внутримышечного жира. Поиск ассоциаций генетических вариантов по гену *SCD* с признаками продуктивности в наших исследованиях показал статистически значимое превосходство носителей СС генотипа по толщине шпика в группе хряков породы дюрок. Полиморфизм g.2228 Т > С гена *SCD*, расположенный в промоторе, не оказывал существенного влияния на толщину шпика в популяции дюрок, что указывает на возможное отсутствие влияния данной мутации на экспрессию *SCD*. Желательным в аспекте влияния на состав жирных кислот считают аллель Т. В нашем исследовании было обнаружено превосходство хрячков породы дюрок с генотипом СС по содержанию ВМЖ. По результатам Henriquez-Rodriguez и коллег [15, с. 41], особи с СС генотипом по данному показателю также несколько превосходили носителей других генетических вариантов.

Henriquez-Rodriguez и коллеги [19, с. 2555] исследовали комбинированное влияние потребления каротиноидов провитамина А (PVA) и генотипа *SCD* (AY487830: g.2228 Т > С) на содержание ретиноидов в печени, мышцах и показали статистически значимое влияние генотипа по *SCD* на признаки продуктивности у свиней породы дюрок. Ряд полногеномных ассоциативных исследований [16, с. 17; 20, с. 5; 21, с. 1130; 22, с. 170] позволил идентифицировать значимые для признаков состава и содержания внутримышечного жира у свиней различных пород QTL, геном-кандидатом для которых является *SCD*, что в очередной раз подтверждает роль данного гена в формировании признаков, характеризующих качество мяса. Вместе с тем, несмотря на существенную роль *SCD* в метаболизме липидов, и влиянии на десатурацию аллеля Т, нами была обнаружена зависимость между признаками содержания внутримышечного жира и толщины шпика у хряков породы дюрок и генотипом СС. Тем не менее, по некоторым данным [17, с. 14], фиксировался породоспецифичный характер уровня экспрессии *SCD*.

Таким образом, наши результаты подтверждают наличие ассоциации генотипа по *SCD* с содержанием внутримышечного жира и толщины шпика у хряков породы дюрок. Полученные в группах свинок породы дюрок и хряков породы крупная белая различия между генетическими вариантами по *SCD* и мясными качествами следует уточнить на большом числе особей. В целом для хряков породы дюрок ген *SCD* может рассматриваться в качестве ДНК-маркера содержания внутримышечного жира.

**Благодарности (Acknowledgements)**

Работа была проведена в рамках выполнения задания министерства науки и высшего образования Российской Федерации ГЗ № АААА-А18-118021590138-1.

**Библиографический список**

1. Won S., Jung J., Park E., Kim H. Identification of genes related to intramuscular fat content of pigs using genome-wide association study // Asian-Australas J Anim. Sci. 2018. V. 31 (2). Pp. 157–162. DOI: 10.5713/ajas.17.0218.
2. Lambe N. R., McLean K. A., Gordon J., Evans D., Clelland N., Bungler L. Prediction of intramuscular fat content using CT scanning of packaged lamb cuts and relationships with meat eating quality // Meat Science. 2017. V. 123. Pp. 112–119. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.09.008.
3. Estany J., Ros-Freixedes R., Tor M., Pena R. N. A Functional Variant in the Stearoyl-CoA Desaturase Gene Promoter Enhances Fatty Acid Desaturation in Pork // PLoS ONE. 2014. V. 9 (1): e86177. Pp. 1–11. DOI: 10.1371/journal.pone.0086177.
4. Ros-Freixedes R., Gol S., Pena R. N., Tor M., Ibáñez-Escriche N., Dekkers J. C. M. [et al.] Genome-Wide Association Study Singles Out SCD and LEPR as the Two Main Loci Influencing Intramuscular Fat Content and Fatty Acid Composition in Duroc Pigs // PLoS ONE. 2016. V. 11 (3): e0152496. Pp. 1–18. DOI: 10.1371/journal.pone.0152496.
5. Scollan N. D., Dannenberger D., Nuernberg K., Richardson I., MacKintosh S., Hocquette J. F., Moloney A. P. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality // Meat Science. 2014. V. 97 (3). Pp. 384–394. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.015.
6. Pighin D., Pazos A., Chamorro V., Paschetta F., Cunzolo S., Godoy F., Grigioni G. A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems // The Scientific World Journal. 2016. V. 2016. Pp. 1–10. DOI: 10.1155/2016/8681491.
7. Apple J. K. Nutritional effects on pork quality in swine production [e-resource] // U. S. National Swine Nutrition Guide. 2015. Pp. 1–13. URL: <http://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/08/nutritiona-effects-on-pork-quality.pdf> (appeal date:).
8. Pena R. N., Ros-Freixedes R., Tor M., Estany J. Genetic marker discovery in complex traits: a field example on fat content and composition in pigs // Int. J. Mol. Sci. 2016. V. 17. I. 2100. Pp. 1–17. DOI: 10.3390/ijms17122100.
9. Jung J.-H., Shim K.-S., Na C.-S., Choe H.-S. Studies on intramuscular fat percentage in live swine using real-time ultrasound to determine pork quality // Asian-Australas J. Anim. Sci. 2015. V. 28 (3). Pp. 318–322. DOI: 10.5713/ajas.14.0927.



10. Chen J. N., Jiang Y. Z., Cen W. M., Xing S. H., Zhu L., Tang G. Q., Li M. Z., Jiang A. A., Lou P. E., Wen A. X., Wang Q., He T., Zhu G. X., Xie M., Li X. W. Distribution of H-FABP and ACSL 4 gene polymorphisms and their associations with IMF and backfat thickness in different pig populations // *Genet. Mol. Res.* 2014. V. 13. Pp. 6759–6772. DOI: 10.4238/2014.August.28.20.
11. Новгородова И. П., Прытков Ю. А., Рындина Д. Ф., Форнара М. С., Волкова Н. А., Костюнина О. В., Зиновьева Н. А. Продуктивные качества свиней в зависимости от генотипа по H-FABP // *Свиноводство.* 2017. № 6. С. 9–12.
12. Костюнина О. В., Гетманцева Л. В., Форнара М. С., Прытков Ю. А., Волкова Н. А. Оценка влияния полиморфизмов в гене PRKAG 3 на качественные показатели мяса свиней // *Достижения науки и техники АПК.* 2019. Т. 33. № 4. С. 67–69. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10417.
13. Xing K., Zhu F., Zhai L., Chen S., Tan Z., Sun Y., Hou Z., Wang C. Identification of genes for controlling swine adipose deposition by integrating transcriptome, whole-genome resequencing, and quantitative trait loci data // *Sci. Rep.* 2016. V. 6. Iss. 23219. Pp. 1–10. DOI: 10.1038/srep23219.
14. Lim K.-S., Kim J.-M., Lee E.-A., Choe J.-H., Hong K.-C. A Candidate Single Nucleotide Polymorphism in the 3' Untranslated Region of Stearoyl-CoA Desaturase Gene for Fatness Quality and the Gene Expression in Berkshire Pigs // *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2015. V. 28 (2). Pp. 151–157. DOI: 10.5713/ajas.14.0529.
15. Henriquez-Rodriguez E., Tor M., Pena R., Estany J. A polymorphism in the stearoyl-CoA desaturase gene promoter increases monounsaturated fatty acid content in dry-cured ham // *Meat Science.* 2015. V. 106. Pp. 38–43. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.03.019.
16. Fernández A. I., Óvilo C., Barragán C., Carmen Rodríguez M., Silió L., Folch J. M., Fernández A. Validating porcine SCD haplotype effects on fatty acid desaturation and fat deposition in different genetic backgrounds // *Livestock Science.* 2017. V. 205. Pp. 98–105. DOI: 10.1016/j.livsci.2017.09.021.
17. Li B., Weng Q., Dong C., Zhang Z., Li R., Liu J., Jiang A., Li Q., Jia C., Wu W., Liu H. A key gene, PLIN 1, can affect porcine intramuscular fat content based on transcriptome analysis // *Genes.* 2018. V. 9 (4). Iss. 194. Pp. 1–16. DOI: 10.3390/genes9040194.
18. Muñoz M., Bozzi R., García F., Núñez Y., Geraci C., Crovetto A. [et al.] Diversity across major and candidate genes in European local pig breeds // *PLoS ONE.* 2018. V. 13 (11): e0207475. Pp. 1–30. DOI: 10.1371/journal.pone.0207475.
19. Henriquez-Rodriguez E., Pena R. N., Seradj A. R., Fraile L., Christou P., Tor M., Estany J. Carotenoid intake and SCD genotype exert complementary effects over fat content and fatty acid composition in Duroc pigs // *J. Anim. Sci.* 2017. V. 95 (6). Pp. 2547–2557. DOI: 10.2527/jas.2016.1350.
20. Zhang W., Zhang J., Cui L., Ma J., Chen C., Ai H., Xie X., Li L., Xiao S., Huang L., Ren J., Yang B. Genetic architecture of fatty acid composition in the longissimus dorsi muscle revealed by genome-wide association studies on diverse pig populations // *Genet. Sel. Evol.* 2016. V. 48. P. 5. DOI: 10.1186/s12711-016-0184-2.
21. Viterbo V. S., Lopez B.I. M., Kang H., Kim H., Song C., Seo K. S. Genome wide association study of fatty acid composition in Duroc swine // *Asian-Australas J Anim. Sci.* 2018. V. 31 (8). Pp. 1127–1133. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0779>.
22. González-Prendes R., Quintanilla R., Mármol-Sánchez E., Pena R. N., Ballester M., Cardoso T. F., Manunza A., Casellas J., Cánovas Á., Díaz I., Noguera J. L., Castelló A., Mercadé A., Amills M. Comparing the mRNA expression profile and the genetic determinism of intramuscular fat traits in the porcine gluteus medius and longissimus dorsi muscles // *BMC Genomics.* 2019. V. 20. P. 170. DOI: 10.1186/s12864-019-5557-9.

### Об авторах

Ольга Васильевна Костюнина<sup>1</sup>, доктор биологических наук, заведующая лабораторией, ORCID 0000-0001-8206-3221, AuthorID 147325, [kostolan@yandex.ru](mailto:kostolan@yandex.ru)

Елена Алексеевна Требунских<sup>1</sup>, аспирант, ORCID 0000-0002-5208-3376, AuthorID 959522

Маргарет Сергеевна Форнара<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-8844-177X, AuthorID 620225

Татьяна Вячеславовна Карпушкина<sup>1</sup>, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-4498-6241, AuthorID 622734

<sup>1</sup> Федеральный научный центр – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

## Investigation of the associations of SCD gene polymorphism with intramuscular fat content in Duroc and Large White pig breeds

O. V. Kostyunina<sup>1</sup>✉, E. A. Trebunskikh<sup>1</sup>, M. S. Fornara<sup>1</sup>, T. V. Karpushkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Science Center for Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia

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

**Abstract.** A scientific novelty is the study of the allele pool of domestic reproduction pigs, the determination of population genetic parameters by DNA markers, and the search for associations of genetic variants with economically significant traits.

**The aim** of the work was to study the influence of *SCD* Y487830 polymorphism: g.2228 T > C to the IMF content and to search for associations of genotypes with economically significant traits in domestic reproduction pigs. The studies were conducted in 2019 on pigs reared in Selection and Hybrid Center LLC (Voronezh region). Genotyping were determined by the QuantStudio™ 5 Real-Time PCR System using the developed test system. The content of IMF (%), backfat thickness (mm), lean (%), live weight (kg) in 103 boars and 27 gilts Duroc pigs, 30 Large White boars was determined using an ExaGo ultrasound scanner. The main diet and animal welfare conditions were identical and corresponded to zoosanitary standards. Model equation for multivariate analysis of variance with interaction was used to evaluate the effect of genotype by *SCD* on productive qualities. The frequency of the T allele and TT genotype in the group of Duroc pigs was 0.419 and 12.7 %, respectively. Large White pig breeds were characterized by the frequency of the T allele – 0.686, TT genotype – 46.8 %. All Landrace pigs were carriers of the TT genotype. The superiority of the C allele carriers in the content of IMF was shown. The difference between Duroc boars with TT and CC genotypes was 0.42 % ( $P \leq 0.05$ ), and individuals with CC genotype exceeded TT genotype carriers in the backfat thickness of more than 3 mm ( $P \leq 0.001$ ). The **results** confirm the association of the *SCD* genotype with the content of intramuscular fat and the backfat thickness in the Duroc boars.

**Keywords:** pigs, meat quality, polymorphism, stearoyl-CoA desaturase, intramuscular fat.

**For citation:** Kostyunina O. V., Trebunskikh E. A., Fornara M. S., Karpushkina T. V. Issledovaniye assotsiatsiy polimorfizma gena *SCD* s sodержaniyem vnutrimyshechnogo zhira u sviney porod dyurok i krupnaya belaya [Investigation of the associations of *SCD* gene polymorphism with intramuscular fat content in Duroc and Large White pig breeds] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 35–43. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e642874.17620748. (In Russian.)

**Paper submitted:** 18.10.2019.

### References

1. Won S., Jung J., Park E., Kim H. Identification of genes related to intramuscular fat content of pigs using genome-wide association study // Asian-Australas J Anim. Sci. 2018. V. 31 (2). Pp. 157–162. DOI: 10.5713/ajas.17.0218.
2. Lambe N. R., McLean K. A., Gordon J., Evans D., Clelland N., Bunger L. Prediction of intramuscular fat content using CT scanning of packaged lamb cuts and relationships with meat eating quality // Meat Science. 2017. V. 123. Pp. 112–119. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.09.008.
3. Estany J., Ros-Freixedes R., Tor M., Pena R. N. A Functional Variant in the Stearoyl-CoA Desaturase Gene Promoter Enhances Fatty Acid Desaturation in Pork // PLoS ONE. 2014. V. 9 (1): e86177. Pp. 1–11. DOI: 10.1371/journal.pone.0086177.
4. Ros-Freixedes R., Gol S., Pena R. N., Tor M., Ibáñez-Escriche N., Dekkers J. C. M. [et al.] Genome-Wide Association Study Singles Out *SCD* and *LEPR* as the Two Main Loci Influencing Intramuscular Fat Content and Fatty Acid Composition in Duroc Pigs // PLoS ONE. 2016. V. 11 (3): e0152496. Pp. 1–18. DOI: 10.1371/journal.pone.0152496.
5. Scollan N. D., Dannenberger D., Nuernberg K., Richardson I., MacKintosh S., Hocquette J. F., Moloney A. P. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality // Meat Science. 2014. V. 97 (3). Pp. 384–394. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.015.
6. Pighin D., Pazos A., Chamorro V., Paschetta F., Cunzolo S., Godoy F., Grigioni G. A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems // The Scientific World Journal. 2016. V. 2016. Pp. 1–10. DOI: 10.1155/2016/8681491.
7. Apple J. K. Nutritional effects on pork quality in swine production [e-resource] // U. S. National Swine Nutrition Guide. 2015. Pp. 1–13. URL: <http://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/08/nutritiona-effects-on-pork-quality.pdf> (appeal date:).
8. Pena R. N., Ros-Freixedes R., Tor M., Estany J. Genetic marker discovery in complex traits: a field example on fat content and composition in pigs // Int. J. Mol. Sci. 2016. V. 17. I. 2100. Pp. 1–17. DOI: 10.3390/ijms17122100.
9. Jung J.-H., Shim K.-S., Na C.-S., Choe H.-S. Studies on intramuscular fat percentage in live swine using real-time ultrasound to determine pork quality // Asian-Australas J. Anim. Sci. 2015. V. 28 (3). Pp. 318–322. DOI: 10.5713/ajas.14.0927.
10. Chen J. N., Jiang Y. Z., Cen W. M., Xing S. H., Zhu L., Tang G. Q., Li M. Z., Jiang A. A., Lou P. E., Wen A. X., Wang Q., He T., Zhu G. X., Xie M., Li X. W. Distribution of H-FABP and ACSL 4 gene polymorphisms and their associations with IMF and backfat thickness in different pig populations // Genet. Mol. Res. 2014. V. 13. Pp. 6759–6772. DOI: 10.4238/2014.August.28.20.
11. Novgorodova I. P., Prytkov Yu. A., Ryndina D. F., Fornara M. S., Volkova N. A., Kostyunina O. V., Zinov'yeva N. A. Produktivnyye kachestva sviney v zavisimosti ot genotipa po H-FABP [Productive qualities of pigs depending on the genotype of H-FABP] // Svinovodstvo. 2017. No. 6, Pp. 9–12. (In Russian.)
12. Kostyunina O. V., Getmantseva L. V., Fornara M. S., Prytkov Yu. A., Volkova N. A. Otsenka vliyaniya polimorfizmov v gene PRKAG 3 na kachestvennyye pokazateli myasa sviney [Assessment of the effect of polymorphism MOV in the PRKAG 3 gene for qualitative indicators of pig meat] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33. No. 4. Pp. 67–69. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10417. (In Russian.)
13. Xing K., Zhu F., Zhai L., Chen S., Tan Z., Sun Y., Hou Z., Wang C. Identification of genes for controlling swine adipose deposition by integrating transcriptome, whole-genome resequencing, and quantitative trait loci data // Sci. Rep. 2016. V. 6. Iss. 23219. Pp. 1–10. DOI: 10.1038/srep23219.

14. Lim K.-S., Kim J.-M., Lee E.-A., Choe J.-H., Hong K.-C. A Candidate Single Nucleotide Polymorphism in the 3' Untranslated Region of Stearoyl-CoA Desaturase Gene for Fatness Quality and the Gene Expression in Berkshire Pigs // *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2015. V. 28 (2). Pp. 151–157. DOI: 10.5713/ajas.14.0529.
15. Henríquez-Rodríguez E., Tor M., Pena R., Estany J. A polymorphism in the stearyl-CoA desaturase gene promoter increases monounsaturated fatty acid content in dry-cured ham // *Meat Science*. 2015. V. 106. Pp. 38–43. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.03.019.
16. Fernández A. I., Óvilo C., Barragán C., Carmen Rodríguez M., Silió L., Folch J. M., Fernández A. Validating porcine SCD haplotype effects on fatty acid desaturation and fat deposition in different genetic backgrounds // *Livestock Science*. 2017. V. 205. Pp. 98–105. DOI: 10.1016/j.livsci.2017.09.021.
17. Li B., Weng Q., Dong C., Zhang Z., Li R., Liu J., Jiang A., Li Q., Jia C., Wu W., Liu H. A key gene, PLIN 1, can affect porcine intramuscular fat content based on transcriptome analysis // *Genes*. 2018. V. 9 (4). Iss. 194. Pp. 1–16. DOI: 10.3390/genes9040194.
18. Muñoz M., Bozzi R., García F., Núñez Y., Geraci C., Crovetto A. [et al.] Diversity across major and candidate genes in European local pig breeds // *PLoS ONE*. 2018. V. 13 (11): e0207475. Pp. 1–30. DOI: 10.1371/journal.pone.0207475.
19. Henríquez-Rodríguez E., Pena R. N., Seradj A. R., Fraile L., Christou P., Tor M., Estany J. Carotenoid intake and SCD genotype exert complementary effects over fat content and fatty acid composition in Duroc pigs // *J. Anim. Sci.* 2017. V. 95 (6). Pp. 2547–2557. DOI: 10.2527/jas.2016.1350.
20. Zhang W., Zhang J., Cui L., Ma J., Chen C., Ai H., Xie X., Li L., Xiao S., Huang L., Ren J., Yang B. Genetic architecture of fatty acid composition in the longissimus dorsi muscle revealed by genome-wide association studies on diverse pig populations // *Genet. Sel. Evol.* 2016. V. 48. P. 5. DOI: 10.1186/s12711-016-0184-2.
21. Viterbo V. S., Lopez B.I. M., Kang H., Kim H., Song C., Seo K. S. Genome wide association study of fatty acid composition in Duroc swine // *Asian-Australas J Anim. Sci.* 2018. V. 31 (8). Pp. 1127–1133. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0779>.
22. González-Prendes R., Quintanilla R., Mármol-Sánchez E., Pena R. N., Ballester M., Cardoso T. F., Manunza A., Casellas J., Cánovas Á., Díaz I., Noguera J. L., Castelló A., Mercadé A., Amills M. Comparing the mRNA expression profile and the genetic determinism of intramuscular fat traits in the porcine gluteus medius and longissimus dorsi muscles // *BMC Genomics*. 2019. V. 20. P. 170. DOI: 10.1186/s12864-019-5557-9.

#### **Authors' information:**

Olga V. Kostyunina<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, head of laboratory, ORCID 0000-0001-8206-3221, AuthorID 147325, [kostolan@yandex.ru](mailto:kostolan@yandex.ru)

Elena A. Trebunskikh<sup>1</sup>, postgraduate, ORCID 0000-0002-5208-3376, AuthorID 959522

Margaret S. Fornara<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-8844-177X, AuthorID 620225

Tatiana V. Karpushkina<sup>1</sup>, researcher, ORCID 0000-0002-4498-6241, AuthorID 622734

<sup>1</sup> Federal Science Center for Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia

## Новые генетические источники для селекции видов *Prunus L.* на полиплоидном уровне

О. В. Мочалова<sup>1</sup>, Д. А. Гусев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральний Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

✉ E-mail: mochalov.olga@yandex.ru

**Аннотация.** Исследование направлено на изучение распределения числа хромосом у новых, полученных через культуру *in vitro*, амитотических клоновых линий гибридной вишни степной и микровишни песчаной; на сравнение фертильности и размеров пыльцы у амитотических триплоидных и гексаплоидных клонов вишни; на выявление новых перспективных полиплоидных генетических источников для их последующего использования в селекции.

**Методы.** В научной работе использованы общепринятые цитологические и статистические методы. **Результаты.** Установлены закономерности выхода индуцированных полиплоидов как от исходного числа хромосом, так и от происхождения и индивидуальных особенностей изначальных генотипов. Для амитотических гексаплоидных генотипов гибридной вишни выявлено высокое качество пыльцы на уровне 81,8–92,6 % фертильности (у триплоидов такой пыльцы найдено 4,6–18,8 %), поэтому изученные 4 клоновых генотипа вишни (12-1-1Т2, 12-1-1Т6, 12-1-2Т3, 12-1-2Тв) рекомендованы в скрещивания для выведения устойчивых к грибным болезням сортов. Не обнаружено достоверных различий по диаметру фертильной пыльцы (46,3–47,8 мкм) между амитотическими триплоидами и гексаплоидами вишни. Поэтому, по всей вероятности, фертильная пыльца у триплоидов несет в себе нередуцированный триплоидный набор хромосом. **Новизна.** Изучен совершенно новый и оригинальный для рода *Prunus L.* селекционный материал – полиплоидные гибриды вишни степной *P. fruticosa* Pall. с восточно-азиатскими вишнями *P. serrulata* Lindl., *P. canescens* Bois., *P. incisa*. Thoub. Получены аргументы в пользу положительной селекционной перспективы перевода новых сортов вишни на гексаплоидный уровень ( $2n = 48$ ), в том числе через метод удвоения числа хромосом у стерильных триплоидных межвидовых гибридов в культуре *in vitro*. Впервые созданные тетраплоидные ( $2n = 32$ ) амитотические клоновые линии микровишни *P. pumila* L. необходимо апробировать в скрещиваниях с терном и терносливами.

**Ключевые слова:** *Prunus L.*, гибрид, полиплоид, *in vitro*, клоновая линия, число хромосом, фертильность пыльцы, размер пыльцы, генетический источник, селекция.

**Для цитирования:** Мочалова О. В., Гусев Д. А. Новые генетические источники для селекции видов *Prunus L.* на полиплоидном уровне // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 44–51. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e717239.90752448.

**Дата поступления статьи:** 28.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Полиплоидия является инструментом филогенеза для покрытосеменных растений [1–3]. Она естественным образом сопровождает процесс видообразования косточковых растений и приводит к формированию полиплоидного ряда с основным хромосомным числом  $n = 8$ . Особенно часто в природных и селекционных популяциях сливы и вишни встречается аллополиплоидия, приводящая к удвоению числа хромосом в семенном потомстве у отдаленных межвидовых гибридов и обеспечивающая восстановление у их потомков нормальной фертильности мужской и женских половых сфер [1–5].

Для увеличения генетической изменчивости в селекционном процессе косточковых культур желательнее использовать сорта и гибриды видов вишни и микровишни на разном хромосомном уровне – от диплоидного ( $2n = 16$ ) до октоплоидного ( $2n = 64$ ). Для каждого вида существует свой природный оптимальный уровень по кратному количеству базового генома, при этом возможен перевод культуры на совершенно новое соматическое

число хромосом, которое может оказаться оптимальным для будущей селекции. Так, для сливы непревзойденным представляется гексаплоидный набор хромосом ( $2n = 48$ ), представленный культурогенным (не встречающимся в природе) видом сливы домашней *P. domestica* L. У вишни гексаплоиды, как у сливы, встречаются только в культуре и только у отдаленных гибридов. В настоящее время необходимо понять селекционные перспективы перевода новых сортов вишни на гексаплоидный уровень, в том числе при использовании метода удвоения числа хромосом у стерильных триплоидных межвидовых гибридов. Для разных диплоидных видов сливы и микровишни представляется важным индуцировать и апробировать тетраплоидные генотипы ( $2n = 32$ ), в частности, для последующих скрещиваний с тетраплоидным терном и для получения устойчивых тернослив [1, 5, 6].

Использование метода полиплоидии в роде *Prunus L.* дает совершенно новые возможности для расширения генетической изменчивости, включая комбинационную и эпигенетическую. Для аллополиплоидов свойственна



повышенная адаптационная пластичность в сочетании с высокой фертильностью репродуктивных процессов. Это направление, абсолютно новое, позволит расширить границы формообразующего процесса, дать возможность для интрогрессий, гетерозиса, апомиксиса. Высокая степень урожайности нового генетического материала (6–8 т/га) обеспечивается стабилизирующим отбором на уровне 3–4 семенных поколений [1, 5].

В генофонде Отдела НИИ садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА (далее НИИСС) имеются зимостойкие и устойчивые к грибным болезням диплоидные, триплоидные, тетраплоидные, пентаплоидные и гексаплоидные гибриды от скрещивания диплоидных видов вишен между собой и от скрещиваний вишни степной (*P. fruticosa* Pall.) с разными диплоидными и тетраплоидными видами вишни (*P. cerasus* L., *P. maackii* Rupr., *P. maximoviczii* Rupr., *P. pensylvanica* L., *P. serrulata* Lindl., *P. canescens* Bois., *P. incisa*. Thoub.). Начиная с 80-х годов прошлого столетия в алтайском генофонде вишни были обнаружены спонтанные гексаплоиды – гибриды с вишней обыкновенной (3-66-9, 5-98-277) и с вишней Маака (ВЧ 8-83-46, ВЧ 89-95-48), возникшие в результате слияния одной редуцированной и одной нередуцированной гаметы. В результате их переопыления между собой получены гексаплоиды условно второго поколения – 1067-05-13, 1068-07-2 [4–6]. Абсолютно новым направлением в селекции вишни в настоящее время является получение гексаплоидных генотипов путем удвоения числа хромосом у стерильных триплоидных гибридов вишни степной с редкими восточно-азиатскими видами, устойчивыми к коккомикозу и имеющими плоды с повышенным содержанием биологически-активных веществ [5, 6].

Актуально и перспективно получение полиплоидов цветковых растений через использование культуры *in vitro*. В мире это особенно применяется для южных плодовых и декоративных растений [7–11], но не найдено для косточковых растений. На Алтае для представителей рода *Prunus* удалось индуцировать удвоение числа хромосом через культуру *in vitro* у гибридных триплоидов (12-1-1, 12-1-2) и впервые получить константные по числу хромосом гексаплоидные клоновые линии, несущие геномы вишни степной и редких восточно-азиатских видов (*P. canescens*, *P. serrulata*, *P. incisa*). Также в результате использования амитотика трифлуралина удалось выделить тетраплоидные и гексаплоидные клоновые линии от двух диплоидных и одного триплоидного генотипов микровишни песчаной *P. pumila* L. [12, с. 36].

Целью проведенной НИР было изучить распределение числа хромосом среди полученных амитотических клоновых линий вишни и микровишни; сравнить качество и размеры пыльцы у амитотических триплоидных и гексаплоидных клонов вишни; выявить новые перспективные полиплоидные генетические источники для их последующего использования в селекции.

#### Методология и методы исследования (Methods)

В качестве материала для исследований взяты зрелая пыльца и вегетативные ткани индуцированных *in vitro* клоновых амитотических линий разных представителей рода *Prunus* L. Исходные триплоидные гибриды вишни

степной *P. fruticosa* с вишнями серой *P. canescens* (12-1-1), остропильчатой *P. serrulata* (12-1-2) и разрезанной *P. incisa* (12-4-17) получены из ЦСБС СО РАН от В. С. Симагина. Диплоидный (ВП 4) и триплоидный (ВП 9) сеянцы микровишни песчаной отобраны в генофонде НИИСС, а диплоид ВП 2-24-07 был передан в НИИСС из генофонда Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства.

Прямой подсчет чисел хромосом осуществляли на давленных временных препаратах из молодых листочков вегетативных почек, окрашенных уксусным гематоксилином по методике ЦГЛ им. И. В. Мичурина [13, с. 2]. Фертильность и размер пыльцевых зерен определяли по общепринятым методикам [14, с. 143; 15 с. 93] после окрашки ацетокармином. Для подсчета процента фертильности пыльцы просматривали не менее 300 пыльцевых зерен. Измерение диаметра проводили для 50 пыльцевых зерен каждого генотипа, лежащих анфас, с использованием цифровой камеры для микроскопа ТС-500 (ЛОМО). При обработке результатов исследований использованы общепринятые методы биологической статистики [16, с. 238] и пакет прикладных программ Microsoft Office Excel 2007.

#### Результаты (Results)

В 2015–2017 годах был проведен подсчет числа хромосом у 25 клоновых амитотических линий, принадлежащих к трем генотипам гибридной вишни от скрещивания вишни степной с редкими восточно-азиатскими видами. Также уровень пloidности был изучен у 11 амитотических клоновых линий, полученных *in vitro* от спонтанного триплоидного генотипа микровишни песчаной (ВП 9). Среди полученных *in vitro* клоновых линий вишни и микровишни выявлены триплоиды, гексаплоиды и миксоплоиды. Последние содержат в меристематических клетках смесь триплоидных и гексаплоидных хромосомных наборов. Большинство среди полученных клоновых амитотических линий составили триплоиды – 55,6 %. Гексаплоиды и миксоплоиды присутствовали в меньшем и равном количестве – по 22,2 % (таблица 1).

Количественный выход полиплоидов зависел от генотипа. Так, у гибрида с вишней серой (12-1-1) выявлено гораздо больше гексаплоидных линий (55,6 %), чем у гибрида с вишней остролистной 12-1-2 (14,3 %). Гибрид с вишней разрезанной 12-4-17 оказался в целом неспособным к индукции большого количества клоновых линий и не дал полиплоидов. Триплоид микровишни песчаной ВП 9 показал себя практически не восприимчивым к амитотическому действию использованной концентрации трифлуралина, у него выявлена всего одна гексаплоидная клоновая линия – ВП Т14 (0,09 %).

В 2018 году проведен подсчет числа хромосом у 27 клоновых линий микровишни песчаной, полученных в культуре *in vitro* после обработки трифлуралином двух исходных генотипов. В результате отобрано 11 клоновых линий со стабильным тетраплоидным набором хромосом: 1<sub>n</sub>, 1Т, 2Т, 5Т, 6Т, 10Т, 14Т, 22Т, 26Т, 34Т, 36Т. Они составили 40,8 % от общего числа изученных генотипов. Также были выявлены диплоиды (2n = 16) в количестве 29,6 % и миксоплоиды (2n = 16, 32) – 29,6 % (таблица 2).

Таблица 1  
Распределение числа хромосом среди амитотических линий *Prunus L.*, 2015–2017 гг.

Номера исходных генотипов (2n = 24)	Происхождение исходных генотипов	Всего изучено линий	Из них под номерами генотипов		
			Триплоиды (2n = 24)	Гексаплоиды (2n = 48)	Миксоплоиды (2n = 24, 48)
12-1-1	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. canescens</i>	9	T <sub>6</sub> ; T1	T <sub>a</sub> ; T <sub>a6</sub> ; T2; T6; T <sub>6/n</sub>	T <sub>a6</sub> ; T <sub>a62</sub>
12-1-2	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. serrulata</i>	14	T1; T2; T <sub>б</sub> ; T <sub>г</sub> ; T <sub>д</sub> ; T <sub>к</sub> ; T <sub>л</sub> ; T <sub>м</sub>	T3; T9	T <sub>a</sub> ; T <sub>в</sub> ; T <sub>з</sub> ; T <sub>и</sub>
12-4-17	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. incisa</i>	2	T1; T2	Нет	Нет
ВП 9	<i>P. pumila</i>	11	T5; T6; T7; T9; T11; T12; T13; T17	T14	T4; T8
	<b>Итого:</b>	<b>36</b>	<b>20 (55,6 %)</b>	<b>8 (22,2 %)</b>	<b>8 (22,2 %)</b>

Table 1  
The distribution of chromosomal sets within amitotic *Prunus L.* lines, 2015–2017

Numbers of initial genotypes (2n = 24)	The origin of initial genotypes	Total quantity of lines studied	From it's the lines with the genotypic numbers		
			Triploids (2n = 24)	Hexaploids (2n = 48)	Mixoploids (2n = 24, 48)
12-1-1	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. canescens</i>	9	Tb; T1	Ta; Tab; T2; T6; Tb/n	Tab; Tab2
12-1-2	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. serrulata</i>	14	T1; T2; TB; Tg; Td; Tk; Tl; Tm	T3; T9	Ta; Tv; Tz; Ti
12-4-17	<i>P. fruticosa</i> x <i>P. incisa</i>	2	T1; T2	No	No
VP 9	<i>P. pumila</i>	11	T5; T6; T7; T9; T11; T12; T13; T17	T14	T4; T8
	<b>Total:</b>	<b>36</b>	<b>20 (55.6 %)</b>	<b>8 (22.2 %)</b>	<b>8 (22.2 %)</b>

Таблица 2  
Распределение числа хромосом среди амитотических линий *P. pumila L.*, 2018 г.

Номера исходных генотипов (2n = 16)	Изучено клоновых линий	Из них, под номерами генотипов		
		Диплоиды (2n = 16)	Тетраплоиды (2n = 32)	Миксоплоиды (2n = 16, 32)
ВП 4	14	2 <sub>а</sub> , 3T, 8T, 11T, 13T	1 <sub>а</sub> , 1T, 2T, 5T, 6T, 10T	4T, 7T, 12T
ВП 2-24-07	13	29T, 30T, 32T	14T, 22T, 26T, 34T, 36T	15T, 17T, 18T, 19T, 31T
<b>Итого:</b>	<b>27</b>	<b>8 (29,6 %)</b>	<b>11 (40,8 %)</b>	<b>8 (29,6 %)</b>

Table 2  
The distribution of chromosomal sets within amitotic *P. pumila L.* lines, 2018

Numbers of initial genotypes (2n = 16)	Total quantity of lines studied	From it's the lines with the genotypic numbers		
		Diploids (2n = 16)	Tetraploids (2n = 32)	Mixoploids (2n = 16, 32)
VP 4	14	2 <sub>a</sub> , 3T, 8T, 11T, 13T	1 <sub>a</sub> , 1T, 2T, 5T, 6T, 10T	4T, 7T, 12T
VP 2-24-07	13	29T, 30T, 32T	14T, 22T, 26T, 34T, 36T	15T, 17T, 18T, 19T, 31T
<b>Total:</b>	<b>27</b>	<b>8 (29.6 %)</b>	<b>11 (40.8 %)</b>	<b>8 (29.6 %)</b>

Таким образом, изучение особенностей распределения числа хромосом среди клоновых амитотических линий, полученных от триплоидных представителей рода *Prunus*, показало преобладание генотипов с исходным числом хромосом – в среднем 55,6 %. В отличие от триплоидов, диплоидные генотипы микровишни песчаной ВП 4 и ВП 2-24-07 показали хорошую восприимчивость к действию амитотического агента. От них в среднем получено 43,8 % и 38,5 % тетраплоидных клоновых линий соответственно.

В 2018 году наблюдали первое массовое цветение и хорошее плодоношение у клоновых гексаплоидных гибридных линий, полученных in vitro от гибрида вишни степной с вишней серой 12-1-1 и от гибрида вишни степной с вишней остролистной 12-1-2.

Фертильность пыльцы у триплоидных клонов находилась в диапазоне 4,6–18,8 %, а у гексаплоидных – в диапазоне 81,8–92,6 %. Клоны гибрида 12-1-1 имели на триплоидном уровне достоверно лучшую фертильность, чем клоны 12-1-2. В то же время гексаплоидные клоны 12-1-1 по этому показателю достоверно уступали гексаплоидным клонам 12-1-2. Все парные сравнения показателей разного уровня плоидности по критерию Стьюдента (*t* на уровне от 2,97 до 52,45 при *t*<sub>0,05</sub> равном 1,96) оказались достоверно отличающимися (таблица 3).

Таким образом, по признаку фертильности пыльцы гексаплоидный уровень числа хромосом для гибридов вишни является оптимальным по сравнению с триплоидным. Это дает большие перспективы для создания нового поколения полигенных гексаплоидных сортов вишни.

## Фертильность (%) пыльцевых зерен у клоновых линий вишни разной ploidy, 2018 г.

Гибрид	Номер клона	2n	Среднее (M ± m)	Коэффициент Стьюдента (t)*	
12-1-1	T1	24	10,80 ± 1,04		
	T <sub>b</sub>	24	18,80 ± 1,66		
	T2	48	81,80 ± 1,64		
	T6	48	83,90 ± 1,65		
	Среднее – 3x(1)			14,80 ± 1,35	t <sub>3x(1), 6x(1)</sub> = 32,1
	Среднее – 6x(1)			82,85 ± 1,64	t <sub>6x(1), 6x(2)</sub> = 2,97
12-1-2	T <sub>d</sub>	24	5,90 ± 0,82		
	T <sub>l</sub>	24	4,60 ± 0,73		
	T <sub>v</sub>	48	85,80 ± 1,58		
	T3	48	92,60 ± 1,15		
	Среднее – 3x(2)			5,25 ± 0,82	t <sub>3x(1), 3x(2)</sub> = 6,04
	Среднее – 6x(2)			89,20 ± 1,37	t <sub>3x(2), 6x(2)</sub> = 52,45
Среднее по триплоидам			10,03 ± 1,09		
Среднее по гексаплоидам			86,03 ± 1,51	t <sub>3x, 6x</sub> = 40,86	

Примечание: t<sub>0,05</sub> = 1,96.

Table 3

## The fertility (%) of pollen grains in cherry clonal lines at different ploidy level, 2018

Hybrid	Number of clon	2n	Average (M ± m)	Student's t-test (t)*	
12-1-1	T1	24	10.80 ± 1.04		
	T <sub>b</sub>	24	18.80 ± 1.66		
	T2	48	81.80 ± 1.64		
	T6	48	83.90 ± 1.65		
	Average – 3x (1)			14.80 ± 1.35	t <sub>3x(1), 6x(1)</sub> = 32.1
	Average – 6x(1)			82.85 ± 1.64	t <sub>6x(1), 6x(2)</sub> = 2.97
12-1-2	T <sub>d</sub>	24	5.90 ± 0.82		
	T <sub>l</sub>	24	4.60 ± 0.73		
	T <sub>v</sub>	48	85.80 ± 1.58		
	T3	48	92.60 ± 1.15		
	Average – 3x(2)			5.25 ± 0.82	t <sub>3x(1), 3x(2)</sub> = 6.04
	Average – 6x (2)			89.20 ± 1.37	t <sub>3x(2), 6x(2)</sub> = 52.45
Average for triploids			10.03 ± 1.09		
Average for hexaploids			86.03 ± 1.51	t <sub>3x, 6x</sub> = 40.86	

Note: t<sub>0,05</sub> = 1,96.

Полученные данные позволяют рекомендовать изученные гексаплоидные клоновые линии 12-1-1T2, 12-1-1T6, 12-1-2T3, 12-1-2T<sub>v</sub> для использования в селекционных скрещиваниях.

В 2018 году проведено измерение диаметра пыльцы у 8 гибридных триплоидных и гексаплоидных клоновых линий. У всех изученных генотипов пыльцевые зерна оказались достаточно выровненными по размеру – коэффициент вариации не превышал уровня 10 % за исключением триплоида 12-1-2 T<sub>d</sub> (11,4 %). Расчет средних показателей не выявил достоверных различий по диаметру пыльцы между триплоидами и гексаплоидами. Средние показатели для этих двух уровней оказались в диапазоне 46,3–47,8 мкм (таблица 4).

Учитывая, что основной хромосомный набор в пыльце у гексаплоидов равен  $n = 3x = 24$ , отсутствие достоверной разницы с триплоидами свидетельствует о нередуцированном числе хромосом (равном соматическому  $2n = 24$ ) в фертильной пыльце у триплоидов. Большой коэффициент вариации, как и большой размах доверительного интервала, у триплоидов по сравнению с диплоидами свидетельствует о наличии у них некоторого количества анеуплоидной, внешне фертильной пыльцы. Для уточнения этих предположений требуется подробное изучение микроспорогенеза.

Таблица 4

## Средний диаметр (мкм) пыльцы у клоновых линий вишни разной ploidy, 2018 г.

Гибрид	Номер клона	2n	Средний диаметр*	Минимальное – максимальное	Коэффициент вариации	
12-1-1	T1	24	47,39 ± 1,28	32,73–55,90	9,78	
	T <sub>b</sub>	24	46,68 ± 1,10	37,05–58,85	8,53	
	T2	48	46,87 ± 0,72	42,11–52,59	5,57	
	T6	48	46,83 ± 0,82	39,98–60,42	6,38	
	Среднее – 3x			47,04 ± 1,19	32,73–58,85	9,17
	Среднее – 6x			46,85 ± 0,77	39,98–60,42	5,92
12-1-2	T <sub>d</sub>	24	48,37 ± 1,23	35,69–56,73	9,14	
	T <sub>r</sub>	24	46,05 ± 1,45	33,47–58,31	11,39	
	T <sub>v</sub>	48	47,61 ± 0,88	36,40–57,46	6,67	
	T3	48	45,59 ± 0,98	38,22–59,15	7,78	
	Среднее – 3x			47,21 ± 1,34	33,47–58,31	10,18
	Среднее – 6x			46,60 ± 0,93	36,40–59,15	7,13
Среднее по триплоидам			47,12 ± 0,64	32,73–58,85	9,84	
Среднее по гексаплоидам			46,72 ± 0,44	36,40–60,42	6,76	

Примечание: \* среднее значение ± доверительный интервал.

Table 4

## The average pollen diameter (µm) in cherry clonal lines at different ploidy level, 2018

Hybrid	Number of clone	2n	Average diameter*	Maximum mean – minimum mean	The coefficient of variation	
12-1-1	T1	24	47.39 ± 1.28	32.73–55.90	9.78	
	T <sub>b</sub>	24	46.68 ± 1.10	37.05–58.85	8.53	
	T2	48	46.87 ± 0.72	42.11–52.59	5.57	
	T6	48	46.83 ± 0.82	39.98–60.42	6.38	
	Average – 3x			47.04 ± 1.19	32.73–58.85	9.17
	Average – 6x			46.85 ± 0.77	39.98–60.42	5.92
12-1-2	T <sub>d</sub>	24	48.37 ± 1.23	35.69–56.73	9.14	
	T <sub>r</sub>	24	46.05 ± 1.45	33.47–58.31	11.39	
	T <sub>v</sub>	48	47.61 ± 0.88	36.40–57.46	6.67	
	T3	48	45.59 ± 0.98	38.22–59.15	7.78	
	Average – 3x			47.21 ± 1.34	33.47–58.31	10.18
	Average – 6x			46.60 ± 0.93	36.40–59.15	7.13
Average for triploids			47.12 ± 0.64	32.73–58.85	9.84	
Average for hexaploids			46.72 ± 0.44	36.40–60.42	6.76	

Note: \* average mean ± confidence interval.

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Изучение особенностей распределения числа хромосом среди клоновых амитотических линий разных представителей рода *Prunus* показало зависимость величины выхода индуцированных полиплоидов как от исходного числа хромосом, так и от происхождения и индивидуальных особенностей изначальных генотипов. Это подтверждает экспериментальные данные, полученные рядом исследователей для зерновых и цветочных культур: [9, 17–20]. Выявлено, что у полиплоидов по сравнению с исходными диплоидами и триплоидами наряду с увеличением размеров вегетативных и генеративных органов наблюдается повышение фертильности пыльцы и яйцеклеток.

Изучение уровня фертильности пыльцы у косточковых растений подтверждает перспективность использования метода полиплоидизации *in vitro* для восстановления нормальной половой репродукции у гексаплоидов по сравнению с исходными стерильными гибридными триплоидами. Высокое качество пыльцы на уровне 81,8–92,6 % фертильности дает выгодный прогноз для использования их

в качестве опылителей и для выведения нового поколения зимостойких сортов вишни на гексаплоидном уровне.

Размер пыльцевых зерен является диагностическим признаком [18, с. 282; 19, с. 10]. Он тесно связан с полиплоидным рядом, присущим данному роду растений. Его использование позволяет предварительно выделять в генофонде полиплоиды и источники нередуцированных гамет без прямого подсчета числа хромосом и без изучения особенностей мейоза. Для изученных клоновых линий вишни этот показатель, как и других культур, может служить для предварительного отбора гексаплоидных клоновых линий среди смешанной популяции триплоидных и гексаплоидных гибридных генотипов, индуцированных через использование культуры *in vitro*. Статистическим методом доказано, что фертильная пыльца у триплоидов по размеру (среднему диаметру) не отличается от фертильной пыльцы гексаплоидов. По-видимому, основная масса такой пыльцы содержит нередуцированный, равный соматическому, триплоидный набор хромосом.



В результате проведенной в ФГБНУ ФАНЦА работы выделены новые стабильные по плоидности гексаплоидные гибридные генотипы вишни степной, тетраплоидные и гексаплоидный генотипы микровишни песчаной для использования их в селекционных межвидовых скрещиваниях.

### Библиографический список

1. Матюнин М. Н. Биологические особенности и селекция косточковых культур в Горном Алтае. Горно-Алтайск, 2016. 344 с.
2. Sattler M. C., Carvalho C. R., Clarindo W. R. The polyploidy and its key role in plant breeding // *Planta*. 2016. Vol. 243 (2), Pp. 281–296. DOI: 10.1007/s00425-015-2450-x.
3. Zhao L., Jiang X.-W., Zuo Y.-j., Liu X.-L., Chin S.-W., Haberle R. [et al.] Multiple Events of Allopolyploidy in the Evolution of the Racemose Lineages in *Prunus* (Rosaceae) Based on Integrated Evidence from Nuclear and Plastid Data // *PLoS ONE*. 2016. No. 11 (6). DOI: 10.1371/journal.pone.0157123.
4. Lyozin M. S., Asbaganov S. V., Mochalova O. V., Gusev D. A., Simagin V. S. Study of chromosome composition of the southern Ural genotypes of *Prunus pumila* L. by various methods // *Prospects of Development and Challenges of Modern Botany. BIO Web of conferences*. No. 11 (2018) 00028. URL: [https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/abs/2018/02/bioconf\\_pdcmb2018\\_00028/bioconf\\_pdcmb2018\\_00028.html](https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/abs/2018/02/bioconf_pdcmb2018_00028/bioconf_pdcmb2018_00028.html). DOI: 10.1051/bioconf/20181100028.
5. Мочалова О. В., Плаксина Т. В., Гусев Д. А., Бояндина Т. Е. Гексаплоидная вишня на Алтае: перспективы и научные достижения // *Вестник Алтайской науки*. 2015. № 1. С. 222–230.
6. Мочалова О. В. Полигеномные пентаплоидные и гексаплоидные гибриды вишни степной для гаметной селекции // *Садоводство и виноградарство*. 2017. № 5. С. 19–23. DOI: 10.18454/VSTISP.2017.5.7585.
7. Grosser J. W., Kainth D., Dutt M. Production of Colchicine-induced Autotetraploids in Pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) through Indirect Organogenesis // *HortScience*. 2014. Vol. 49. No. 7. Pp. 944–948. DOI: 10.21273/HORTSCI.49.7.944.
8. Elyazid D. M. A., El-Shereif A. R. In vitro induction of polyploidy in *Citrus reticulada* Blanco // *Am. J. Plant Sci*. 2014. No. 5. Pp. 1679–1685. DOI: 10.4236/ajps.2014.511182.
9. Manzoor A., Achmad T., Bashir M. A., Baig M. M. Q., Quresh A. A., Shah M. R. N., Haliz I. A. Induction and identification of colchicine induced polyploidy in *Gladiolus grandiflorum* “White Prosperity” // *Folia Hort*. 2018. Vol. 30 (2). Pp. 307–319. DOI: 10.2478/fhort-2018-0026.
10. Adam H., Raza M., Salahuddin. Induced polyploidy as a tool of increasing tea (*Camellia sinensis* L.) production // *J. Northeast Agric. Univ*. 2015. Vol. 22 (3). Pp. 43–47. DOI: 10.1016/S1006-8104(16)30005-8.
11. Li Z., Ruter J. M. Development and evaluation of diploid and polyploidy *Hibiscus moscheutos* // *HortScience*. 2017. Vol. 52 (5). Pp. 676–681. DOI: 10.21273/HORTSCI11630-16.
12. Мочалова О. В., Гусев Д. А. Индукция полиплоидии у вишни степной и микровишни песчаной через культуру in vitro // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 9. С. 36–39.
13. Горбачева Н. Г. Микроспорогенез у гексаплоидного отдаленного гибрида ВЧ-89-95-48 [Электронный ресурс] // *Современное садоводство – Contemporary horticulture*. 2015. № 3. С. 1–4. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/3/41.pdf>.
14. Клименко З. К., Кузьменко Д. К., Зыкова В. К. Морфологическая характеристика и качество пыльцы сортов, перспективных гибридных и мутантных форм садовых роз селекции Никитского ботанического сада // *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. Ялта, 2017. Т. 145. С. 142–148.
15. Авраменко М. Н., Тарануха Г. И., Витко Г. И. Цитология. Лабораторный практикум. Учебно-методическое пособие. Горки, 2017. 108 с.
16. Кремер Н. Ш. Математическая статистика: учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва: Издательство Юрайт, 2018. 259 с.
17. Mostafa G. G., AbouAlhamd M. F. Detection and Evaluation the Tetraploid Plants of *Celosia argentea* Induced by Colchicines // *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 2016. No. 10. Pp. 110–115. DOI: 10.3923/ijpb.2016.110.115.
18. Hao Lihong, Ma Hui, Teixeira da Silva Jaime A., Yu Xiaonan. Pollen Morphology of Herbaceous Peonies with Different Ploidy Levels // *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 2016. Vol. 141 (3). Pp. 275–284. DOI: 10.21273/JASHS.141.3.275.
19. Wang Lin-Jiao, Sheng Mao-Yin, Wen Pei-Cai & Du Jia-Ying. Morphological, physiological, cytological and phytochemical studies in diploid and colchicine-induced tetraploid plants of *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn // *Botanical Studies*. 2017. Vol. 58. No. 2. URL: <https://as-botanicalstudies.springeropen.com/articles/10.1186/s40529-016-0157-3> (appeal date: 23.08.2019). DOI: 10.1186/s40529-016-0157-3.
20. Kushwah K. S., Verma R. C., Patel S., Jain N. K. Colchicine Induced Polyploidy in *Chrysanthemum carinatum* L. // *J. Phylogenetics Evol. Biol*. 2018. Vol. 6 (1). P. 193. DOI: 10.4172/2329-9002.1000193.

### Об авторах:

Ольга Владимировна Мочалова<sup>1</sup>, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией биотехнологии и цитологии, ORCID 0000-0003-0449-1225, AuthorID 388921, +7 (385) 268-45-75, [mochalov.olga@yandex.ru](mailto:mochalov.olga@yandex.ru)

Дмитрий Александрович Гусев<sup>1</sup>, научный сотрудник лаборатории биотехнологии и цитологии, ORCID 0000-0001-6856-4695, AuthorID 915620, +7 (385) 268-45-75, [dmitryagus@mail.ru](mailto:dmitryagus@mail.ru)

<sup>1</sup> Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

## New genetic sources for breeding of *Prunus* L. species on polyploid level

O. V. Mochalova<sup>1</sup>✉, D. A. Gusev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology, Barnaul, Russia

✉ E-mail: mochalov.olga@yandex.ru

**Abstract.** This research is aimed at studying of the chromosomal number distribution within the new, in vitro cultured, amitotic clonal lines of *Prunus* species, at comparing of the fertility and size of pollen for triploid and hexaploid amitotic clones and at identifying of new genetic sources and their subsequent use in breeding. **Methods.** The standard cytological and statistical methods were used in this scientific work. **Results.** The regularities of induced polyploids output both from the initial number of chromosomes and from the origin and individual characteristics of the original genotypes were established. For amitotic hexaploid genotypes of hybrid cherry, high pollen quality was discovered at the level of 81,8–92,6 % of fertility (in triploids the 4,6–18,8 % of such pollen was found), therefore, the studied 4 clonal cherry genotypes (12-1-1T2, 12-1-1T6, 12-1-2T3, 12-1-2T<sub>4</sub>) are recommended for breeding of resistant to fungal diseases varieties. No significant differences were found in the diameter of fertile pollen (46.3–47.8 μm) between cherry amitotic triploids and hexaploids. Therefore, in all likelihood, fertile pollen in triploids carries an unreduced triploid set of chromosomes. **Prime scientific novelty.** A completely new and original selection material for the genus *Prunus* L. – polyploid hybrids of *P. fruricosa* Pall. with rare East-Asiatic cherry species *P. ser-rulata* Lindl., *P. canescens* Bois., *P. incisa*. Thoub. were studied. The arguments in favor of a positive breeding prospect for the transfer of new cherries varieties to the hexaploid level ( $2n = 48$ ), including an in vitro culture method of chromosome number doubling for the sterile triploid interspecific hybrids, have been obtained. The first created tetraploid ( $2n = 32$ ) amitotic clonal lines of microcherry *P. pumila* L. must be tested in crosses with thorns and hybrids of thorns.

**Keywords:** *Prunus* L., hybrid, polyploid, clonal line, in vitro, chromosomal number, pollen fertility, pollen size, genetic sources, breeding.

**For citation:** Mochalova O. V., Gusev D. A. Novyye geneticheskiye istochniki dlya selektsii vidov *Prunus* L. na poliploidnom urovne [New genetic sources for breeding of *Prunus* L. species on polyploid level] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 44–51. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e717239.90752448. (In Russian.)

**Paper submitted:** 28.08.2019.

### References

1. Matyunin M. N. Biologicheskie osobennosti i selektsiya kostochkovykh kul'tur v Gornom Altae [Biological features and breeding of stone-fruit crops in The Altai Mountains]. Gorno-Altaysk, 2016. 344 p. (In Russian.)
2. Sattler M. C., Carvalho C. R., Clarindo W. R. The polyploidy and its key role in plant breeding // *Planta*. 2016. Vol. 243 (2), Pp. 281–296. DOI: 10.1007/s00425-015-2450-x.
3. Zhao L., Jiang X.-W., Zuo Y.-j., Liu X.-L., Chin S.-W., Haberle R. [et al.] Multiple Events of Allopolyploidy in the Evolution of the Racemose Lineages in *Prunus* (Rosaceae) Based on Integrated Evidence from Nuclear and Plastid Data // *PLoS ONE*. 2016. No. 11 (6). DOI: 10.1371/journal.pone.0157123.
4. Lyozin M. S., Asbaganov S. V., Mochalova O. V., Gusev D. A., Simagin V. S. Study of chromosome composition of the southern Ural genotypes of *Prunus pumila* L. by various methods // *Prospects of Development and Challenges of Modern Botany*. BIO Web of conferences. No. 11 (2018) 00028. URL: [https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/abs/2018/02/bioconf\\_pdcmb2018\\_00028/bioconf\\_pdcmb2018\\_00028.html](https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/abs/2018/02/bioconf_pdcmb2018_00028/bioconf_pdcmb2018_00028.html). DOI: 10.1051/bioconf/20181100028.
5. Mochalova O. V., Plaksina T. V., Gusev D. A., Boyandina T. E. Geksaploidnaya vishnya na Altae: perspektivy i nauchnye dostizheniya [Hexaploid cherry for Altai: perspectives and science achievements] // *Vestnik Altayskoy nauki*. 2015. No. 1. Pp. 222–230. (In Russian.)
6. Mochalova O. V. Poligenomnye pentaploidnye i geksaploidnye gibridy vishni stepnoy dlya gametnoy selektsii [Polygenomic pentaploid and hexaploid hybrids of steppe cherry for gametes breeding] // *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2017. No. 5. Pp. 19–23. DOI: 10.18454/VSTISP.2017.5.7585. (In Russian.)
7. Grosser J. W., Kainth D., Dutt M. Production of Colchicine-induced Autotetraploids in Pummelo (*Citrus grandis* Osbeck) through Indirect Organogenesis // *HortScience*. 2014. Vol. 49. No. 7. Pp. 944–948. DOI: 10.21273/HORTSCI.49.7.944.
8. Elyazid D. M. A., El-Shereif A. R. In vitro induction of polyploidy in *Citrus reticulada* Blanco // *Am. J. Plant Sci*. 2014. No. 5. Pp. 1679–1685. DOI: 10.4236/ajps.2014.511182.
9. Manzoor A., Achmad T., Bashir M. A., Baig M. M. Q., Quresh A. A., Shah M. R. N., Haliz I. A. Induction and identification of colchicine induced polyploidy in *Gladiolus grandiflorum* “White Prosperity” // *Folia Hort*. 2018. Vol. 30 (2). Pp. 307–319. DOI: 10.2478/fhort-2018-0026.
10. Adam H., Razaa M., Salahuddin. Induced polyploidy as a tool of increasing tea (*Camellia sinensis* L.) production // *J. Northeast Agric. Univ*. 2015. Vol. 22 (3). Pp. 43–47. DOI: 10.1016/S1006-8104(16)30005-8.

11. Li Z., Ruter J. M. Development and evaluation of diploid and polyploidy *Hibiscus moscheutos* // HortScience. 2017. Vol. 52 (5). Pp. 676–681. DOI: 10.21273/HORTSCI11630-16.
12. Mochalova O. V., Gusev D. A. Induktsiya poliploidii u vishni stepnoy i mikrovischni peschanoy cherez kul'turu in vitro [Induction of polyploidy for Frutescent Cherry and Bessey Cherry by in vitro culture] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2016. No. 30 (9). Pp. 36–39. (In Russian.)
13. Gorbacheva N. G. Mikrosporogenez u geksaploidnogo otdalennogo gibrida VCh-89-95-48 [Microsporogenesis in a hexaploid distant HF hybrid 89-95-48] [e-resource] // Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture. 2015. No. 3. Pp. 1–4. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2015/3/41.pdf>. (In Russian.)
14. Klimenko Z. K., Kuz'menko D. K., Zykova V. K. Morfologicheskaya kharakteristika i kachestvo pyl'tsy sortov, perspektivnykh gibridnykh i mutantnykh form sadovykh roz selektsii Nikitskogo botanicheskogo sada [Morphological characteristics and pollen quality of varieties, promising hybrid and mutant forms of garden roses breeding Nikitsky Botanical garden] // Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. Yalta, 2017. Vol. 145. Pp. 142–148. (In Russian.)
15. Avramenko M. N., Taranukho G. I., Vitko G. I. Tsitologiya. Laboratornyy praktikum Uchebno-metodicheskoe posobie [Cytology. Laboratory workshop. Educational and methodical manual]. Gorki, 2017. Pp. 93–94. (In Russian.)
16. Kremer N. Sh. Matematicheskaya statistika: uchebnik i praktikum dlya akademicheskogo bakalavriata [Mathematical statistics: textbook and workshop for academic undergraduate.]. Moscow: Izdatel'stvo Yurayt, 2018. 259 p. (In Russian.)
17. Mostafa G. G., AbouAlhamd M. F. Detection and Evaluation the Tetraploid Plants of *Celosia argentea* Induced by Colchicines // International Journal of Plant Breeding and Genetics. 2016. No. 10. Pp. 110–115. DOI: 10.3923/ijpbg.2016.110.115.
18. Hao Lihong, Ma Hui, Teixeira da Silva Jaime A., Yu Xiaonan. Pollen Morphology of Herbaceous Peonies with Different Ploidy Levels // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 2016. Vol. 141 (3). Pp. 275–284. DOI: 10.21273/JASHS.141.3.275.
19. Wang Lin-Jiao, Sheng Mao-Yin, Wen Pei-Cai, Du Jia-Ying. Morphological, physiological, cytological and phytochemical studies in diploid and colchicine-induced tetraploid plants of *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn // Botanical Studies. 2017. Vol. 58. No. 2. URL: <https://as-botanicalstudies.springeropen.com/articles.10.1186/s40529-016-0157-3> (appeal date: 23.08.2019). DOI: 10.1186/s40529-016-0157-3.
20. Kushwah K. S., Verma R, C., Patel S., Jain N. K. Colchicine Induced Polyploidy in *Chrysanthemum carinatum* L. // J. Phylogenetics Evol. Biol. 2018. Vol. 6 (1). P. 193. DOI: 10.4172/2329-9002.1000193.

#### Authors' information:

Olga V. Mochalova<sup>1</sup>, doctor biological science, leader researcher, head of biotechnology and cytology laboratory, ORCID 0000-0003-0449-1225, AuthorID 388921, +7 (385) 268-45-75, [mochalov.olga@yandex.ru](mailto:mochalov.olga@yandex.ru)

Dmitry A. Gusev<sup>1</sup>, researcher fellow of biotechnology and cytology laboratory, ORCID 0000-0001-6856-4695, AuthorID 915620, +7 (385) 268-45-75, [dmitryagus@mail.ru](mailto:dmitryagus@mail.ru)

<sup>1</sup> Federal Altaic Scientific Center of Agrobiotechnology, Barnaul, Russia

## Способы содержания подсосных жеребят в Киргизской Республике

А. З. Тулобаев<sup>1</sup>, З. Н. Ниязбекова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Киргизско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, Киргизская Республика

<sup>2</sup> Киргизский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина, Бишкек, Киргизская Республика

✉ E-mail: askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

**Аннотация.** Целью исследований является сравнительное изучение способов содержания подсосных жеребят в условиях летних пастбищ. При исследовании использованы методы прямого визуального наблюдения, видеофотодокументации и личного опроса фермеров-коневодов. Исследования проведены в конефермах, производящих кобылье молоко и кумыс. Коннефермы практикуют привязное и загонное содержание подсосных жеребят киргизских аборигенных лошадей. **Результаты.** Установлено, что при привязном содержании подсосных жеребят существует необходимость выбора мест привязи и обтяжки жеребят; для привязывания 12 жеребят затрачивается в 2,6 раза больше времени, чем на загон 15 жеребят; жеребята на привязи находятся в принужденном положении, но имеют возможность получать материнское молоко, а в загоне находятся в свободном положении и не получают материнское молоко; при привязном содержании подсосных жеребят на дойку одной кобылы в среднем затрачивается в 2,44 раза больше времени, но с одной кобылы за дойку в среднем сдаивается на 446 мл меньше молока, чем при загонном содержании. **Научная новизна.** Впервые исследованы преимущества и недостатки разных способов содержания подсосных жеребят в Киргизской Республике, что даст возможность коневодам выбрать более подходящий и выгодный способ содержания жеребят.

**Ключевые слова:** Киргизская Республика, косячное коневодство, подсосные жеребята, привязное содержание, загонное содержание.

**Для цитирования:** Тулобаев А. З., Ниязбекова З. Н. Способы содержания подсосных жеребят в Киргизской Республике // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 52–58. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e7e4bc5.09233140.

**Дата поступления статьи:** 15.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Табунное коневодство практиковалось еще во времена скифов (VII век до н. э.). Особенность его заключается в круглогодичном содержании лошадей на естественных пастбищах. В настоящее время табунное коневодство приобретает большое значение, так как является дешевым способом производства и выращивания лошадей для убоя на мясо и производства кумыса. Кроме того, оно позволяет частично осваивать пустыни, полупустыни и горные пастбища, непригодные для других видов скота. Мясное и молочное табунное коневодство развиваются в восточных районах России, располагающих обширными массивами естественных пастбищ. Большие возможности для развития этой отрасли имеют Киргизия и Казахстан. Неплохие условия для развития табунного коневодства имеются в Таджикистане и Узбекистане [6, с. 9].

Слово «табун» применяется к партии лошадей, включающей несколько косяков. *Косяком* называется группа кобыл с жеребцом. Обычный размер косяка – 20–25 кобыл. Жеребята прошлого года рождения и более старшие могут находиться в косяках рядом со своими матерями. Такой способ содержания и воспроизводства лошадей не требует больших затрат корма. Обычно создается лишь страховой (на случай экстремальных погодных условий) запас сена

в размере 3–4 ц на голову. Подкормка сеном нужна также в конце зимы и в начале весны. Наиболее ответственным этапом в выращивании жеребят является подсосный период, т. к. за это время при полноценном кормлении жеребенка его рост может достигать 80 %, а живая масса – до 40–45 % соответствующих параметров взрослой лошади [1, с. 173; 3, с. 81; 6, с. 199; 10, с. 192].

Подсосные жеребята, находящиеся на пастбище рядом с матерями, не только в достаточном количестве обеспечиваются полноценным молоком, но и очень быстро приучаются к поеданию травы пастбищ. Известно также, что свободное передвижение лошадей по пастбищу, обилие в траве витаминов, питательных и минеральных веществ, чистый воздух, инсоляция оказывают благоприятное влияние на их организм, воспроизводительную функцию. Выжеребка кобыл в основном проходит в апреле – начале мая. В первый месяц жизни жеребята удовлетворяют потребность организма в питательных веществах только за счет материнского молока. В этот период они сосут мать до 50–60 раз в сутки. Кобылы начинают доить спустя 30–40 дней после выжеребки. Суточный удой кобылы составляет около 3 % от ее живой массы. Продолжительность лактации – 6–7 месяцев, иногда до 9 месяцев [1, с. 180; 2, с. 38; 4, с. 233; 5, с. 156; 6, с. 199; 10, с. 157; 11, с. 155; 13, с. 200].



Особенностью молочного коневодства является необходимость совместного содержания кобыл с жеребятми, так как при отсутствии жеребенка процесс молокообразования у кобыл прекращается. Обычно молокоотдача у кобыл происходит под влиянием жеребенка, его вида и акта сосания. Но можно постепенно выработать условный рефлекс молокоотдачи на какой-нибудь другой раздражитель (например, приближение доярки, шум доильной установки) [1, с. 314; 3, с. 81; 5, с. 158; 6, с. 199; 10, с. 195].

Для нормальной секреции молока важно, чтобы накопившееся молоко своевременно высасывалось жеребенком или выдаивалось. Чем чаще опорожняется вымя кобылы, тем больше производится молока. Кобыл доят часто, через каждые 2 ч (5–8 раз в сутки), так как емкость вымени небольшая. Применяют подсосный метод доения. К кобылам до начала доения подпускают жеребенка, дают ему возможность сделать 2–3 глотка молока, затем его отстраняют от вымени, а кобылу начинают доить [1, с. 318; 3, с. 81; 5, с. 156; 6, с. 199; 10, с. 195].

На протяжении веков горные регионы Кыргызской Республики использовались для пастбищного животноводства, в т. ч. пастбищного коневодства. Как единый территориально-экономический и природно-климатический комплекс предгорные и горные пастбищные ресурсы наиболее полно отвечали требованиям пастбищного животноводства – исторически сложившегося и веками соблюдаемого типа природопользования, основанного на разведении пастбищных видов сельскохозяйственных животных. Особенностью Кыргызской Республики являются довольно жесткие экстремальные природные условия и высокая уязвимость горных экосистем. Горный характер рельефа Кыргызской Республики обуславливает вертикальную зональность климатических поясов. При подъеме от подножия гор к вершинам наблюдается такая же смена климатических зон, как при движении от субтропиков до арктического побережья. Табунное коневодство в Кыргызской Республике имеет глубокие корни, оно практикуется со времен зарождения и становления киргизского этноса. Кыргызская лошадь – древнейшая аборигенная порода лошадей, сформировавшаяся в суровых природно-климатических условиях гор. Разведение киргизских лошадей в табунах (обычно в косяках) на круглогодичном подножном корме в высокогорьях является перспективным и конкурентоспособным, поскольку имеет традиционные технологии и выверено веками [13, с. 199].

Киргизский народ издревле активно занимается молочным коневодством, которое позволяет более эффективно использовать естественные кормовые угодья, в том числе горные пастбища. Молочное коневодство направлено на получение кобыльего молока, которое является основой для изготовления высокоценного диетического и лечебного кумыса. Кобылье молоко характеризуется высокой биологической ценностью, так как содержит легкоусвояемые белки и жиры и по своей энергетической ценности может конкурировать с молоком других животных. Популяция киргизских лошадей по молочной продуктивности имеет высокие показатели среди локальных пород лошадей при табунном содержании. Молочная продуктивность за 5 месяцев лактации составила 1962 л при среднемесечном

удое 392,4 л. Среднесуточные надои региональных типов составили 12,81 л молока с незначительным преимуществом южного типа. Аборигенный тип киргизской лошади отличался относительно высоким индексом молочности (на 11,2 % выше) и наименьшими показателями расхода кормов на продуцирование 1 л молока по сравнению с породами, разводимыми в республике [7, с. 74; 8, с. 192; 12, с. 112; 14, с. 96; 15, с. 183].

В переходный период почти все фермерские хозяйства по коневодству столкнулись с множеством проблем, которые сдерживают развитие не только отдельных хозяйств, но и отрасли в целом. Наиболее распространенной организационно-правовой формой в коневодстве Кыргызской Республики является фермерское хозяйство [9, с. 92].

До недавнего времени в табунном коневодстве Кыргызской Республики маточный состав поголовья лошадей в основном использовался для производства кумыса, где применяли привязное содержание подсосных жеребят (в «желе» – на киргизском). В последние годы некоторые коневоды стали практиковать загонное содержание подсосных жеребят (в огражденных местах, нами названо «короо желе» – на киргизском).

Однако преимущества или недостатки, а также эффективность указанных выше способов содержания подсосных жеребят в Кыргызской Республике не изучены. Поискные исследования, проведенные нами в электронных базах данных источников Web of Science (<https://clarivate.com/products/web-of-science/>) & Scopus, КИР-ЛИБНЕТ (<http://kyrlibnet.kg/ru/>) Кыргызской Республики, eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp>) и Государственной библиотеки Российской Федерации (<https://www.rsl.ru/>), не дали положительных результатов.

В связи с этим выбор темы статьи продиктовано необходимостью изучения данного пробела, так как выяснение преимуществ или недостатков способов содержания подсосных жеребят при различных способах дойки кобыл даст возможность коневодам выбрать более подходящий и выгодный способ содержания жеребят.

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

Целью исследований является сравнительное изучение способов содержания подсосных жеребят в условиях летних пастбищ. Задачами исследований явились выяснение преимуществ и недостатки привязного и загонного содержания подсосных жеребят.

Исследования проведены в урочище Кара-Булак Суусамырской долины Кыргызской Республики в июле месяц 2018 года (42°15'24.9"N/42.256915 и 73°48'57.6"E/73.816008, высота над уровнем моря 2256 м., температура воздуха 2,6–27,8 °C) [16]. Геоданные мест исследований в урочище Кара-Булак были получены GPS-навигатором GARMIN eTrex 20.

При исследовании использованы методы прямого визуального наблюдения, видеодокументации и личного опроса фермеров-коневодов. При видеодокументации использовали видеокамеры Canon EOS 5D Mark IV и Panasonic AG HMG 41EU, а для фотодокументации – фотоаппарат Canon EOS 1100D. Полученные результаты сопоставлялись и дополнялись с ранее полученными данными у других респондентов с использованием сравнительного и системного анализов.



Рис. 1. Жеребята в привязи – «желе»  
Fig. 1. Foals on the leash – “zhele”



Рис. 2. Жеребята в загоне – «короо желе»  
Fig. 2. Foals in the pen – “koroos zhele”



Рис. 3. Дойка кобыл у привязи – «желе»  
Fig. 3. Milking mares on the leash – “zhele”



Рис. 4. Дойка кобыл у загона – «короо желе»  
Fig. 4. Milking mares in the pen – “koroos zhele”

Полученные цифровые материалы проанализированы на IBM с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

### Результаты (Results)

Исследования были проведены в конефермах Байназира Сариева (практикует привязное содержание подсосных жеребят) и Ишенбека Жумалиева (практикует загонное содержание подсосных жеребят) (рис. 1 и 2).

Оба фермера разводят киргизских аборигенных лошадей для производства кобыльего молока и кумыса. Расстояние между стойбищами фермеров-коневодов – 500 м, где условия пастбищ идентичные (высота над уровнем моря, погодно-климатические условия, состав пастбищных трав, условия водопоя). Кобылье молоко и кумыс реализуется в отеле-кумысолечебнице «Туран» [17], что находится в шаговой доступности от стойбищ фермеров-коневодов.

В косяке лошадей коневода Б. Сариева имелось 28 голов животных, а в косяке лошадей коневода И. Жумалиева – 33 головы животных (таблица 1).

Нами установлено, что переход лошадей из ночной пастбы к месту привязи (загона) жеребят (утром между 07:00 и 08:00 часов) инициируется коневодом. Далее коневодом и активными действиями косячного жеребца лошади перегоняются к месту привязи (загона) жеребят.

С момента привязывания или загона жеребят кобыл-матери стараются быть рядом с жеребятами. Время от времени кобылы пасутся вокруг привязи или загона и пьют

воду с протекающего рядом арыка, но не отходят от жеребят дальше 100 м. Во время коротковременной пастбы и водопоя рядом остаются одна или несколько кобыл как дежурные охранники жеребят.

Дойка кобыл (рис. 3 и 4) осуществляется 5 раз в сутки: 1) 08:00; 2) 10:00; 3) 12:00; 4) 15:00; 5) 18:00.

Возвращение лошадей обратно к ночному пастбищу начинается с момента освобождения жеребят с привязи (загона). При этом активную роль играет косячный жеребец, а коневод практически не вмешивается в этот процесс.

Наши исследования показали [14, с. 99], что косяк лошадей находится на ночном пастбище  $687,22 \pm 8,74$  минут времени, а у привязи (загона) жеребят  $730,16 \pm 9,00$  минут. На переход лошадей из ночной пастбы к месту привязи (загона) жеребят затрачивается  $8,48 \pm 0,97$  минут времени, а на возвращение обратно к ночному пастбищу  $7,95 \pm 0,94$  минут. Кроме того, для двухкратного водопоя лошадей затрачивается  $8,38 \pm 0,96$  минут времени (таблица 2).

Особенностью молочного коневодства является необходимость совместного содержания кобыл с жеребятами, так как при отсутствии жеребенка процесс молокообразования у кобыл прекращается. Обычно молокоотдача у кобыл происходит под влиянием жеребенка, его вида и акта сосания. Но можно постепенно выработать условный рефлекс молокоотдачи на какой-нибудь другой раздражитель [1, с. 175; 3, с. 29; 5, с. 156; 6, с. 199; 10, с. 195].



Таблица 1  
Структура косяков лошадей и способ содержания жеребят

Показатели	Владельцы лошадей	
	Б. Сариев	И. Жумалиев
Жеребцы, гол.	1	1
Кобылы, гол.	15	17
Подсосные жеребята, гол.	12	15
Способ содержания жеребят	Привязное – «желе»	Загонное – «короо желе»

Table 1  
Structure of horses herd and methods of foals maintenance

Index	Horse owners	
	B. Sariev	I. Zhumaliev
Stallions, number of animals	1	1
Mares, number of animals	15	17
Suckling foals, number of animals	12	15
Methods of foals holding	Tethered holding – “zhele”	Holding in a pen – “koroо zhele”

Таблица 2  
Хронометраж суточной активности косяка лошадей в условиях летних пастбищ, минут (n = 9)

Показатели	Min	Max	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Время ночной пастбы лошадей	674	692	687,78 ± 8,74
Время перехода лошадей из ночной пастбы к месту привязи (загона) жеребят	6,53	9,35	8,48 ± 0,97
Время для двухкратного водопоя лошадей	7,43	9,20	8,38 ± 0,96
Время нахождения лошадей у привязи или у загона жеребят	716,26	742,05	730,16 ± 9,00
Время возвращение лошадей обратно к ночному пастбищу	7,29	8,42	7,95 ± 0,94

Table 2  
Timing of 24-hours activity of horse herd in summer pastures conditions, minutes (n = 9)

Index	Min	Max	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Time of night grazing of horses	674	692	687.78 ± 8.74
Time of moving of horses from night grazing to pen of foals	6.53	9.35	8.48 ± 0.97
Time for twice watering of horse	7.43	9.20	8.38 ± 0.96
Time for holding horses on a leash or in a pen	716.26	742.05	730.16 ± 9.00
Time to coming back of horses to night pasture	7.29	8.42	7.95 ± 0.94

При выдаивании (высасывании жеребенком) сначала выделяется небольшое количество молока (80–120 мл), т. е. то молоко, которое находится в цистернах. Затем наступает пауза (10–40 с), в течение которой молоко не выделяется. В это время происходит активизация гладких мышц, окружающих молочные ходы. При их сокращении начинается обильнейшее выделение молока (рефлекс молокоотдачи), которое длится 60–90 с. За это непродолжительное время надо успеть выдоить все молоко, так как вскоре сокращение мышц прекратится. С первых дней надо полностью выдаивать кобыл, для чего перед дойкой и после нее кобылам делают массаж вымени, что усиливает нейрогуморальную фазу молокоотдачи. Для стимулирования молокоотдачи при ручном и машинном доении к кобыле подпускают специально обученного жеребенка-подсоска, который вызывает рефлекс молокоотдачи. Сразу же после этого его отводят, а кобылу выдаивают. На кумысных фермах кобыл удобнее доить в специальных помещениях или на доильных установках. При ручной дойке дояр располагается с левой стороны и выдаивает кобылу

так же, как и корову, или с обхватом левой задней конечности. Обычно левой рукой выдаивают левую, а правой рукой – правую половину вымени. На отгонных пастбищах кобыл доят прямо в степи, применяя палку-укрюк. Дояр подходит к кобыле, кладет один конец палки-укрюка на шею, а другой бросает на землю и начинает доить; кобыла при этом стоит спокойно. Как отмечалось выше, фаза активной молокоотдачи, когда выводится молоко из альвеол и мелких молочных ходов, у кобыл длится лишь до 1 минуты, и надо быстро успеть выдоить все молоко в этот короткий промежуток времени. В противном случае молоко остается в альвеолах и его приходится получать путем повторного доения спустя 15–20 минут. Таким образом, поддой следует рассматривать как исправление ошибки, допущенной при доении. У опытных доярок при правильной организации производственного процесса все кобылы, как правило, отдают молоко полностью с первого раза, нет необходимости включать в распорядок дня дополнительную трудоемкую операцию – поддой [1, с. 314; 3, с. 29; 6, с. 201; 10, с. 199].

Поэтому целью привязывания или загонного содержания подсосных жеребят является производство кобыльего молока и кумыса. Жеребят привязывают на привязи (желе) на расстоянии до 1 м друг от друга короткими веревками, чтобы жеребята не смогли пососать мать. При подсосном методе доения кобыл обязательным условием считается подпуск жеребят к кобылам до начала доения. Жеребят позволяют сделать 2–3 глотка молока, затем их отстраняют, а кобыл начинают доить. Кобыл доят и без подпуска жеребят (оорсок саан – на киргизском), но к такому способу доения кобылы должны приучаться с первого доения.

Установлены следующие преимущества и недостатки способов содержания подсосных жеребят:

1. Необходимость выбора мест привязи (желе) или загона.

*При содержании подсосных жеребят в привязи («желе»)* существует необходимость выбора мест привязи. Для привязи жеребят необходима ровная местность. В противном случае жеребята не смогут встать, комфортно лечь и даже вздохнуть и могут завалиться. Если привязочная веревка будет длинной, то жеребята могут прихлестнуться, удушиться. Иногда при длинной привязочной веревке жеребята смогут пососать мать.

*При содержании подсосных жеребят в загоне («короо желе»)* нет необходимости выбора мест загона. Для устройства загона нет необходимости выбора ровной местности.

2. Обтяжка подсосных жеребят.

*При содержании подсосных жеребят в привязи («желе»)* необходима обтяжка подсосных жеребят. Жеребята привязываются с помощью недоуздка. Они в последующем становятся ручными, а также их в дальнейшем легче обучать обтяжке.

*При содержании подсосных жеребят в загоне («короо желе»)* нет необходимости обтяжки подсосных жеребят. Для жеребят не применяется недоуздок. Из-за свободного нахождения в загоне жеребята становятся необезжеченными. В дальнейшем их трудно обучать обтяжке.

3. Затраты времени для привязывания или загона жеребят.

*При содержании подсосных жеребят в привязи («желе»)*, чтобы привязать 12 жеребят к привязи, затрачивается в среднем  $6,34 \pm 0,45$  минуты времени. Эту работу выполняют два человека.

*При содержании подсосных жеребят в загоне («короо желе»)*, чтобы загнать всех жеребят одного косяка лошадей (15 жеребят) в загон, затрачивается в среднем  $2,48 \pm 0,55$  минуты времени. Эту работу легко могут выполнить также два человека.

4. Характеристика условий содержания.

*При содержании подсосных жеребят в привязи («желе»)* они находятся в привязанном положении. Так как они не свободны, не смогут переваливаться с боку на бок. Головы жеребят большую часть времени направлены в сторону земли.

*При содержании подсосных жеребят в загоне («короо желе»)* они находятся в свободном положении.

5. Режим кормления жеребят.

*При содержании подсосных жеребят в привязи («желе»)* во время дойки жеребята получают несколько глотков молока.

*При содержании подсосных жеребят в загоне («короо желе»)*, так как кобылы доятся без подпуска жеребят, существует необходимость подкормки и обеспечения водой.

6. Условия и результаты доения кобыл.

*При содержании подсосных жеребят в привязи («желе»)* кобылы доятся с подсосом жеребят. На дойку одной кобылы в среднем затрачивается  $1,27 \pm 0,38$  минуты времени. С одной кобылы за дойку в среднем сдаивается  $885,4 \pm 7,31$  мл молока.

*При содержании подсосных жеребят в загоне («короо желе»)* кобылы доятся без подсоса жеребят. На дойку одной кобылы в среднем затрачивается  $0,52 \pm 0,15$  минут времени. С одной кобылы за дойку в среднем сдаивается  $1331,6 \pm 9,83$  мл молока.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. При привязном содержании подсосных жеребят существует необходимость выбора мест привязи, а при загонном содержании – нет.

2. При привязном содержании подсосных жеребят необходима обтяжка подсосных жеребят (они в последующем становятся ручными), а при загонном содержании – нет (они в последующем становятся необезжеченными).

3. Загон всех жеребят одного косяка лошадей (15 жеребят) требует в 2,6 раза меньше времени, чем привязывание 12 жеребят.

4. Жеребята в привязи находятся в принужденном положении, а в загоне – в свободном положении.

5. Жеребята в привязи во время дойки получают материнское молоко, а при загонном содержании – нет.

6. При загонном содержании подсосных жеребят на дойку одной кобылы в среднем затрачивается в 2,44 раза меньше времени, чем при привязном содержании.

7. При загонном содержании подсосных жеребят с одной кобылы за дойку в среднем сдаивается на 446 мл больше молока, чем при привязном содержании.

Исходя из вышеизложенных выводов, в условиях горного пастбищного коневодства для фермеров-коневодов рекомендуется использовать загонное содержание подсосных жеребят. Загонное содержание подсосных жеребят имеет ряд преимуществ по сравнению с привязным содержанием подсосных жеребят. Если в последующем необходима обтяжка жеребят, то лучше всего использовать привязное содержание подсосных жеребят.

Наши исследования были проведены с жеребятами подсосного периода. Поэтому есть необходимость продолжить исследования до стадии зрелости жеребят с комплексной технологической и экономической оценкой способов содержания.

### Благодарности (Acknowledgements)

Исследования проводились в рамках проекта Департамента науки Министерства образования и науки Киргизской Республики «Эффективность различных способов содержания жеребят в подсосном периоде» (№ 0007570, Бишкек, 2019) и партнерского научно-исследовательского проекта Киргизско-Турецкого университета «Манас» и ОФ «Мурас Башаты» – «Изучение поведение лошадей в табуне в условиях летних пастбищ (I этап)» (КТМУ-ВАР – № 2018.ФВЕ.04, 15.02.2018–15.02.2019), за что им выражаем глубокие благодарности.



## Библиографический список

1. Козлов С. А., Парфенов В. А. Коневодство. – М.: КолосС, 2012. 352 с.
2. Коломеец Ю. Ю., Волков А. Д. Табунное коневодство Хакасии. Новосибирск, 2013. 168 с.
3. Коневодство: учеб.-метод. пособие. Изд-е 3-е. / Сост. Ж. Р. Степаненко, С. П. Князев. – Новосибирск, 2017. – 56 с.
4. Коханов М. А., Сарипов А. К. Режим и состояние лошадей при табунном содержании // Труды ВНИТИ ММС и ППЖ. Волгоград, 2000. – С. 232–235.
5. Монгуш С. Д. Закономерности роста и развития молодняка лошадей разных сроков рождения // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. 2017. № 2. С. 154–165.
6. Свечин К. Б., Бобылев И. Ф., Гопка Б. М. Коневодство. М.: Колос, 1984. 352 с.
7. Сыдыкбеков К. Коневодство Киргизстана и перспективы развития племенного коневодства // Вестник КНАУ. 2016. № 3 (39). С. 74–76.
8. Сыдыкбеков К., Абдурасулов А. Х. Влияние сезона выжеребки на рост и развитие молодняка новокиргизской породы разных внутривидовых типов // Вестник КНАУ. 2014. № 1 (30). С. 192–195.
9. Табирисова Р. Т. Организационно-экономические аспекты развития фермерских хозяйств по коневодству в Нарын-ской области и их учетно-информационное обеспечение // Известия вузов Киргизстана. 2015. № 7. С. 91–94.
10. Табунное коневодство: учебное пособие / Найманов Д. К. [и др.] Костанай: КГУ имени А. Байтурсынова, 2018. 238 с.
11. Тимербулатова А. Т. Потребление и использование питательных веществ при включении в рацион кобыл пробиотической добавки «Биогумитель» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 154–156.
12. Тулобаев А. З., Ниязбекова З. Н., Аскарбек Г., Жорубаев С. А. Особенности табунного содержания киргизской лошади // Вестник КНАУ. 2018. № 2 (47). С. 183–187.
13. Тулобаев А. З., Салыков Р., Аскарбек Г., Ниязбекова З. Н. Традиционные знания киргизского народа по разведению и содержанию скота // Вестник КНАУ. 2014. № 2 (31). С. 198–204.
14. Тулобаев А. З., Аскарбек Г., Ниязбекова З. Н. Жылкы үйүрүнүн жайлоодогу суткалык активдүүлүгүнүн хронометражы // Вестник КНАУ. 2019. № 1-1 (1). С. 96–102.
15. Турдубаев Т. Ж., Иманов К. Э., Качыкеев К. С. Значение и современное состояние коневодства Киргизстана // Вестник КНАУ. 2014. № 1 (30). С. 183–185.
16. Гидрометцентр России: Киргизия, Суусамыр. URL: <https://meteoinfo.ru/pogoda/kirghizia/suusamyr> (дата обращения: 28.07.2018).
17. Гостевой дом Туран. URL: <https://planetofhotels.com/kirgiziya/susamyr/turan-guest-house> (дата обращения: 15.08.2019).

## Об авторах:

Аскарбек Зарлыкович Тулобаев<sup>1</sup>, доктор ветеринарных наук, профессор, ORCID 0000-0003-1349-6511, AuthorID 455162, +996 552 07-15-16, [askarbek.tulobayev@manas.edu.kg](mailto:askarbek.tulobayev@manas.edu.kg)

Зинакуль Нуркаевна Ниязбекова<sup>2</sup>, старший преподаватель, ORCID 0000-0001-5823-6233, AuthorID 872424, [zinanurka@gmail.com](mailto:zinanurka@gmail.com)

<sup>1</sup> Киргизско-Турецкий университет «Манас», Бишкек, Киргизская Республика

<sup>2</sup> Киргизский национальный аграрный университет им. К. И. Скрябина, Бишкек, Киргизская Республика

## Methods of foals holding in Kyrgyz Republic

A. Z. Tulobaev<sup>1</sup>✉, Z. N. Niyazbekova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyz Republic

<sup>2</sup> Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyz Republic

✉ E-mail: [askarbek.tulobayev@manas.edu.kg](mailto:askarbek.tulobayev@manas.edu.kg)

**Abstract.** The aim of research is a comparative study of the methods of holding suckling foals in a summer pastures conditions. In the research used **methods** of direct visual observation, video-photo documentation and a personal survey of horse farmers. Research was conducted in horse farms which producing mare's milk and koumiss. Horse farms practice tethering and penning of suckling foals of Kyrgyz indigenous horses. **Results.** It has been established that there is a need to choose places for leash and tightening foals for the hold them in the tethered. The tying of 12 foals takes 2.6 times more time than is required for the corralling of 15 foals. Foals that are on a leash in a forced position have the opportunity to receive mother's milk, while foals that are in a free position in the pen do not receive mother's milk. In tethered holding of suckling foals, milking one mare on average takes 2.44 times more time and on average expresses 446 ml less milk than in the corralling. **Scientific novelty.** For the first time, the advantages or disadvantages of different methods of holding suckling foals in the Kyrgyz Republic were investigated. Clarification of the advantages or disadvantages of the methods for holding suckling foals will enable the horse owners to choose a more suitable and better way to keep the foals.

**Keywords:** Kyrgyz Republic, horse herd, suckling foals, tethered holding, holding in a pen.

**For citation:** Tulobaev A. Z., Niyazbekova Z. N. Sposoby sodержaniya podsosnykh zherebyat v Kirgizskoy Respublike [Methods of foals holding in Kyrgyz Republic] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 52–58. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e7e4bc5.09233140. (In Russian.)

**Paper submitted:** 15.08.2019

### References

1. Kozlov S. A., Parfenov V. A. Konevodstvo [Horse breeding]. Moscow: KolosS, 2012. 352 p. (In Russian.)
2. Kolomeyets Yu. Yu., Volkov A. D. Tabunnoye konevodstvo Khakasii [Herd horse breeding of Khakassia]. Novosibirsk, 2013. 168 p. (In Russian.)
3. Konevodstvo: ucheb.-metod. posobiye [Horse breeding: textbook-method allowance]. Ed 3rd. Novosibirsk, 2017. 56 p. (In Russian.)
4. Kochanov M. A., Saripov A. K. Rezhim i sostoyaniye loshadey pri tebenevochnom sodержanii [Regime and condition of horses during shade maintenance] // Trudy VNITI MMS i PPZH. Volgograd, 2000. Pp. 232–235. (In Russian.)
5. Mongush S. D. Zakonomernosti rosta i razvitiya molodnyaka loshadey raznykh srokov rozhdeniya [Patterns of growth and development of young horses of different dates of birth] // Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennyye i sel'skokhozyaystvennyye nauki. 2017. No. 2. Pp. 154–165. (In Russian.)
6. Svechin K. B., Bobylev I. F., Gopka B. M. Konevodstvo [Horse breeding]. Moscow: KolosS, 1984. 352 p. (In Russian.)
7. Sydykbekov K. Konevodstvo Kyrgyzstana i perspektivy razvitiya plemennogo konevodstva [Horse breeding in Kyrgyzstan and prospects for the development of horse breed] // Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2016. No. 3 (39). Pp. 74–76. (In Russian.)
8. Sydykbekov K., Abdurasulov A. Kh. Vliyaniye sezona vyzherebki na rost i razvitiye molodnyaka novokyrgyzskoy porody raznykh vnutripородnykh tipov [Influence of foaling season on the growth and development of the Kyrgyz new breed foals of different inbreeding types] // Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2014. No. 1 (30). Pp. 192–195. (In Russian.)
9. Tabirisova R. T. Organizatsionno-ekonomicheskiye aspekty razvitiya fermerskikh khozyaystv po konevodstvu v Narynskoj oblasti i ikh uchetho-informatsionnoye obespecheniye [Organizational and economic aspects of development of farms for breeding in the Naryn region and their accounting and information support] // Izvestiya vuzov Kyrgyzstana. 2015. No. 7. Pp. 91–94. (In Russian.)
10. Tabunnoye konevodstvo: uchebnoye posobiye [Herd horse breeding: study guide] / Naimanov D. K. [et al.]. Kostanay: Kostanay State University named after A. Baitursynov, 2018. 238 p. (In Russian.)
11. Timerbulatova A. T. Potrebleniye i ispol'zovaniye pitatel'nykh veshchestv pri vklyuchenii v ratsion kobyi probioticheskoy dobavki "Biogumitel" [Nutrient intake and digestibility in mares fed rations supplemented with the "Biogumitel" probiotic] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 5 (55). Pp. 154–156. (In Russian.)
12. Tulobaev A. Z., Niyazbekova Z. N., Askarbek G., Zhorubaev S. A. Osobennosti tabunnogo sodержaniya kyrgyzskoy lo-shadi [Specificities of horse-herd keeping the kyrgyz horse] // Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2018. No. 2 (47). Pp. 183–187. (In Russian.)
13. Tulobaev A. Z., Salykov R., Askarbek G., Niyazbekova Z. N. Traditsionnyye znaniya kyrgyzskogo naroda po razvedeniyu i sodержaniyu skota [Traditional knowledge of Kyrgyz people on breeding and keeping of livestock] // Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2014. No. 2 (31). Pp. 198–204. (In Russian.)
14. Tulobaev A. Z., Askarbek G., Niyazbekova Z. N. Zhylyky ygyrynyn zhayloodogu sutkalyk aktivdylygyrynyn khronometrazhy [The timing of daily activity of horse herd in the conditions of summer pastures] // Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2019. No. 1-1 (1). Pp. 96–102. (In Kyrgyz.)
15. Turdubaev T. Zh., Imanov K. E., Kashykeev K. S. Znachenkiye i sovremennoye sostoyaniye konevodstva Kyrgyzstana [Importance and current state of horse breeding in Kyrgyzstan] // Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina. 2014. No. 1 (30). Pp. 183–185. (In Russian.)
16. Gidromettsentr Rossii: Kirgiziya, Suusamyр [Hydrometeorological Center of Russia: Kyrgyzstan, Suusamyр]. URL: <https://meteoinfo.ru/pogoda/kirghizia/suusamyр> (appeal date: 28.07.2018).
17. Gostevoy dom "Turan" [Turan Guest House]. URL: <https://planetofhotels.com/kirgiziya/suusamyр/turan-guest-house> (appeal date: 15.08.2019).

### Authors' information:

Askarbek Z. Tulobaev<sup>1</sup>, doctor of veterinary sciences, professor, ORCID 0000-0003-1349-6511, AuthorID 455162, +996 552 07-15-16, [askarbek.tulobayev@manas.edu.kg](mailto:askarbek.tulobayev@manas.edu.kg)

Zinakul N. Niyazbekova<sup>2</sup>, senior lecturer, ORCID 0000-0001-5823-6233, AuthorID 872424, [zinanurka@gmail.com](mailto:zinanurka@gmail.com)

<sup>1</sup> Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyz Republic

<sup>2</sup> Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyz Republic

## Исследование антиоксидантной активности и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области

О. В. Чугунова<sup>1</sup>, Н. В. Заворохина<sup>1</sup>, А. В. Вяткин<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

**Аннотация.** Плодово-ягодное сырье – ценный источник полезных веществ и антиоксидантов в рационе питания населения Свердловской области. **Целью исследований** являлось определение общей антиоксидантной активности и ее изменение при хранении плодово-ягодного сырья в замороженном виде. **Материалом для исследования являлись** ежевика, вишня, облепиха, малина, черная смородина, черноплодная рябина и ирга, представляющие собой плодово-ягодное сырье, произрастающее в садах Свердловской области. **Метод проведения исследований** – инверсионная потенциометрия. **По результатам** проведенных исследований установлено, что общая антиоксидантная активность облепихи алтайской составила 2,204 ммоль-экв/л; малины обыкновенной – 1,976 ммоль-экв/л; ежевики сизой – 0,513 ммоль-экв/л; черной смородины – 8,227 ммоль-экв/л; вишни обыкновенной – 4,971 ммоль-экв/л; аронии черноплодной – 8,026 ммоль-экв/л; ирги круглолистой – 1,261 ммоль-экв/л; при хранении плодово-ягодного сырья в состоянии заморозки в течение 9 месяцев наблюдений антиоксидантная активность сократилась у облепихи алтайской до 0,416 ммоль-экв/л; у малины обыкновенной – до 0,225 ммоль-экв/л; у ежевики сизой – до 0,113 ммоль-экв/л; у черной смородины – до 4,173 ммоль-экв/л; у вишни обыкновенной – до 3,197 ммоль-экв/л; у аронии черноплодной – до 2,754 ммоль-экв/л; у ирги круглолистой – до 0,229 ммоль-экв/л. Доказано, что произрастающее в садах, находящихся на территории Свердловской области, плодово-ягодное сырье может являться важным источником антиоксидантов для потребителей, а замораживание позволяет сохранить полезные антиоксидантные свойства ягод на срок до 6 месяцев.

**Ключевые слова:** садоводство, плодово-ягодное сырье, антиоксидантная активность.

**Для цитирования:** Чугунова О. В., Заворохина Н. В., Вяткин А. В. Исследование антиоксидантной активности и ее изменения при хранении плодово-ягодного сырья Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 59–65. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e8e0053.57240026.

**Дата поступления статьи:** 08.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Сбалансированное и полезное питание невозможно представить без потребления плодов и ягод – ценных источников витаминов, антиоксидантов, макро- и микроэлементов, а также других полезных веществ. При этом потребление плодов и ягод на душу населения составляет лишь 53 кг (при минимальной норме потребления 91 кг), из которых лишь 14,8 кг отечественного производства [1, с. 3]. Основным источником плодов и ягод является садоводство – одна из наиболее значимых отраслей агропромышленного комплекса Российской Федерации.

Химический состав плодово-ягодного сырья богат различными биологически активными веществами (витамины, полифенолы, органические кислоты, пищевые волокна, а также макро- и микроэлементы), необходимыми для осуществления метаболических процессов в человеческом организме, а также ряда других функций, в том числе синтеза и построения клеток. Особенности химического состава позволяют формировать и изменять органолептические характеристики плодово-ягодного сырья при изготовлении продуктов питания посредством определенных технологических операций.

Современные методы и технологии, направленные на создание специальных условий и подбор режимов, способствуют минимальному изменению химического состава, что позволяет максимально сохранить содержащиеся в плодово-ягодном сырье биологически активные вещества и обуславливает применение данного вида сырья в различных отраслях пищевой промышленности, в том числе консервной, кондитерской и винодельческой.

Таким образом, изменение содержания физиологически активных веществ, а также пищевой и биологической ценности плодово-ягодного сырья в значительной степени зависит от района произрастания и сорта, а не только от вида и технологии обработки.

Результатом аграрных преобразований, протекающих в стране за последние 28 лет, является значительное снижение площади плодово-ягодных насаждений с 901 до 512 тыс. га, в плодоносящем возрасте – с 683 до 411 тыс. га [2, с. 94]. При этом урожайность плодово-ягодных насаждений за тот же период наблюдений возросла с 35,2 до 75,7 ц с 1 га. При высоких темпах сокращения площади садов в период с 1996 по 2005 гг. в последние годы на-

блюдений можно отметить замедление темпов сокращения при сохранении негативной тенденции. Структура площади возделывания плодово-ягодных насаждений в Российской Федерации представлена на рис. 1.

Наблюдаемые в отрасли высокая трудоемкость, связанная с особенностями производства, и низкая инвестиционная привлекательность садоводства, связанная с долгим возвратом вложенных средств, трудностями со сбытом фруктов, а также невысоким уровнем рентабельности, являются основными причинами спада площадей и производства плодово-ягодной продукции на сельскохозяйственных предприятиях.

К ключевым целям агропромышленного комплекса Российской Федерации относится формирование рынка плодово-ягодной продукции на основе внутреннего производства, обусловленное изменениями структуры и динамики объемов импортной продукции садоводства. Для достижения такой масштабной цели в кратчайшие сроки необходимо значительное наращивание объемов производства в садоводстве, что представляет собой сложную и многоуровневую задачу, конечной целью которой является развитие садоводства как конкурентной отрасли рынка Российской Федерации в условиях импортозамещения [3, с. 135; 4, с. 137].

Возможность использования плодово-ягодного сырья, произрастающего в различных регионах Российской Федерации, в качестве перспективного источника функциональных и биологически активных веществ является предметом современных исследований ряда ученых [12, с. 53; 13, с. 85; 14, с. 85; 15, с. 66] и требует более глубокого изучения в связи с тем, что каждый регион обладает своей спецификой и рядом географических и климатических особенностей.

Проблемы развития садоводства в Уральском и Сибирском федеральных округах при всех существующих условиях для развития промышленного садоводства связаны с подбором сортимента плодовых культур ввиду низких товарных характеристик местных и неприспособленности к условиям произрастания в этих регионах большинства импортных сортов. Главным достоинством выращиваемой плодово-ягодной продукции в этих регионах является ее экологическая чистота, связанная главным образом с природными условиями регионов, позволяющими сократить количество обработок ядохимикатами против вредителей и болезней в 2–3 раза, при этом главным недостатком местных сортов является значительное снижение товарных свойств и короткий период потребления после их хранения.



Рис. 1. Структура общей площади возделывания плодовых и ягодных насаждений

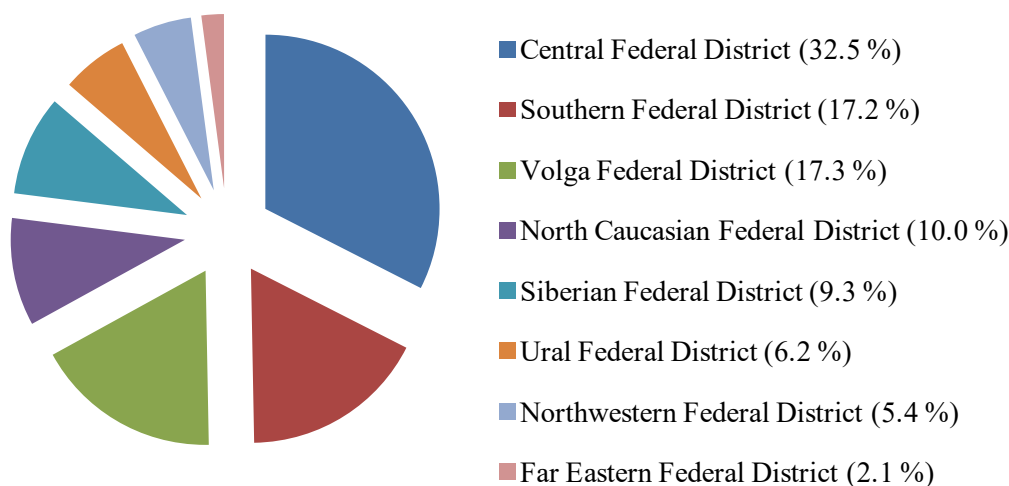


Fig. 1. Structure of total area of cultivation of fruit and berry plantings



Решением проблем и трудностей садоводства Свердловской области является использование последних инноваций и научных разработок российских ученых в области селекции плодово-ягодных культур, технологий производства, хранения и переработки плодов и ягод, а также выведение и выращивание адаптированного к сложным местным природно-климатическим условиям посадочного материала. Это может обеспечить интенсификацию садоводства, результатом чего станет повышение производительности и снижение издержек производства, а также повышение качества и увеличение выхода с единицы площади плодово-ягодной продукции. Селекционная станция садоводства в Свердловской области успешно занимается многолетним сортоизучением, результатом которого является сохранение и пополнение генофонда плодовых и ягодных культур, выделение перспективных и элитных источников для селекции, а также успешное выведение новых сортов плодово-ягодных культур [16, с. 107]. В настоящее время селекционная работа на Свердловской селекционной станции садоводства ведется по плодовым и ягодным культурам, в том числе яблоне, груше, сливе, вишне, смородине, крыжовнику, малине, землянике и жимолости, что напрямую способствует развитию садоводства в Свердловской области.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Воздействие внешних факторов окружающей среды способствует развитию окислительного стресса у населения, проживающего на территории Свердловской области. Окислительный стресс представляет собой смещение окислительно-восстановительного баланса в сторону окисления, связанного с образованием и накоплением активных форм кислорода, в том числе свободных радикалов и перекисных соединений, приводящих к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы (атеросклероз, гипертоническая болезнь, ишемия, аритмия и инфаркт миокарда), центральной нервной системы (болезнь Паркинсона, болезнь Альцгеймера, инсульт и шизофрения); повреждений органов зрения (катаракта и дегенеративные повреждения); мультиорганных повреждений (ишемия-реперфузия, диабет, митохондриальные болезни, аутоиммунные повреждения и преждевременное старение организма). Главным средством борьбы с окислительным стрессом являются антиоксиданты в значительных количествах, содержащихся в плодах и ягодах.

Целью исследований являлось определение общей антиоксидантной активности и ее изменение при хранении плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области, в замороженном виде.

Материалом для исследования являлось плодово-ягодное сырье, произрастающее в садах Свердловской области, в том числе ягоды черной смородины сорта «Глобус» (лат. *Ribes nigrum*), облепихи сорта «Превосходная» (лат. *Hippophae altaica*), малины сорта «Бархатная» (лат. *Rubus idaeus*), ежевики сорта «Амара» (лат. *Rubus caesius*), ирги сорта «Тиссен» (лат. *Amelanchier rotundifolia*), вишни сорта «Стандарт Урала» (лат. *Cerasus vulgaris*) и черно-плодной аронии (лат. *Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot*)

Общая антиоксидантная активность исследуемого плодово-ягодного сырья осуществлялась методом ин-

версионной потенциометрии, в основе которого лежит химическое взаимодействие антиоксидантов с медиаторной системой  $K_3[Fe(CN_6)]/K_4[Fe(CN_6)]$ , которое приводило к изменению ее окислительно-восстановительного потенциала. Метод инверсионной потенциометрии удобен в исполнении, не требует значительных временных и финансовых затрат на необходимое оборудование [6, с. 5673].

Стоит отметить тот факт, что при всем многообразии доступных методик определения суммарного значения антиоксидантной активности большая часть из них не стандартизирована, а результаты измерений, полученные с помощью разных методик не коррелируют между собой. При этом использование полученных значений суммарной антиоксидантной активности с помощью какой-либо одной методики для сопоставления и ранжирования относительной ценности однотипных продуктов является оправданным, так как в данном случае значения антиоксидантной активности выступают в роли показателя качества продукции.

В качестве средств измерения использовался многофункциональный потенциометрический анализатор МПА-1 (НПВП «Ива», Россия). Рабочим электродом служил платиновый планарный электрод (НПВП «Ива», Россия), электрод сравнения – стандартный хлорсеребряный [6, с. 5675].

Измерение общей антиоксидантной активности исследуемого плодово-ягодного сырья осуществлялось в следующем порядке [6, с. 5675]:

1. Заполнение стеклянной электрохимической ячейки 10 мл  $K-Na$  фосфатным буферным раствором, содержащим медиаторную систему  $K_3[Fe(CN_6)]/K_4[Fe(CN_6)]$  в соотношении 0,01/0,0001 моль-экв/л.
2. Погружение рабочего платинового планарного электрода и электрода сравнения стандартного хлорсеребряного в ячейку.
3. Измерение начального потенциала медиаторной системы ( $E_1$ ).
4. Добавление 0,5 мл исследуемого образца.
5. Измерение конечного потенциала медиаторной системы ( $E_2$ ).
6. Расчет концентрации АОА, используя выражение:

$$X = \frac{\alpha C_{ox} - C_{red}}{1 + \alpha},$$

где  $\alpha = 10^{[(E_1 - E_2)/b]}$ ;  $C_{red}/C_{ox}$ ;  $b = 2,3RT \ln F$ ,

$E_1, E_2$  – потенциалы, устанавливающиеся в системе до и после введения анализируемого источника антиоксидантов, мВ;

$C_{ox}$  – концентрация окисленной формы медиатора, моль/л;

$C_{red}$  – концентрация восстановленной формы медиатора, моль/л;

$X$  – общая антиоксидантная активность, моль-экв/л.

#### Результаты (Results)

Для составления рецептов блюд и напитков функциональной направленности необходимо провести анализ общей антиоксидантной активности и ее изменения при хранении у плодово-ягодного сырья, произрастающего в садах Свердловской области.

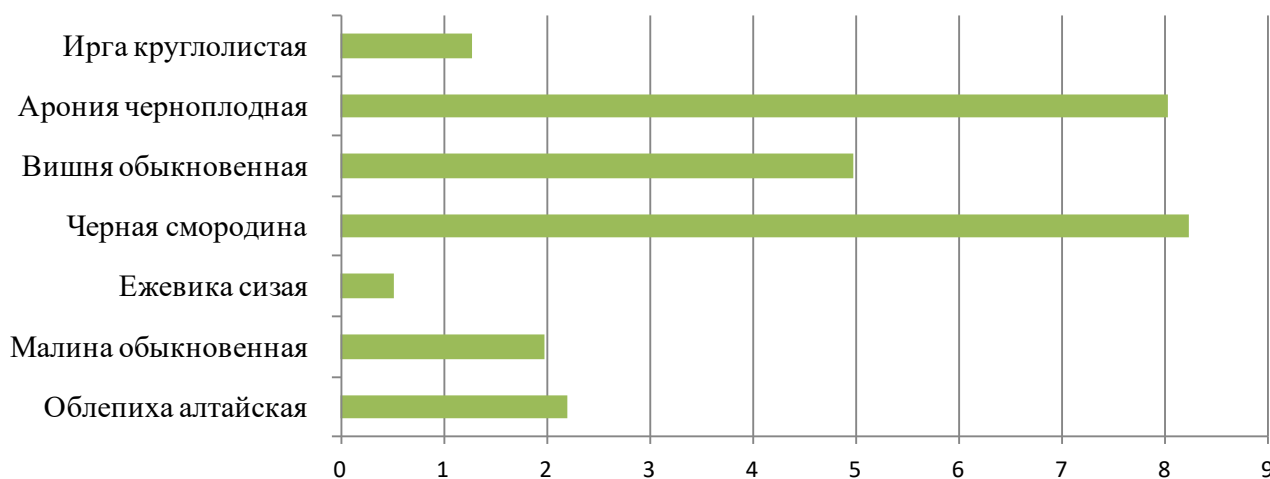


Рис. 2. Общая антиоксидантная активность исследуемого сырья, ммоль-экв/л

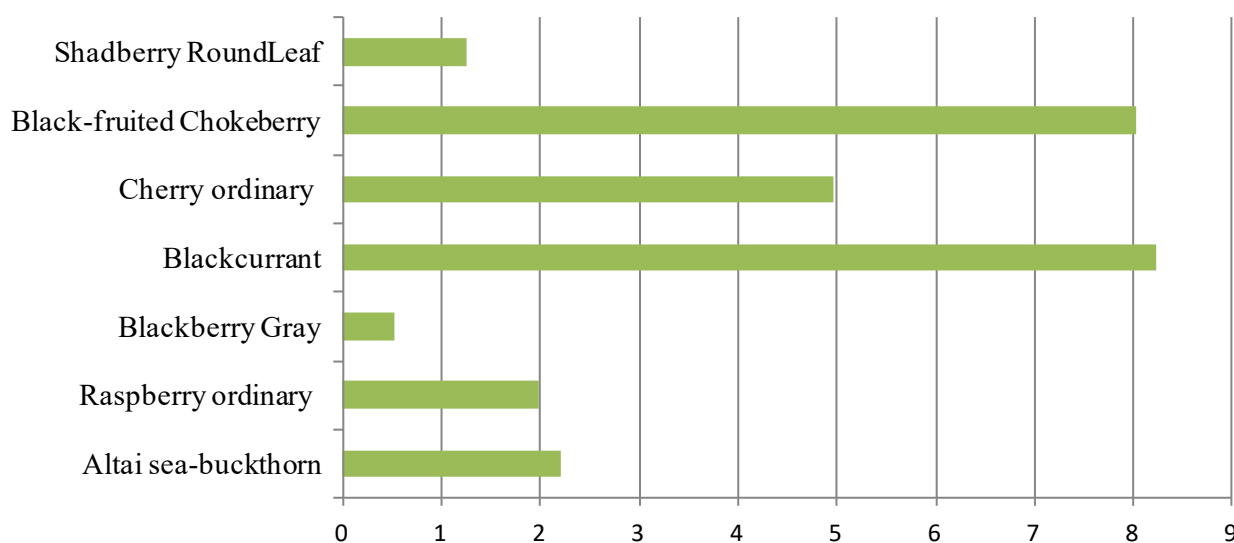


Fig. 2. General antioxidant activity of the studied raw materials, mmol/l

По результатам исследования общая антиоксидантная активность облепихи алтайской составила 2,204 ммоль-экв/л; малины обыкновенной – 1,976 ммоль-экв/л; ежевики сизой – 0,513 ммоль-экв/л; черной смородины – 8,227 ммоль-экв/л; вишни обыкновенной – 4,971 ммоль-экв/л; аронии черноплодной – 8,026 ммоль-экв/л; ирги круглолистной – 1,261 ммоль-экв/л (рис. 2).

Таким образом, можно говорить о том, что плодово-ягодное сырье, произрастающее в Свердловской области, является хорошим источником антиоксидантов в рационе питания населения Свердловской области. При этом особо можно выделить такие ягоды и плоды, как черная смородина, черноплодная арония и вишня. Исходя из этого, можно рекомендовать данные ягоды и плоды, а также продукты на их основе, к использованию в рационе с целью его обогащения антиоксидантами, что позволит снизить негативное влияние окислительного стресса.

При этом изменение общей антиоксидантной активности при хранении плодово-ягодного сырья в состоянии заморозки в течение 9 месяцев наблюдений составило: у облепихи алтайской – с 2,204 до 0,416 ммоль-экв/л; у малины обыкновенной – с 1,976 до 0,225 ммоль-экв/л; у ежевики сизой – с 0,513 до 0,113 ммоль-экв/л; у чер-

ной смородины – с 8,227 до 4,173 ммоль-экв/л; у вишни обыкновенной – с 4,971 до 3,197 ммоль-экв/л; у брусники обыкновенной – с 0,748 до 0,142 ммоль-экв/л; у клюквы четырехлепестной – с 1,018 до 0,186 ммоль-экв/л; у черники обыкновенной – с 1,102 до 0,192 ммоль-экв/л; у аронии черноплодной – с 8,026 до 2,754 ммоль-экв/л; у ирги круглолистной – с 1,261 до 0,229 ммоль-экв/л. Изменение общей антиоксидантной активности при хранении плодово-ягодного сырья в состоянии заморозки представлено в таблице.

Из изложенных выше данных следует, что хранить плодово-ягодное сырье в замороженном виде целесообразно в срок до 6 месяцев. Дальнейшее хранение приводит к резкому снижению общей антиоксидантной активности. Стоит отметить тот факт, что у отдельных видов ягод, таких как черная смородина, вишня обыкновенная и арония черноплодная, несмотря на снижение при хранении, показатель общей антиоксидантной активности остается довольно высоким.

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

Развитие садоводства в Свердловской области обуславливается необходимостью обогащать рацион населения, проживающего в тяжелых экологических условиях,

Таблица  
Изменение общей антиоксидантной активности при хранении плодово-ягодного сырья в состоянии заморозки

Наименование плодово-ягодного сырья	Изменение общей антиоксидантной активности при хранении, ммоль·экв/л				
	0 месяцев	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	9 месяцев
Облепиха алтайская	2,204	2,108	1,922	1,101	0,416
Малина обыкновенная	1,976	1,845	1,658	0,958	0,225
Ежевика сизая	0,513	0,505	0,412	0,271	0,113
Черная смородина	8,227	8,102	7,764	6,718	4,173
Вишня обыкновенная	4,971	4,768	4,131	3,652	3,197
Арония черноплодная	8,026	7,993	5,582	3,624	2,754
Ирга круглолистная	1,261	1,109	0,828	0,513	0,229

Table  
*Change of the general antioxidant activity at storage of fruit and berry raw materials in a condition of freezing*

Name of fruit and berry raw materials	Change of the general antioxidant activity at storage, mmol/L				
	0 months	1 months	3 months	6 months	9 months
<i>Altai sea-buckthorn</i>	2.204	2.108	1.922	1.101	0.416
<i>Raspberry ordinary</i>	1.976	1.845	1.658	0.958	0.225
<i>Blackberry gray</i>	0.513	0.505	0.412	0.271	0.113
<i>Blackcurrant</i>	8.227	8.102	7.764	6.718	4.173
<i>Cherry ordinary</i>	4.971	4.768	4.131	3.652	3.197
<i>Chokeberry black-fruited</i>	8.026	7.993	5.582	3.624	2.754
<i>Shadberry roundleaf</i>	1.261	1.109	0.828	0.513	0.229

оказывающих сильное негативное влияние на здоровье, различными полезными веществами, включая витамины, макро- и микроэлементы, а также антиоксиданты, содержащиеся в плодах и ягодах, выращиваемых в садах.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать вывод о том, что произрастающее в садах, находящиеся на территории Свердловской области, плодово-ягодное сырье может являться важным источником антиоксидантов для потребителей. При этом благодаря замораживанию полезные антиоксидантные свойства ягод можно сохранить на длительный срок. Так, при хранении в течение 3 месяцев после замораживания антиоксидантная характеристика плодово-ягодного сырья претерпевает незначительные изменения, практически полностью сохраняя полезные свойства. Хранение же замороженных ягод более 6 месяцев стоит признать нецелесообразным ввиду значительного снижения общей антиоксидантной активности, при этом отдельные виды, такие как черная смородина, вишня обыкновенная и арония черноплодная, могут являться ценным источником антиоксидантов в питании в течение всего года.

Для успешного импортозамещения плодово-ягодного сырья необходимо осуществлять интенсификацию садоводства за счет более рационального использования, а не только количественного наращивания ресурсов, что позволит обеспечить рост объемов производства плодов и ягод ввиду более напряженного и продуктивного функционирования материальных, трудовых и земельных ресурсов. Снижение трудоемкости и материалоемкости продукции, а также получение максимального выхода продукции и прибыли в результате эффективного использования всех производственных ресурсов может быть достигнуто путем применения современных ресурсосберегающих технологий. При этом применение отечественных технологий производства плодово-ягодной продукции, а также современных научных исследований является более оправданным в сравнении с импортными технологиями, не адаптированными к региональным особенностям субъектов Российской Федерации.

#### Библиографический список

1. Дугина Т. А., Калмыкова О. В., Калмыкова Е. В. Перспективы успешного развития садоводства на основе использования инноваций // Концепт. 2015. № 21. С. 1–5.
2. Анциферова О. Ю., Ващук И. И. Аспекты устойчивого развития садоводства // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 3. С. 92–97.
3. Хабиров Г. А., Ситдикова Г. З. Направления импортозамещения продукции садоводства // Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 7. С. 129–141.
4. Соколов О. В., Неуймин Д. С., Трунов А. И. Проблемы развития садоводства и рынка плодово-ягодной продукции в условиях импортозамещения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016. № 5. С. 135–142.
5. Пастушкова Е. В., Заворохина Н. В., Вяткин А. В. Растительное сырье как источник функционально-пищевых ингредиентов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4. № 4. С. 105–113. DOI: 10.14529/food160412.

6. Brainina K. Z., Zakharov A. S., Vibrevich M. B. Potentiometry for the determination of oxidant activity // *Analytical Methods*. 2016. Т. 8. Рр. 5667–5675.
7. Минаков И. А., Бекетов А. В., Кувшинов В. А. Импортзамещение плодово-ягодной продукции на агропродовольственном рынке // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. С. 2–8.
8. Родионова И. А., Сушков А. А. Современные проблемы развития садоводства в региональном агропромышленном комплексе // *Региональная экономика: теория и практика*. 2017. Т. 15. № 8. С. 1516–1526.
9. Куликов И. М., Минаков И. А. Развитие садоводства в России: тенденции, проблемы, перспективы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 1. С. 9–14.
10. Чугунова О. В., Пастушкова Е. В., Вяткин А. В. Практические аспекты использования плодово-ягодного сырья при создании продуктов, способствующих снижению уровня оксидативного стресса // *Индустрия питания*. 2017. № 2. С. 57–63.
11. Велибекова Л. А. Пути повышения объемов производства плодов и ягод // *Вопросы структуризации экономики*. 2018. № 1. С. 30–32.
12. Волкова Г. С., Серба Е. М., Фурсова Н. А., Соколова Е. Н., Куксова Е. В., Римарева Л. В. Изучение качественного состава биологически активных веществ плодов брусники // *Вопросы питания*. 2018. Т. 87. № 5. С. 53–54.
13. Дубцова Г. Н., Кускова И. У., Куницына И. К. Пищевая ценность продуктов из шиповника // *Вопросы питания*. 2018. Т. 87. № 5. С. 85–86.
14. Фролова Н. А., Резниченко И. Ю. Исследование химического состава плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона как перспективного источника пищевых и биологически активных веществ // *Вопросы питания*. 2019. Т. 88. № 2. С. 83–89. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10021.
15. Акимов М. Ю., Жбанова Е. В., Макаров В. Н., Перова И. Б., Шевякова Л. В., Вржесинская О. А., Бекетова Н. А., Кошелева О. В., Богачук М. Н., Рылина Е. В. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники // *Вопросы питания*. 2019. Т. 88. № 2. С. 64–72. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10019.
16. Слепнева Т. Н., Чеботок Е. М., Макаренко С. А. Основные результаты научной деятельности Свердловской станции садоводства за 2017 год // *Современное садоводство*. 2018. № 3. С. 103–112.

**Об авторах:**

Ольга Викторовна Чугунова<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор, ORCID 0000-0002-7039-4047, AuthorID 132758  
 Наталия Валерьевна Заворохина<sup>1</sup>, доктор технических наук, доцент, ORCID 0000-0001-5458-8565, AuthorID 525546  
 Антон Владимирович Вяткин<sup>1</sup>, аспирант, ORCID 0000-0003-0214-2398, AuthorID 1006386, [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)  
<sup>1</sup> Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

## The research of antioxidant activity and its changes during storage of fruit and berry raw materials of the Sverdlovsk region

O. V. Chugunova<sup>1</sup>, N. V. Zavorokhina<sup>1</sup>, A. V. Vyatkin<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Ural State University of Economic, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

**Abstract.** Fruit and berry raw materials – a valuable source of the useful substances and antioxidants in a food allowance of the population of Sverdlovsk region. **The purpose** of researches was determination of the general antioxidant activity and its change at storage in the frozen type of fruit and berry raw materials. **Material** for a research were the fruit and berry raw materials growing in gardens of Sverdlovsk region including: sea-buckthorn, raspberry, blackberry, blackcurrant, cherry, black-fruited chokeberry and shadberry. **Method of research** is inversion potentiometry. **By results** of the conducted researches it is established that the general antioxidant activity of a sea-buckthorn was 2.204 mmol/l; ordinary raspberries – 1.976 mmol/l; gray blackberries – 0.513 mmol/l; blackcurrant – 8.227 mmol/l; cherry ordinary – 4.971 mmol/l; black-fruited chokeberry – 8.026 mmol/l; shadberry roundleaf – 1.261 mmol/l. At storage of fruit and berry raw materials in a condition of freezing within 9 months of observations, made: at a sea-buckthorn to 0.416 mmol/l; at raspberry ordinary – to 0.225 mmol/l; at blackberry gray – to 0.113 mmol/l; at blackcurrant – to 4.173 mmol/l; at cherry ordinary – to 3.197 mmol/l; at an chokeberry black-fruited – to 2.754 mmol/l; at a shadberry roundleaf – to 0.229 mmol/l. It is proved that the growing in the gardens which are in the territory of Sverdlovsk region, fruit and berry raw materials can be an important source of antioxidants for consumers, and freezing allows to keep the useful antioxidant properties of berries for a period of up to 6 months.

**Keywords:** gardening, fruit and berry raw materials, antioxidant activity.

**For citation:** Chugunova O. V., Zavorokhina N. V., Vyatkin A. V. Issledovaniye antioksidantnoy aktivnosti i eye izmeneniya pri khraneni plovodo-yagodnogo syr'ya Sverdlovskoy oblasti [The research of antioxidant activity and its changes during storage of fruit and berry raw materials of the Sverdlovsk region] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. No. 11 (190). Pp. 59–65. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e8e0053.57240026. (In Russian.)

**Paper submitted:** 08.08.2019.



## References

1. Dugina T. A., Kalmykova O. V., Kalmykova E. V. Perspektivy uspeshnogo razvitiya sadovodstva na osnove ispol'zovaniya innovatsiy [Prospects of successful development of gardening on the basis of innovations] // Kontsept. 2015. No. 21. Pp. 1–5.
2. Antsiferova O. Yu., Vashchuk I. I. Aspekty ustoychivogo razvitiya sadovodstva [Aspects of sustainable development of horticulture] // Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food. 2015. No. 3. Pp. 92–97.
3. Khabirov G. A., Sitdikova G. Z. Napravleniya importozameshcheniya produktsii sadovodstva [Directions of import substitution of horticulture products] // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2016. No. 7. Pp. 129–141.
4. Sokolov O. V., Neuymin D. S., Trunov A. I. Problemy razvitiya sadovodstva i rynka plodovo-yagodnoy produktsii v usloviyakh importozameshcheniya [Problems of development of market gardening and fruit production in terms of import] // Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food. 2016. No. 5. Pp. 135–142.
5. Pastushkova E. V., Zavorokhina N. V., Vyatkin A. V. Rastitel'noye syr'ye kak istochnik funktsional'no-pishchevykh ingrediyyentov [Plant raw materials as a source of functional food ingredients] // Bulletin of South Ural State University, Series "Food and Biotechnology". 2016. Vol. 4. No. 4. Pp. 105–113. DOI: 10.14529/food160412.
6. Brainina K. Z., Zakharov A. S., Vibrevich M. B. Potentiometry for the determination of oxidant activity // Analytical Methods. 2016. T. 8. Pp. 5667–5675.
7. Minakov I. A., Beketov A. V., Kuvshinov V. A. Importozameshcheniye plodovo-yagodnoy produktsii na agroproduktovom rynke [Import substitution of fruit and berry products in the agro-food market] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2016. Pp. 2–8.
8. Rodionova I. A., Sushkov A. A. Sovremennyye problemy razvitiya sadovodstva v regional'nom agropromyshlennom komplekse [Modern problems of horticulture development in the regional agro-industrial complex] // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2017. Vol. 15. No. 8. Pp. 1516–1526.
9. Kulikov I. M., Minakov I. A. Razvitiye sadovodstva v Rossii: tendentsii, problemy, perspektivy [Development of horticulture in Russia: trends, problems, prospects] // Agricultural science of Euro-North-East. 2017. No. 1. Pp. 9–14.
10. Chugunova O. V., Pastushkova E. V., Vyatkin A. V. Prakticheskiye aspekty ispol'zovaniya plodovo-yagodnogo syr'ya pri sozdanii produktov, sposobstvuyushchikh snizheniyu urovnya oksidativnogo stressa [Practical aspects of the use of fruit and berry raw materials in the creation of products that contribute to the reduction of oxidative stress] // Food industry. 2017. No. 2. Pp. 57–63.
11. Velibekova L. A. Puti povysheniya ob'yemov proizvodstva plodov i yagod [Ways to increase the production of fruit and berry products] // Voprosy strukturizatsii ekonomiki. 2018. No. 1. Pp. 30–32.
12. Volkova G. S., Serba E. M., Fursova N. A., Sokolova E. N., Kuksova E. V., Rimareva L. V. Izucheniye kachestvennogo sostava biologicheskii aktivnykh veshchestv plodov brusniki [Study of the qualitative composition of biologically active substances of cranberries] // Voprosy pitaniya. 2018. Vol. 87. No. 5. Pp. 53–54.
13. Dubtsova G. N., Kuskova I. U., Kunitsyna I. K. Pishchevaya tsennost' produktov iz shipovnika [Nutritional value of foods from the hips] // Voprosy pitaniya. 2018. T. 87. No. 5. Pp. 85–86.
14. Frolova N. A., Reznichenko I. Yu. Issledovaniye khimicheskogo sostava plodovo-yagodnogo syr'ya Dal'nevostochnogo regiona kak perspektivnogo istochnika pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv [Study of the chemical composition of fruit and berry raw materials of the far East region as a promising source of food and biologically active substances] // Voprosy pitaniya. 2019. T. 88. No. 2. Pp. 83–89. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10021.
15. Akimov M. Yu., Zhanova E. V., Makarov V. N., Perova I. B., Shevyakova L. V., Vrzhesinskaya O. A., Beketova N. A., Kosheleva O. V., Bogachuk M. N., Rylina E. V. Pishchevaya tsennost' plodov perspektivnykh sortov zemlyaniki [Nutritional value of fruit of strawberry cultivars] // Food. 2019. T. 88. No. 2. Pp. 64–72. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10019.
16. Slepneva T. N., Chebotok E. M., Makarenko S. A. Osnovnyye rezul'taty nauchnoy deyatel'nosti Sverdlovskoy stantsii sadovodstva za 2017 god [Main results of scientific activity of Sverdlovsk station of gardening for 2017] // Contemporary Horticulture. 2018. No. 3. Pp. 103–112.

**Authors' information:**

Olga V. Chugunova<sup>1</sup>, doctor of engineering sciences, professor, ORCID 0000-0002-7039-4047, AuthorID 132758

Natalya V. Zavorokhina<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, associate professor, ORCID 0000-0001-5458-8565, AuthorID 525546

Anton V. Vyatkin<sup>1</sup>, postgraduate, ORCID 0000-0003-0214-2398, AuthorID 1006386, [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

<sup>1</sup> Ural State University of Economic, Ekaterinburg, Russia

## Enterosorbent for endotoxemia as a factor influencing the development of young cattle

A. S. Krasnoperov<sup>1</sup>✉, S. V. Malkov<sup>1</sup>, N. A. Vereshchak<sup>1</sup>, A. P. Poryvaeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: marafon.86@list.ru

**Abstract. Purpose** – study the effect of enterosorbent on the immunological parameters of blood and the productivity of young cattle. **Methods.** The object of the study was newborn calves from 2 to 6 days of age ( $n = 54$ ). Studies on the enterosorbent based on colloidal silicon dioxide (CSD) for calves with alimentary dyspepsia have been carried out. During the experiment, the clinical condition of the animals, the increase in live body weight were evaluated, blood samples were taken for immunohematological studies. **Results.** In calves at 2–6 days of age, alimentary dyspepsia is accompanied by the development of endogenous intoxication of the body. Animals show leukocytosis –  $16.60 \pm 5.11 \times 10^9/l$ ; leukocyte shift to the left with an increase in the number of adolescent and stab neutrophils –  $1.41 \pm 0.23 \times 10^9/l$ ; monocytes up to  $1.21 \pm 0.13 \times 10^9/l$ ; circulating immune complexes (CIC) level in blood serum up to  $202.4 \pm 8.5$  cu Under conditions of endogenous intoxication, the immunological protection of the organism was characterized by an increase in the number of phagocytic cells to 71 % of the total number of granulocytes. Clinical symptoms of endogenous intoxication in 86 % of cases disappeared by the 5th day of the use of enterosorbent CSD in the treatment regimen of calves with alimentary dyspepsia. This is associated with blocking and weakening the inflammatory response in the gastrointestinal tract. The effect of enterosorbent CSD on the immunological parameters was expressed in a balanced stabilization of the processes of phagocytosis and immunogenesis. The trend towards normalization of immunological parameters was registered: the level of the CIC was significantly reduced to  $97.5 \pm 5.48$  cu; the phagocytic activity (PA) of the neutrophilic cells was  $50.1 \pm 2.4$  %. Treatment of animals according to the basic scheme approved by the farm turned out to be less effective. In calves that did not receive enterosorbent CSD, in 11 % of cases, clinical manifestations of endogenous intoxication were recorded up to and including 14 days. In these animals, the level of the CIC remained high –  $143.6 \pm 8.57$  cu, the voltage of phagocytic function was noted –  $64.3 \pm 7.6$  % and the imbalance in the ratio of T/B-lymphocytes – 1.13 (normal 1.5–2.0). The effect of the CSD enterosorbent on the calves productivity was reflected in the fact that the rate of weight gain during the experiment was higher in the experimental group. At 4 months, their weight was  $149.17 \pm 13.57$  kg, while in the control group and the comparison group –  $135.00 \pm 5.00$  and  $130.00 \pm 22.73$  kg, respectively. **Scientific novelty.** Alimentary dyspepsia causes the development of endogenous intoxication in the body of newborn calves. The lack of therapeutic measures leads to a long recovery period and a decrease in productivity.

**Keywords:** calves, immunology, dyspepsia, endotoxemia, enterosorbent, colloidal silicon dioxide, productivity.

**For citation:** Krasnoperov A. S., Malkov S. V., Vereshchak N. A., Poryvaeva A. P. Enterosorbent for endotoxemia as a factor influencing the development of young cattle // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 66–70. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e566fb0.98677225. (In Russian.)

**Paper submitted:** 01.10.2019.

### Introduction

One of the significant causes of animal endotoxemia is an essential antigenic load on the body as a result of the combined effects of natural and anthropogenic factors. Endogenous factors, which play a tangible role in the formation of allergic conditions most often occur in concomitant diseases of the respiratory system, skin and nervous system, diseases of the liver and kidneys, gastrointestinal tract (intestinal dysbiosis, dyspepsia) [1, p. 301; 2, p. 149]. Barrier impairment of the gastrointestinal tract facilitates the intake of xenobiotics in the mining and mineral processing industry, chemical and light industry, energy and agriculture, pharmaceutical and cosmetic industries. When they enter the body, many of them are subjected to neutralization and elimination very slowly, and long-term accumulation in organs and tissues leads to the develop-

ment of endotoxemia and worsening of the disease [3, p. 12; 4, p. 62].

Endotoxemia is a complex multifactorial pathological process that sequentially acquires a more universal character, depending on the main link – systemic tissue hypoxia, with all its complex metabolic consequences. Endogenous intoxication causes significant changes in the body: increased energy expenditure, tissue damage, metabolic and organ dysfunctions involved in detoxification [5, p. 139]. Therefore, it is necessary to approach comprehensively the correction of endotoxemia. This approach should be based on the mechanisms of pathogenesis, on the structure of endotoxemia, where the action of detoxicants is directed to systems and organs that are most susceptible to negative effects [6, p. 134]. The duration of treatment and the positive effect of the drugs is an important

criterion aimed at the speedy recovery and preservation of the genetic potential.

Alimentary dyspepsia of newborn calves is ubiquitous, in some cases the incidence rate reaches 85–100 %, and the death of animals is recorded in 30–50 % of cases [7, p. 198]. The disease is characterized by the progressive development of endogenous intoxication of the calf [8, p. 24; 9, p. 306]. At high concentrations in the body of natural metabolic products, ingredients of cellular apoptosis, bacterial toxins and similar substances, the detoxification and regulation systems of homeostasis cease to function fully, undergoing significant toxic damage. It should be noted that endogenous intoxication becomes an essential mechanism in the formation and maintenance of metabolic disorders. It causes the cascade of arising cellular reactions. These in turn form a pathological process of the type of «vicious circle», which is dangerous for the health and life of a newborn calf [10, p. 225]. Veterinary specialists apply complex regimens consisting of specific and symptomatic therapy to treat dyspepsia in newborn calves. Enterosorbents are most often used in complex therapy to reduce the severity of pathological conditions caused by endotoxemia [11, p. 2; 12, p. 19].

Enterosorption is a modern and very effective detoxification method. Its therapeutic mechanism is associated with a direct and indirect effect. The direct effect is due to the physicochemical properties of enterosorbents – their ability to bind and remove exogenous substances, microorganisms and their toxins from the gastrointestinal tract. As a result, the processes of resorption, recycling of toxic substances are interrupted, which generally reduces the negative burden on the body [13, p. 145; 14, p. 32]. The indirect action of enterosorbents is the ability to break the accumulation chain of toxic metabolites in any link, block or weaken toxic-allergic reactions, reduce the load on organs involved in detoxification processes, normalize metabolic processes, and motor-evacuation function of the gastrointestinal tract. The main advantage of enterosorbents as pharmaceuticals is: their non-invasiveness, the absence of side effects and contraindications [15, p. 30].

Despite numerous studies concerning the detoxification properties of enterosorbents, the subject of constant discussion still is their effect on the immune status, especially in rearing young cattle.

### Methods

The objective is to study the effect of enterosorbent on the immunological parameters of calf blood and the productivity of young cattle. The studies were carried out in Ural Research Veterinary Institute, Laboratory of Immunology and Pathobio-

chemistry, FSBI «Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», as part of the State Assignment under the 160 Program of the Federal Scientific Research Institute of State Academies of Sciences on the topic No. 0773-2019-0002 “Develop a scientifically-based system for the diagnosis, prevention and treatment of non-communicable diseases of farm animals and poultry”. The research topic for 2019 is: “To study the factors affecting the productive and reproductive health of farm animals and poultry”.

The object of the study are newborn calves from 2 to 6 days of age, kept in an agricultural enterprise of the Sverdlovsk region ( $n = 54$ ).

Enterosorbent is a gel form of colloidal silicon dioxide – CSD (99.98 % of active silicon), designed to normalize digestion and reduce inflammation in the gastrointestinal tract, compensate for the lack of silicon in the body, stimulate the growth of young animals and birds.

According to the analogy principle, calves were divided into 3 groups with 18 animals in each group (Table 1).

In the 1st group (“comparison”), treatment of calves was carried out according to the scheme adopted by the agricultural organization: “Enroflox 5 %” injectable 5 ml subcutaneously; orally: “Replevac-BET” 100 g 2 times a day; “Tetracycline” 2.5 g 2 times a day; decoction of oak bark – 0.5 liters per day. This treatment regimen was designed for 5 days.

In the 2nd group (“experimental”), in addition to the traditional regimen, it was applied 40 g of enterosorbent CSD per head, twice a day, 30 minutes prior to receiving the colostrum (milk). The course of treatment was 5 days.

The third group (“control”) – healthy calves, without the use of medical regimens and feed additives.

During the experiment, daily observations were made on the clinical condition of the animals. Blood for laboratory tests was taken in the morning from the jugular vein of calves: before the experiment (background) and after 5 and 14 days.

Hematological parameters were determined on an Abacus Junior Vet analyzer (Diatron, Austria) using standard reagents; the leukocyte formula was counted in blood smears stained according to Romanovsky – Giemsa. Immunological studies of animal blood were performed according to the method of Smirnov P. N.: determining the phagocytic activity (FA) of neutrophils and monocytes; the content of T and B lymphocytes. Immunological and hematological parameters were visually counted on a microscope Micros MCX 100 (Austria). The number of circulating immune complexes (CIC) in serum was recorded on SF UV-1800, manufactured by SHIMADZU (Japan).

Table 1  
The scheme of scientific and production experience

Group No.	Group of animals	Treatment
1	Comparison ( $n = 18$ )	The treatment of alimentary dyspepsia in newborn calves, adopted by the agricultural organization
2	Experimental ( $n = 18$ )	The treatment regimen of alimentary dyspepsia in newborn calves, adopted by the agricultural organization + enterosorbent CSD
3	Control ( $n = 18$ )	Without medicating

**Results**

Clinical examination of newborn calves aged 2 to 6 days of age, which were kept in the dispensary, recorded disorders of the gastrointestinal tract in 36 animals. The cause of the disease was violations when colostrum was fed to young animals. Conducted additional diagnostic studies confirmed that the causative agents of acute intestinal infections are absent in the examined calves.

In sick animals, the following was recorded: inhibition of the general condition, a significant weakening of all motor reactions, dehydration reached 5–10 % of body weight. Calves with an upset gastrointestinal tract were placed in an isolation ward and received treatment according to the scheme of scientific and industrial experience. The comparison group consisted of 18 animals at the age of 3–5 days without clinical signs of gastrointestinal disorders. The dynamics of the sick calves' clinical condition is presented in Table 2.

The clinical condition of the 1st group was significantly improved on the fifth day of observation. However, the “residual” phenomena of the transferred disease are: reduced motor activity, pallor and dryness of visible mucous membranes, unformed feces. These symptoms were diagnosed until the end of the scientific and production experiment in 11 % of calves.

Positive dynamics of the clinical condition in animals of the 2nd group was observed by the third day in 29 % of cases. In addition, on the fifth day of the scientific experiment, only 14 % of the calves had unformed feces. By the seventh day, the clinical symptoms of diarrhea with endotoxicity syndrome were absent.

In the third group (“control”), clinical manifestations of diarrhea were not registered for the entire observation period, and the calves' health status corresponded to physiological age norms.

The results of hematological studies of background blood samples taken during a clinical examination of calves confirmed the presence in animals of the first and second groups the inflammatory process with symptoms of dehydration and intoxication (endotoxemia). Leukocytosis was recorded in sick animals –  $16.60 \pm 5.11 \times 10^9/l$ , healthy calves had a white blood cell count of  $7.82 \pm 1.43 \times 10^9/l$ . In addition, a shift of the leukocyte formula to the left was observed with an increase in the number of young and stab neutrophils –  $1.41 \pm 0.23 \times 10^9/l$  (healthy animals –  $0.53 \pm 0.07 \times 10^9/l$ ). In the blood serum, the level of CIC was  $134.00 \pm 18.38$  units ( $119.41 \pm 2.45$  units – healthy animals). The relative number of immunocompetent cells of T- and B-lymphocytes in sick animals did not dif-

Table 2

*The results of monitoring the clinical condition of sick calves with gastrointestinal disorders*

Group of animals	The number of animals with clinical manifestations of the disease (%)				
	1 day observation	3 day observation	5 day observation	7 day observation	14 day observation
Comparison (n = 18)	100	100	57	30	11
Experimental (n = 18)	100	71	14	0	0
Control (n = 18)	0	0	0	0	0

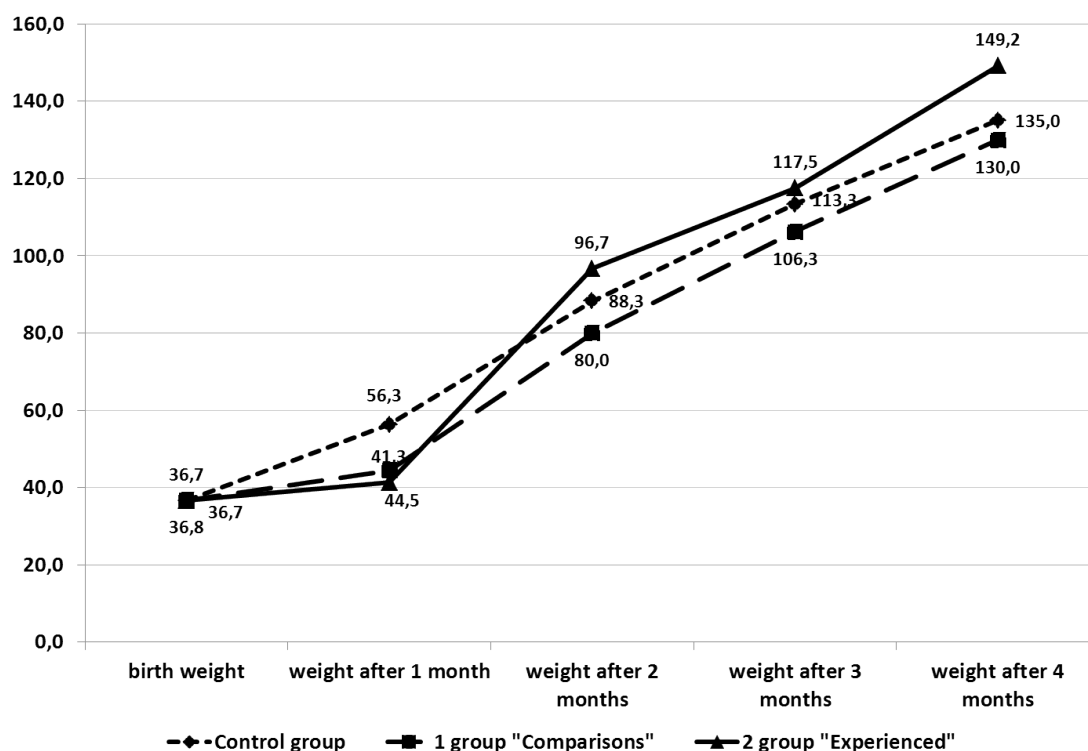


Fig. Dynamics of change in body weight of calves



fer significantly from that in healthy calves – T-lymphocytes  $39.1 \pm 1.5$  %, B-lymphocytes  $29.4 \pm 2.7$  %. The phagocytic activity of cells in the first and second groups averaged  $66.3 \pm 4.7$  %, which is 1.5 times higher than in the third group “control” –  $47.2 \pm 1.8$  %. The results of the study showed that the most stable form of immunological defense, phagocytosis, dominates in the examined calves with endogenous intoxication.

During the study of the main immunological parameters in dynamics, it was noted that in the first group, by the 5th day of observation, monocytes were involved in the processes of phagocytosis in addition to neutrophils, their number increased to  $1.21 \pm 0.13 \times 10^9/l$ . Animals of the second group had the number of monocytes in the blood in the amount of  $0.36 \pm 0.09 \times 10^9/l$ , the calves of the third group had –  $0.25 \pm 0.08 \times 10^9/l$ . The activity of the inflammatory response remained high – the level of the CIC was  $202.4 \pm 8.5$  units (background level was  $152.3 \pm 4.6$  units).

The second group was registered a tendency to normalization of immunological parameters during treatment enterosorbent CSD. First of all, a decrease in the activity of the inflammatory reaction was noted – the level of CIC significantly decreased to  $97.5 \pm 5.48$  units (background level was  $149.6 \pm 8.57$  units). Compared with the background values, the number of phagocytic cells of the neutrophilic series did not change significantly ( $67.3 \pm 2.4$  % and  $66.3 \pm 4.7$  % respectively). However, it should be noted that phagocytosis involved mainly segmented neutrophils.

On the 14th day of observation, calves of the first group showed a decrease in the activity of the inflammatory reaction in the intestinal tissues, which contributed to the stabilization of immunological parameters (Fig.). However, the detoxification processes in animals were not completed. The level of the CIC remained high –  $143.6 \pm 8.57$  units, phagocytic activity –  $64.3 \pm 7.6$  %. There was an imbalance in the ratio of T/B lymphocytes – 1.13, healthy animals have 1.5–2.0. In the second group of calves, during this period, the ratio of T/B-lymphocytes is 1.54; the third group has 1.64.

On the 14th day of observation, in the second group of calves which were treated with the enterosorbent CSD, the main immunological parameters did not significantly differ from the indicators of the third group.

Observations of changes in the physical development of calves were carried out up to 4 months of age.

Newborn calves had live weight at birth 36.7–36.8 kg. Monthly monitoring of live weight gain revealed significant differences between the groups. The calves of the control group, without characteristic signs of dyspepsia, at one month of age had a live weight of  $56.33 \pm 0.58$  kg. The first and second groups of animals that suffered from alimentary dyspepsia gained weight slower than their peers by 21.0 % and 26.6 %, respectively (fig.).

The dynamics of observations in the increase in body weight by the end of the 2nd month revealed the following changes. The calves of the control group had a live weight of  $88.33 \pm 2.89$  kg, and the animals of the first group, which were treated according to the traditional scheme, weighed  $80.00 \pm 9.31$  kg, which was lower by 9.4 %. A more significant increase in live weight was recorded in the second group –  $96.67 \pm 4.87$  kg, where in addition to the traditional scheme, CSD enterosorbent was used.

Until the end of the observation period, this pattern persisted. The highest increase in live weight was recorded in the experimental group –  $117.50 \pm 12.15$  kg at 3 months and  $149.17 \pm 13.57$  kg at 4 months. The comparison of the experimental group with the control group was 3.7 % and 10.5 %. In the same periods, the live weight of calves in the experimental group was lower than in the control group – by 6.2 and 3.7 %, respectively.

Studies have shown that the main mechanism of immunological protection in young cattle of the first month of life, which has dyspeptic disorders, is phagocytosis. The results obtained are consistent with the results of previous studies and literature data [1, 3, 4, 7]. The use of enterosorbent based on colloidal silicon dioxide in the treatment regimen allowed to reduce the toxic load on the body of calves within 5 days. Blocking and attenuation of the inflammatory reaction in the gastrointestinal tract was recorded in animals. The directed action of the enterosorbent CSD on immunological parameters was manifested in a balanced stabilization of the processes of phagocytosis and immunogenesis. The phagocytosis of toxic antigens involved mainly mature forms of neutrophils. The activity of the cells of the monocytic link was insignificant and was recorded only at the initial stage of the disease. Changes in the quantitative composition of immunocompetent cells of the lymphoid series – T- and B-lymphocytes had slight fluctuations and corresponded to age-related physiological norms.

### Discussion and Conclusion

As a result of the studies, it was found that the complex treatment of calf dyspepsia with endotoxemia according to the traditional scheme adopted in an agricultural enterprise, using CSD enterosorbent, within 5 days reduced the manifestations of clinical signs of diarrhea on the 3–5 day, and recovery came on the seventh day. The treatment measures carried out in similar conditions, according to the basic scheme approved by the farm, in our case were less effective.

In addition, the use of colloidal silicon dioxide enterosorbent, in combination with the traditional therapy regimen, had a significant effect on immunological parameters. The time to normalize the values of the neutrophilic and phagocytic reactions of the immune system decreased, and the process of clinical recovery of animals accelerated, which contributed to a more intensive increase in live weight.

### References

1. Oparina O. Yu. Changes in the overall resistance of the body in young farm animals during the correction of intestinal microbiocenosis (review) // Ecological and biological problems of the use of natural resources in agriculture Materials of the International scientific and practical conference of young scientists and specialists. Ekaterinburg, 2017. Pp. 300–305.
2. Sokolova O. V., Shkuratova I. A., Ryaposova M. V., Belousov A. I. The use of micellar bioelements in the technological cycle of calf rearing // Actual problems of biology in animal husbandry Materials of the Sixth International Conference. Borovsk, 2015. Pp. 149–150.

3. Belko A. A., Velikanov V. V., Petrov V. V., Gromov I. N., Malkov A. A., Zhukova Yu. A., Alaradzhi F. S. K. Enterosorbents in clinical veterinary practice: recommendations // Vitebsk: VGAVM, 2016. P. 22.
4. Shkuratova I. A., Shilova E. N., Sokolova O. V. Veterinary and sanitary aspects of the prevention of diseases of young cattle in modern industrial complexes // Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology. 2015. No. 3 (15). Pp. 60–63.
5. Donnik I. M., Shkuratova I. A. Molecular-genetic and immunobiochemical markers in assessing the health of agricultural animals // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017. T. 87. No. Pp. 139–142.
6. Smolentsev S. Yu., Polikarpov I. N., Papunidi E. K. Evaluation of the use of complex treatment for the pharmacocorrection of gastroenteritis of calves // Scientific notes of Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2017. T. 231. No. 3. Pp. 133–135.
7. Erokhin V. V. The effect of enterosorbent on hematological indicators of heifers / Collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute for Sheep and Goat Breeding on the materials of the international conference “Innovative Developments of Young Scientists – Development of the Agro-Industrial Complex”. Stavropol, 2014. V. 3. Issue 7. Pp. 196–200.
8. Gertman A. M., Asoskova E. M. Treatment of gastroenteritis of calves in the natural and technogenic province of the Southern Urals // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2017. T. 231. No. 3. Pp. 22–27.
9. Shparkovich M. V., Malkov A. A. Methods of treatment and prevention of gastroenteritis in piglets using enterosorbents // Ecology and Innovation. 2018. Pp. 306–307.
10. Sokolova O. V., Belousov A. I., Zaitseva O. S. Characteristics of the immune system and metabolism of newborn calves in the Ural region // Ecological and biological problems of the use of natural resources in agriculture: materials of the Intern. scientific-practical conf. Ekaterinburg, 2016. Pp. 224–228.
11. Arkhitskaya E. V., Yakushkin I. V. Practical value and effectiveness of the use of enterosorbents in animal husbandry [e-resource] // Electronic Scientific and Methodological Journal of Omsk State Agrarian University. 2016. Special issue No. 2. URL: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvypusk-2/31-spets02/400-00149> (appeal date: 06.08.2019).
12. Velikanov V. V., Belko A. A., Ignatenko A. S., Gaponenko S. S., Subbotina I. A. Enterosorbents and prebiotics in the prevention and treatment of pathology of the gastrointestinal tract in animals // Scientific notes of the educational institution of the Vitebsk Order badge of honor State Academy of Veterinary Medicine. 2015. No. 2. Pp. 19–22.
13. Kubatbekov T. S., Kosilov V. I., Daminov R. R., Rystsova E. O., Kulikov E. V., Korablina V. Yu. Pharmacotoxicological characteristics of enterosorbent ecosil and its use in veterinary practice // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 1 (75). Pp. 144–146.
14. Vasilevich S. F. Probiotic-enterosorbent Sorbolin, production technology and application efficiency in cattle breeding: the diss. ... candidate of biological sciences: 03.01.06. Moscow, 2018. 166 p.
15. Bazhinskaya A. A., Merzlenko R. A., Artyukh V. M. Influence of enterosorbents “mycosorb” and “carbosil” on the physiological state of calves // Dairy and beef cattle breeding. 2017. No. 5. Pp. 29–31.

#### **Authors' information:**

Alexander S. Krasnoperov<sup>1</sup>, candidate of veterinary sciences, senior researcher of the laboratory of immunology and pathobiochemistry, ORCID 0000-0001-5281-803X, AuthorID 655970, [marafon.86@list.ru](mailto:marafon.86@list.ru)

Sergey V. Malkov<sup>1</sup>, candidate of veterinary sciences, senior researcher of the laboratory of immunology and pathobiochemistry, ORCID 0000-0002-1961-4972, AuthorID 995351, [aibolit\\_2001@mail.ru](mailto:aibolit_2001@mail.ru)

Natalya A. Vereshchak<sup>1</sup>, doctor of veterinary sciences, leading researcher of the laboratory of immunology and pathobiochemistry, ORCID 0000-0001-5670-0717, AuthorID 287452, [vereshakna@mail.ru](mailto:vereshakna@mail.ru)

Antonina P. Poryvaeva<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, leading researcher of the laboratory of viral diseases, ORCID 0000-0003-3224-1717, AuthorID 806423, [app1709@inbox.ru](mailto:app1709@inbox.ru)

<sup>1</sup>Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre – Ural Branch of the Russian Academy of Science, Ekaterinburg, Russia

## Экономическая динамика сельского хозяйства: факторы, управление, стратегия

М. Е. Анохина<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, Москва, Россия

✉ E-mail: marina\_anokhina@mail.ru

**Аннотация.** Цель. В данной статье раскрывается механизм разработки стратегии управления экономическим ростом сельского хозяйства России с использованием когнитивных технологий. Показано, что экономическим ростом аграрного производства как слабоструктурированной системой необходимо управлять. Поэтому целью исследования явилось определение содержания управленческих воздействий на процессы экономической динамики сельского хозяйства для достижения установленных параметров его роста. **Методы.** Инструментальной основой для обоснования теоретических разработок стало когнитивное моделирование процессов экономической динамики сельского хозяйства. С использованием нечеткой когнитивной логики разработана когнитивная карта факторов экономического роста, статический и динамический анализ которой позволил составить прогнозы динамики аграрного сектора при различных управленческих воздействиях. **Результаты.** На основе импульсного моделирования предложено поэтапное изменение управляемых факторов с учетом реальных возможностей развития аграрного сектора России. Первый этап ориентирован на формирование потенциала роста, на втором этапе следует обеспечить устойчивость экономической динамики, реализация третьего этапа позволит вывести аграрное производство на новый качественный уровень развития. Разработан вариант лучшей стратегии управления экономическим ростом сельского хозяйства, реализация которой обеспечит достижение установленного уровня индекса производства сельскохозяйственной продукции, валовой добавленной стоимости на одного занятого в сельском хозяйстве, рентабельности сельскохозяйственных организаций. **Научная новизна.** Исследование основано на авторской концепции, которая определяет в качестве параметрического содержания системы управления экономической динамикой комплекс базовых и детерминирующих факторов роста с учетом причинно-следственных связей между ними.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, экономический рост, факторы и детерминанты роста, стратегия управления экономическим ростом, когнитивное моделирование, нечеткая когнитивная карта, статический анализ, динамический анализ, стратегическая альтернатива.

**Для цитирования:** Анохина М. Е. Экономическая динамика сельского хозяйства: факторы, управление, стратегия // Аграрный вестник Урала. № 11 (190). С. 71–79. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e9a9f76.82054451.

**Дата поступления статьи:** 29.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Сельское хозяйство России на протяжении нескольких последних лет демонстрирует положительные результаты роста – с 2008 года рост составил 111,4 %. Безусловно, такая позитивная динамика в первую очередь запрограммирована ростом выделенных бюджетных средств – увеличение в 2018 году в 2,4 раза по сравнению с 2008 годом. Однако экономический рост сельского хозяйства России нельзя назвать однозначным и безупречным. В 2018 году положительной динамики обеспечить не удалось, снижение производства аграрной продукции составило 0,6 %. Современная траектория роста аграрного сектора характеризуется неравномерностью развития (30 % сельского хозяйства является отсталым), высокой зависимостью от зарубежных технологий и инноваций (в ряде случаев приближается к 100 %), депопуляцией большинства сельских территорий с явно выраженными негативными социальными проявлениями (в отдельных субъектах РФ доля обезлюдивших деревень превысила 20 %). Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирова-

ние рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (далее Программа), действующая в редакции от 11 февраля 2019 года [5], является базовым документом, формирующим концептуальный подход к управлению экономическим ростом сельского хозяйства. В 2018 году Программа по своему содержанию переведена на принципы проектного управления. Концепция Программы была изменена на основе ее структуризации в форме выделения проектной и процессной частей. Безусловно, реализуемый подход позволил обеспечить комплексность программного документа, его стратегическую направленность и более высокую адаптивность к динамичным изменениям. Соответственно, были скорректированы ее целевые показатели исходя из увеличения срока действия документа до 2025 года и введения двух этапов реализации программных мероприятий. Изменение базовых целевых показателей при корректировке Программы – процесс закономерный. Однако следует отметить, что произошла 100-процентная замена целевых индикаторов, что, безусловно, не позволяет объективно оценить базу роста и,

соответственно, снижает достоверность выбранных показателей как по содержанию, так и по их количественным параметрам. При этом, если даже не подвергать сомнению достоверность установленных индикаторов, то можно отметить, что их содержание и уровень задают инерционную траекторию развития агропромышленного производства в стране и, как следствие, не позволяют сформировать потенциал роста сельского хозяйства. Ежегодный рост на уровне 2–3 % (именно такие изменения заложены, если учитывать установленную базу оценки – 2017 год) при изначально недостаточно высокой базе этого роста не решит проблемы интенсификации аграрного производства, установленные дискриминационные параметры жизнеобеспечения на селе (соотношение объема располагаемых ресурсов домашних хозяйств в сельской и городской местности<sup>1</sup>) не обеспечат создание условий экономической динамики сельского хозяйства. Кроме того, в Программе основные целевые показатели по своим параметрам заданы вне сравнения с лучшими зарубежными практиками, что затрудняет процесс управления конкурентоспособностью отечественного аграрного производства и, как следствие, его экономическим ростом.

Критериями устойчивости экономического роста сельского хозяйства могут выступать неизменность направления развития, в частности рост производства и рост уровня жизни на селе; сбалансированность социально-экономической системы, в частности обеспечение пропорций между экономической и социальной подсистемами; эффективная структурно-инвестиционная политика, в частности комплексное развитие отрасли на основе технической и технологической ее модернизации. Следует отметить, что критерии устойчивости экономического роста сельского хозяйства должны меняться в зависимости от технологического уклада. Критериями устойчивости экономического роста в условиях шестого технологического уклада наряду с основными, к которым относят темп роста объема производства продукции сельского хозяйства и пищевых продуктов, темп роста производительности труда в агропромышленном производстве, являются:

- расширение поля производства качественно новых средств производства и технологий;
- расширение выпуска экологически чистых продуктов при увеличении производительности труда и росте спроса;
- уровень интенсификации агропромышленного производства на основе инновационных технологий;
- создание условий для развития человеческого потенциала;
- повышение уровня социального потенциала сельских территорий;
- развитие устойчивой к климатическим изменениям аграрной экономики;

<sup>1</sup> По данным Федеральной службы государственной статистики, в 2018 году это соотношение было на уровне 59 %. Если учитывать целевые показатели утвержденной государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий», реализация которой рассчитана на период 2020–2025 гг., то обеспечение соотношения среднемесячных располагаемых ресурсов сельских и городских домохозяйств должно быть на уровне 80 %, что, безусловно, даже при таком значении является дискриминационным и демотивационным.

– широкое использование информационных технологий, обеспечивающих обновление различных элементов технологического уклада;

– внедрение систем управления знаниями в сельском хозяйстве;

– развитие и укрепление экосистем, зависящих от сельского хозяйства.

В условиях, когда практически не выполняются жизненно важные функции по стратегическому развитию территорий, размещению производительных сил, межатраслевому взаимодействию, балансировке экономической структуры, проблематично говорить о формировании условий для расширенного воспроизводства в аграрной сфере. Современная модель управления экономическим ростом сельского хозяйства должна быть ориентирована на доминирующее участие в этом процессе государства. Это не исключает использование рыночных механизмов, но приоритетом должна быть социально-экономическая динамика аграрного сектора.

Проблема экономического роста сельского хозяйства является важным предметом как теоретических, так и эмпирических исследований в аграрной экономике, что и обуславливает большое количество теорий, гипотез, взглядов, формирующих концепции экономической динамики отраслевого комплекса. Автором данная проблема исследовалась в управленческом контексте [15]. Экономический рост является обобщающим параметром развития хозяйственной системы и отражает изменения, происходящие в ней не только материально-вещественного, но и социального характера. Учитывая специфику аграрного комплекса как объекта управления экономическим ростом и цикличность процесса экономической динамики, на основе проведенного анализа теоретических материалов по данной проблеме в качестве базы исследования были определены три основные группы теорий: теории экономического роста, теории циклической динамики и теории отраслевых рынков. В методологическом анализе теории экономического роста выбраны как базовые для определения общих закономерностей и факторов экономической динамики сельского хозяйства. По данному направлению исследования использованы труды L. Soete и R. Turner [29], J. S. Metcalfe и M. Gibbons [24], P. Romer [28], P. Лукаса [7], Т. Piketty [27], Л. И. Абалкина [1], О. С. Сухарева [12], К. Эрроу [14].

Особенности теорий экономической цикличности имеют актуальность для формирования концепции экономического роста сельского хозяйства, так как отражают ключевые характеристики экономической динамики. Основные труды, которые были исследованы в этой области, представлены работами С. Ю. Глазьева [3], С. Freeman и F. Louca [19], A. Grübler [20], M. Hirooka [21], А. Акаева и др. [9].

Исследование разработок в рамках теорий отраслевых рынков таких авторов, как С. Б. Авдашева [2], Г. Б. Клейнер [8], К. Хитер [13], W. Viscusi [30], А. В. Голубев [4], обусловлено необходимостью учета отраслевой специфики объекта управления в части базовых условий хозяйствования, структуры рынка и поведения хозяйствующих субъектов.



На стыке этих трех групп теорий, по нашему мнению, возможно сформировать теоретическую концепцию экономического роста отраслевых сельского хозяйства в управленческом контексте. Экономический рост сельского хозяйства с учетом специфики и социальной значимости аграрного сектора результируется в величине основных видов агропромышленной продукции на душу населения, их положительной динамике и создании воспроизводственных условий для устойчивого развития агропродовольственного дела в долгосрочной перспективе. Такое содержание экономического роста сельского хозяйства обуславливает формирование соответствующей модели управления процессами экономической динамики.

Экономический рост сельского хозяйства в первую очередь определяется объемами, состоянием и характером использования природно-биологических ресурсов, трудовых ресурсов и капитала. Эти параметры экономического роста выступают в качестве базовых факторов роста. Однако обеспечение экономического роста только за счет данных факторов ограничено, что предполагает создание дополнительных источников для эффективного и рационального их использования. Такие источники выступают в роли детерминирующих факторов роста (детерминант). Применительно к аграрному сектору с учетом современной экономической ситуации следует выделить инвестиционные, инновационные, инфраструктурные, технологические, структурные детерминанты. В свою очередь, сами по себе детерминанты через механизм влияния (управления) на них могут обеспечивать различный уровень экономического роста сельского хозяйства в зависимости от созданных условий. Как для любого отраслевого комплекса условия для действия детерминант экономического роста сельского хозяйства могут носить экономический, организационный, институциональный, социальный и др. характер. В контексте управления экономическим ростом аграрного комплекса важно понимать, что условия экономической динамики формируются аграрной политикой с выбором приоритетов и механизмов, обеспечивающих генерирующий характер изменений в отраслевом комплексе на основе сбалансированности экономических и социальных процессов.

Практический аспект использования разработанной модели управления экономическим ростом сельского хозяйства заключается в обеспечении сбалансированности управленческих действий на уровне объемов и качества факторов роста, возможностей использования детерминант факторов роста и создания условий для эффективного действия детерминант роста. Такая сбалансированность предполагает обязательный учет причинно-следственных связей между факторами и детерминантами роста, обеспечиваемых конкретными условиями экономического роста сельского хозяйства. Чем в большей степени будет достигнута адекватность условий экономического роста характеру, содержанию и комбинации детерминант факторов роста, тем более существенным будет влияние детерминант на факторы роста, состояние которых, в свою очередь, определяет экономическую динамику аграрного комплекса.

### Методология и методы исследования (Methods)

Апробация разработанной модели управления экономическим ростом сельского хозяйства проведена на основе использования когнитивного подхода, выбор которого обусловлен следующими положениями:

1. Когнитивные технологии позволяют учитывать специфику отраслевого комплекса как слабоструктурированной системы.

2. В когнитивной модели эффективно сочетаются традиционные подходы, основанные на формализованных методах исследования, с субъективными моделями, разрабатываемыми с применением экспертных оценок, логики «здравого смысла», интуиции и эвристики.

3. Когнитивная логика базируется на принципах системного анализа информации о процессах динамики аграрного производства и потенциально возможных стратегиях управления ими.

4. Инструментарий когнитивного моделирования дает возможность заранее оценить последствия различных стратегий роста, исключить недопустимые варианты и рекомендовать наиболее эффективные из них.

Использование когнитивного подхода характерно для решения проблем в аграрном секторе по таким направлениям, как управление урожайностью в земледелии [25], экологическое регулирование сельскохозяйственного производства [16], формирование устойчивых социально-экологических систем в сельском хозяйстве [17]. Однако практически отсутствуют разработки по применению когнитивных технологий для решения проблем в сфере управления экономическим ростом сельского хозяйства. Поэтому целью когнитивного моделирования в рамках проведенного исследования является получение стратегических вариантов управляющих воздействий на процессы экономической динамики сельского хозяйства, позволяющих обеспечить высокий уровень индекса производства сельскохозяйственной продукции, валовой добавленной стоимости на одного занятого в сельском хозяйстве и рентабельности сельскохозяйственных организаций. В процессе исследования были определены 15 концептов (факторов) и заданы их начальные и целевые значения.

В соответствии с общепринятым алгоритмом когнитивного моделирования были установлены причинно-следственные связи между концептами и спроектирована с использованием СППР «ИГЛА» [11], нечеткая когнитивная карта (НКК) управления экономическим ростом сельского хозяйства. Для статического анализа НКК по методике, представленной в [6, 10, 23], были рассчитаны основные системные показатели.

Динамический анализ поведения НКК управления экономическим ростом сельского хозяйства проводился на основе математического аппарата импульсных процессов [10, 22, 23, 26]. Данная методика позволяет прогнозировать значения концептов в определенные моменты времени. Математическое описание импульсных процессов представлено следующей формулой:

$$v_i(t+1) = s(v_i(t) + q_i(t+1) + \alpha_i(t+1) + \sum_{j=1}^K T(w_{ij}, p_j(t))), \quad (1)$$

где  $v_i(t+1)$  – значение  $i$ -го концепта в момент времени  $(t+1)$ ;

$v_i(t)$  – значение  $i$ -го концепта в момент времени  $t$ ;

$q_i(t+1)$  – внешнее воздействие на  $i$ -й концепт в момент времени  $(t+1)$ ;

$o_i(t+1)$  – управляющее воздействие на  $i$ -й концепт в момент времени  $(t+1)$ ;

$w_{ij} = w(e_j, e_i)$  – сила связи между  $j$ -м и  $i$ -м концептом;

$p_j(t)$  – изменение значения  $j$ -го концепта в момент времени  $t$ ;

$T$  – операция  $T$ -нормы (операция умножения);

$S$  – операция  $S$ -нормы ( $S$ -норма Лукасевича).

### Результаты (Results)

В ходе исследования был проведен расчет системных показателей НКК управления экономическим ростом сельского хозяйства, значения которых позволили верифицировать нечеткую когнитивную модель (НКМ).

Оценка влияния управляемых концептов на целевые показатели позволила сделать следующие выводы по поводу характера и силы управляющих воздействий на процессы экономической динамики сельского хозяйства:

1. Консонанс влияния по всем управляемым концептам достаточно высокий, что свидетельствует о достоверности итогового влияния вершин друг на друга.

2. Наибольшее положительное влияние на целевые параметры оказывают концепты «Инвестиции в сельское хозяйство» (10), «Сбалансированность развития сельского хозяйства» (14) и «Технологическое обеспечение сельского хозяйства» (12).

3. Средний уровень положительного влияния на целевые параметры определен относительно управляемого концепта «Инфраструктурное обеспечение сельского хозяйства» (11).

4. Наименьшее положительное влияние на целевые параметры оказывает концепт «Инновационность сельского хозяйства» (9).

5. Отрицательное влияние среднего уровня на целевые параметры определено со стороны концепта «Диспаритет в межотраслевых отношениях» (13).

6. Сила влияния всех управляемых концептов на целевой параметр «Индекс производства продукции сельского хозяйства» (1) превосходит силу их влияния на параметры «Валовая добавленная стоимость на одного занятого в сельском хозяйстве» (2) и «Рентабельность сельскохозяйственных организаций» (3).

Наибольшее положительное влияние на систему оказывают концепты «Инфраструктурное обеспечение сельского хозяйства» ( $\bar{P}_{14} = 0,3402$ ), «Инновационность сельского хозяйства» ( $\bar{P}_9 = 0,271$ ), «Технологическое обеспечение сельского хозяйства» ( $\bar{P}_{12} = 0,25$ ). Однако при этом данные концепты не испытывают обратного сильного влияния. Влияя на данные параметры можно «сдвинуть» НКМ в положительную сторону, то есть усилить в целом процессы экономической динамики в сельском хозяйстве. Наибольшее положительное влияние НКМ оказывает на целевые концепты «Индекс производства продукции сельского хозяйства» ( $\bar{P}_4 = 0,3414$ ), «Валовая добавленная стоимость на одного занятого в сельском хозяйстве» ( $\bar{P}_2 = 0,313$ ), «Рентабельность сельскохозяйственных организаций» ( $\bar{P}_3 = 0,2791$ ). Несколько ниже сила положительного влияния системы на неуправляемые концепты «Материально-техническое обеспечение сельского хозяйства»

( $\bar{P}_6 = 0,198$ ), «Поголовье скота и птицы» ( $\bar{P}_7 = 0,2597$ ), «Земельные ресурсы сельского хозяйства» ( $\bar{P}_8 = 0,1851$ ). Можно с достаточно высокой долей вероятности утверждать, что влияние НКМ на них способно погасить любое отрицательно воздействие извне. Если в процессе управления экономическим ростом сельского хозяйства намеренно оказывать на них определенное долговременное воздействие, то следует это осуществлять опосредованно через систему, воздействуя на концепты «Инфраструктурное обеспечение сельского хозяйства», «Инновационность сельского хозяйства», «Технологическое обеспечение сельского хозяйства».

По всем целевым концептам «Индекс производства продукции сельского хозяйства» ( $I_1^P = -0,185$ ), «Валовая добавленная стоимость на одного занятого в сельском хозяйстве» ( $I_2^P = -0,149$ ) и «Рентабельность сельскохозяйственных организаций» ( $I_3^P = -0,119$ ) показатель централизации воздействия имеет отрицательное значение, уровень которого свидетельствует о том, что воздействие концептов на НКМ слабее, чем влияние системы на концепты. Это означает, что концепты поддерживаются системой, что достаточно очевидно и объективно, учитывая их целевой характер. При этом консонансы влияния концептов на систему незначительно выше, чем наоборот. Данное соотношение указывает на то, что такая закономерность стабильна и определяется более высоким уровнем согласованности воздействия целевых концептов на систему.

«Численность занятых в сельском хозяйстве» оказывает положительное влияние на систему ( $\bar{P}_4 = 0,14$ ), при этом система отрицательно влияет на концепт ( $\bar{P}_4 = -0,092$ ). Отрицательную силу влияния системы на концепт можно объяснить экономическим содержанием данного параметра и характером его воздействия на экономический рост сельского хозяйства.

Концепт «Уровень компетентности кадрового состава сельского хозяйства» является достаточно сбалансированным. При относительно равных показателях влияния ( $\bar{P}_5 = 0,123$  и  $\bar{P}_5 = 0,117$ ) консонанс концепта ( $\bar{C}_5 = 0,927$ ) незначительно выше консонанса системы ( $\bar{C}_5 = 0,833$ ). Это свидетельствует о том, что противоречий воздействия на систему меньше, чем наоборот. Поэтому концепт «Уровень компетентности кадрового состава сельского хозяйства» следует рассматривать в качестве значимого фактора модели управления экономическим ростом сельского хозяйства.

Влияние системы на концепт «Материально-техническое обеспечение сельского хозяйства» ( $\bar{P}_6 = 0,198$ ) выше, чем обратное ( $\bar{P}_6 = 0,155$ ). Это свидетельствует о том, что система обеспечивает усиление концепта. При этом высокие и практически равнозначные консонансы ( $\bar{C}_6 = 0,936$  и  $\bar{C}_6 = 0,949$ ) говорят о стабильности указанной закономерности. При таком соотношении значений можно утверждать о том, что данный концепт подвержен развитию и в совокупности с другими концептами (например, «Технологическое обеспечение сельского хозяйства» и «Инвестиции в сельское хозяйство») может создать необходимые условия для экономического роста сельского хозяйства.

Идентичные соотношения системных показателей характерно для концептов «Поголовье скота и птицы» и «Земельные ресурсы сельского хозяйства» группы «Факторы экономического роста». Это указывает на то, что данные концепты также подвержены развитию под воздействием системы и для усиления экономического роста сельского хозяйства важным является не прямое воздействие на них с целью объемного увеличения, а обеспечение их качественного изменения во взаимосвязи с такими концептами, как «Инвестиции в сельское хозяйство» и «Сбалансированность развития сельского хозяйства».

Концепт «Инновационность сельского хозяйства» существенно усиливает систему ( $\overline{P}_9 = 0,271$ ), система в меньшей степени способствует росту концепта ( $\overline{P}_9 = 0,156$ ). При этом консонансы системы и концепта относительно близки ( $\vec{C}_9 = 0,833$  и  $\vec{C}_9 = 0,772$ ), что свидетельствует о значимых перспективах усиления системы за счет инновационной детерминанты (инновационная активность сельскохозяйственных организаций, инновационные технологии в производстве, инновационная политика в сельском хозяйстве и другие инновационные инструменты).

Концепт «Инвестиции в сельское хозяйство» усиливает систему в большей степени ( $\overline{P}_{10} = 0,201$ ), чем система воздействует на концепт ( $\overline{P}_{10} = 0,174$ ). Соотношение между показателями консонанса ( $\vec{C}_{10} = 0,863$  и  $\vec{C}_{10} = 0,655$ ) свидетельствуют о наличии недоиспользуемых возможностей инвестиционных ресурсов для активизации экономического роста сельского хозяйства. В частности, такая ситуация может быть обусловлена не только недостаточными объемами инвестиционных средств, но и их распределением с учетом перспективных точек роста.

Концепт «Инфраструктурное обеспечение сельского хозяйства» – самый значительный по силе влияния на систему ( $\overline{P}_{11} = 0,3402$ ). Система оказывает гораздо меньшее воздействие на развитие производственной и социальной инфраструктуры ( $\overline{P}_{11} = 0,1353$ ). При относительно равных значениях консонансов ( $\vec{C}_{11} = 0,811$  и  $\vec{C}_{11} = 0,861$ ) можно утверждать, что концепт сам обеспечивает усиление системы. Поэтому, безусловно, имеют место хорошие перспективы экономического роста сельского хозяйства за счет инфраструктурной детерминанты, обеспечивающей не только усиление экономической динамики, но и ее устойчивость в долгосрочной перспективе.

«Технологическое обеспечение сельского хозяйства» входит в группу наиболее сильно влияющих на систему концептов ( $\overline{P}_{12} = 0,25$ ). Система в меньшей степени обеспечивает развитие концепта ( $\overline{P}_{12} = 0,152$ ). При этом консонанс системы незначительно превосходит консонанс концепта ( $\vec{C}_{12} = 0,863$  и  $\vec{C}_{12} = 0,788$ ). В результате можно сделать вывод о том, что концепт усиливает систему и обуславливает значительные возможности в использовании технологической детерминанты в управлении экономическим ростом сельского хозяйства. Однако определенные экспертами место и роль концепта свидетельствует о недоиспользуемом его потенциале.

«Сбалансированность развития сельского хозяйства» в большей степени усиливает систему ( $\overline{P}_{14} = 0,202$ ), чем система влияет на концепт ( $\overline{P}_{14} = 0,145$ ). При воздействии концепта на систему имеется больше противоречий, чем

наоборот. Об этом свидетельствуют показатели консонансов концепта и системы ( $\vec{C}_{14} = 0,898$  и  $\vec{C}_{14} = 0,688$ ). Как следствие, можно, как и в предыдущем случае, утверждать о наличии недоиспользуемых возможностей для экономического роста сельского хозяйства, связанных с обеспечением пропорциональной отраслевой структуры и рациональным размещением производительных сил (основные структурные детерминанты).

Отрицательное влияние на систему оказывает концепт «Диспаритет в межотраслевых отношениях» ( $\overline{P}_{13} = -0,183$ ). Система также в равной степени ослабляет концепт ( $\overline{P}_{13} = -0,177$ ). При таком двустороннем отрицательном влиянии возникают отрицательные циклы. Это означает, что если на данный концепт влиять отрицательно, то его влияние будет ослабляться, что приведет к положительному эффекту для системы в целом. Соотношение консонансов концепта и системы ( $\vec{C}_{13} = 0,941$  и  $\vec{C}_{13} = 0,958$ ) позволяет идентифицировать данный концепт как хорошо сбалансированный. Поэтому, воздействуя отрицательно на «Диспаритет в межотраслевых отношениях», можно однозначно усилить экономическую динамику отраслевого комплекса.

«Природно-климатические условия» рассматривается в модели как внешний ограничивающий экономический рост сельского хозяйства концепт. При этом преднамеренно выбран пессимистичный вариант воздействия (значительно отрицательный) с целью однозначного учета при разработке стратегических альтернатив управления процессами экономической динамики неблагоприятных природных условий хозяйствования и создания дополнительного потенциала роста при улучшении таковых. При таком допущении отрицательное влияние данного концепта на систему ( $\overline{P}_{15} = -0,14$ ) в очень малой степени объективно нивелируется самой системой ( $\overline{P}_{15} = -0,075$ ) за счет таких концептов, как «Технологическое обеспечение сельского хозяйства» (прямой характер воздействия ( $p_{12\ 15} = -0,35$ )), «Инновационность сельского хозяйства» (опосредованный характер воздействия ( $p_{9\ 15} = -0,245$ )), «Инфраструктурное обеспечение сельского хозяйства» (опосредованный характер воздействия ( $p_{11\ 15} = -0,196$ )). При достаточно близких значениях консонансов системы и концепта ( $\vec{C}_{15} = 0,885$  и  $\vec{C}_{15} = 0,836$ ) можно утверждать об эффекте одностороннего отрицательного влияния природно-климатических условий на экономический рост сельского хозяйства (с учетом принятых допущений). В этом случае косвенно подтверждается важность перехода сельского хозяйства на платформу высокотехнологичного производства, развития устойчивой к климатическим изменениям аграрной экономики.

Динамический анализ когнитивных карт предполагает разработку множества альтернатив, которые позволяют приводить состояние системы к заданному целевому значению. Под альтернативой будем подразумевать вектор возможного воздействия на управляемые концепты.

Было сгенерировано 728 стратегических альтернатив управления экономическим ростом сельского хозяйства. В результате моделирования было установлено, что 44 альтернативы являются недоминируемыми. При анализе визуально недоминируемых альтернатив по величине разности конечных целевых концептов, силе управляющих



воздействий и скорости изменения значений концептов были отобраны пять альтернатив (11, 62, 173, 186, 330), которые в наибольшей степени отвечали данным требованиям. Данные альтернативы были проранжированы с целью выбора лучшей стратегии управления экономическим ростом сельского хозяйства и проведения импульсного моделирования для поиска оптимальных вариантов воздействия на управляемые концепты. Рассматривая площадь многоугольника как уровень комплексного стратегического потенциала сельского хозяйства при реализации стратегии и его форму как сбалансированность параметров экономического роста, можно сделать вывод, что альтернатива 330 является лучшей.

Однако, учитывая реальные возможности в управлении экономическим ростом сельского хозяйства, которые ограничены дефицитом ресурсов, слабой научно-технической базой, крайне низкой инновационной активностью хозяйствующих субъектов, последствиями процессов реформирования аграрного производства, предложен вариант стратегии на базе альтернативы 330. Предлагаемая стратегия, разработанная на основе импульсного моделирования, предполагает этапность изменения управляемых концептов «Инновационность сельского хозяйства» и «Инвестиции в сельское хозяйство» с учетом реальных возможностей развития отраслевого комплекса. Импульс изменений указанных концептов с учетом связей, выявленных в результате статического моделирования, приводит к желаемому уровню изменения и других управляемых концептов.

Уровень импульсных изменений выбранных управляемых концептов был определен в ходе итерации генерирования содержания стратегии при изначально установленной этапности воздействия для достижения целевых концептов. Соответственно, процесс управления экономическим ростом сельского хозяйства разделен на три этапа со следующими целевыми ориентирами: первый – формирование потенциала роста; второй – обеспечение устойчивости экономической динамики; третий – выведение аграрного производства на новый уровень качества роста. Разработанная стратегия позволила определить параметрическое содержание системы управления экономическим ростом сельского хозяйства по каждой группе концептов, представленное в сравнительном формате с альтернативой 330. На каждом из этапов идентифицированы основные направления управленческих воздействий и указана рекомендуемая сила их влияния, показаны ожидаемые результаты изменений целевых и неуправляемых концептов. Так, на этапе формирования потенциала роста в качестве основного управленческого воздействия должны стать усилия по обеспечению сбалансированности развития сельского хозяйства. Остальные детерминанты роста должны использоваться в комплексе, и сила их воздействия должна умеренно быть увеличена на 1 уровень. Установленное влияние данных детерминант экономического роста будет способствовать в первую очередь увеличению таких факторов роста, как «Материально-техническое состояние сельского хозяйства», «Земельные ресурсы сельского хозяйства», «Поголовье скота и птицы».

На этапе обеспечения устойчивости экономической динамики требуются значительные усилия по влиянию практически всех детерминант. Однако основное воздействие на процессы экономической динамики отраслевого комплекса должно быть со стороны инфраструктурной, технологической и структурной детерминант. Влияние детерминант на установленном уровне будет способствовать значительному увеличению таких факторов роста, как «Уровень компетентности кадрового состава сельского хозяйства», «Материально-техническое обеспечение сельского хозяйства», «Поголовье скота и птицы».

На третьем этапе, в рамках которого необходимо обеспечить новое качество роста, достигаются все установленные в ходе моделирования уровни целевых концептов. По результатам когнитивного моделирования интенсивность увеличения воздействия детерминант на данном этапе возможно снизить (в целом рекомендуемое изменение составляет 1 уровень). Параметр «Инновационность сельского хозяйства» как один из существенно влияющих на систему концептов предполагает наименьшее его усиление из всех управляемых концептов. Влияние детерминант в такой комбинации при установленной силе их воздействия позволит сформировать ресурсную базу экономического роста сельского хозяйства на новом качественном уровне. По группе концептов «Факторы роста» будет обеспечена оптимизация численности занятых в сельском хозяйстве (уменьшение на 1 уровень) при очень высоком значении концепта «Уровень компетентности кадрового состава сельского хозяйства». Еще на 1 уровень повысится концепт «Материально-техническое состояние сельского хозяйства», произойдет закрепление общего уровня роста концептов «Поголовье скота и птицы» и «Земельные ресурсы сельского хозяйства». По результатам моделирования в целом при реализации стратегии будет достигнуто снижение негативного влияния природно-климатических условий ведения сельскохозяйственного производства на 4 уровня.

Полученные прогнозные данные экономической динамики сельского хозяйства свидетельствуют о возможности использования разработанной концепции управления экономическим ростом аграрного производства для формирования стратегии роста, параметрическое содержание которой определяется факторами и детерминантами роста с учетом причинно-следственных связей между ними. Таким образом, можно констатировать достижение поставленной цели исследования.

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

Предложенный механизм разработки стратегии управления экономическим ростом сельского хозяйства основан на алгоритме когнитивного анализа сложной ситуации. Полученные результаты позволили определить параметрическое содержание системы управления процессами экономической динамики в аграрной сфере, сгенерировать и проанализировать с использованием импульсного моделирования стратегию роста сельского хозяйства для достижения установленных целевых показателей «Индекс производства продукции сельского хозяйства», «Валовая добавленная стоимость на одного занятого в сельском хозяйстве», «Рентабельность сельскохозяйственных организаций».



В практическом аспекте предложенный механизм управления экономическим ростом сельского хозяйства может стать основой программных мероприятий по развитию аграрной сферы и разработки прогнозов результатов их реализации. Задавая импульс изменения уровня управляемых концептов, исходя из реальных возможностей и учитывая в их содержании не только объемы финансовых ресурсов, но и масштабы и интенсивность организационных, социальных, экономических и иных действий, можно с высокой долей вероятности определить конкретное

значение целевых показателей и ожидаемые изменения в состоянии факторов роста. Ценность и значимость таких данных для управления экономическим ростом сельского хозяйства России возрастают с учетом современного общемирового тренда на сокращение дефицитных природных ресурсов и углубление экологических проблем [18].

#### Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена при финансовой поддержке ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова».

#### Библиографический список

1. Абалкин Л. И. Логика экономического роста. М.: Институт экономики РАН, 2002. 228 с.
2. Авдашева С. Б. Теория конкуренции – экономической политике // Журнал Новой экономической ассоциации. 2017. № 3. С. 170–176.
3. Глазьев С. Ю. Экономика будущего. Есть ли у России шанс? М.: Книжный мир, 2017. 640 с.
4. Голубев А. Технология отраслей как стимул аграрного развития // АПК: экономика, управление. 2019. № 3. С. 28–34.
5. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». Редакция от 11 февраля 2019 года [Электронный ресурс]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70210644/paragraph/23505545:0> (дата обращения: 20.08.2019).
6. Копелиович Д. И., Подвесовский А. Г., Сафонов А. Л., Вилуха А. В., Исаев Р. А. Применение нечетких когнитивных моделей в автоматизации проектирования технологической оснастки // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2018. № 3. С. 20–35. DOI: 10.14489/vkit.2018.03.pp.020-035.
7. Лукас Р. Э. Лекции по экономическому росту / Пер. с англ. Д. Шестакова. М.: Изд-во Института Гайдара, 2013. 288 с.
8. Мезозэкономика развития / Под ред. Г. Б. Клейнера. М.: Наука, 2011. 805 с.
9. Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 488 с. (Будущая Россия.)
10. Подвесовский А. Г., Титарев Д. В., Исаев Р. А. Нечеткие когнитивные модели в задачах анализа и планирования программных проектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2019. № 8 (182). С. 22–31. DOI: 10.14489/vkit.2016.06.pp.010-017.
11. Подвесовский А. Г., Лагерева Д. Г., Коростелев Д. А. СППР «ИГЛА». Система поддержки принятия решений «Интеллектуальный Генератор Лучших Альтернатив». Брянский государственный технический университет. № 2019617827; заявл. 29.05.2019; зарегистр. 20.06.2019; опубл. 20.06.2019. Бюл. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/download.html> (демоверсия).
12. Сухарев О. С., Ворончихина Е. Н. Факторы экономического роста: эмпирический анализ индустриализации и инвестиций в технологическое обновление // Вопросы экономики. 2018. № 6. С. 29–47. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-6-29-47>.
13. Хитер К. Экономика отраслей и фирм: учеб. пособие / Пер. с англ. М.: Финансы и статистика, 2004. 480 с.
14. Эрроу К. Развитие экономической теории с 1940 года: взгляд очевидца // Вопросы экономики. 2010. № 4. С. 4–23. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2010-4-4-23>.
15. Anokhina M. Ye. Strategy of managing growth of agricultural production in Russia // Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2017. No. 5 (6). Pp. 793–805. DOI: [http://dx.doi.org/10.18006/2017.5\(6\).793.805](http://dx.doi.org/10.18006/2017.5(6).793.805).
16. Christen B., Kjeldsen C., Dalgaard T., Martin-Ortega J. Can fuzzy cognitive mapping help in agricultural policy design and communication? // Land Use Policy. 2015. 45. Pp. 64–75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.001>.
17. Fairweather J. R., Hunt L. M. Can farmers map their farm system? Causal mapping and the sustainability of sheep/beef farms in New Zealand // Agriculture and Human Values. 2011. No. 28. Pp. 55–66.
18. FAO. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. Rome, 2018. 224 p.
19. Freeman C., Francisco L. As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution // Oxford: Oxford University Press Inc., 2001. 407 p.
20. Grübler A. Technology and Global Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998. 445 p.
21. Hirooka M. Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, 2006. 448 p.
22. Isaev R. A., Podvesovskiy A. G. // Generalized Model of Pulse Process for Dynamic Analysis of Sylov's Fuzzy Cognitive Maps: CEUR Workshop Proceedings of the Mathematical Modeling Session at the International Conference Information Technology and Nanotechnology (MM-ITNT 2017). Samara, 2017. Pp. 57–63. DOI: 10.18287/1613-0073-2017-1904-57-63.
23. Kulinich A. A. Software Systems for Situation Analysis and Decision Support on the Basis of Cognitive Maps: Approaches and Methods // Automation and Remote Control. 2014. No. 75 (7). Pp. 1337–1355. DOI: 10.1134/S0005117914070157.
24. Metcalfe J. S., Gibbons M. Technology, Variety and Organization: a Systematic Perspective on the Competitive Process // In: Rosenbloom R. S., Burgelman R. A. (Eds) Research on Technological Innovation, Management and Policy Greenwich, London: JAI Press Inc., 1989. Vol. 4. Pp. 153–193.

25. Papageorgiou E. I., Markinos A., Gemtos T. Application of fuzzy cognitivemaps for cotton yield management in precision farming // *Expert Syst.* 2009. Appl 36 (10). Pp. 12399–12413.
26. Papageorgiou E. I., Salmeron J. L. Methods and algorithms for Fuzzy cognitive map-based modelling // *Fuzzy cognitive maps for applied sciences and engineering.* 2014. Vol. 54. Pp. 1–28.
27. Piketty T. *Capital in the Twenty-First Century.* Cambridge Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 2014. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2014. 696 p.
28. Romer P. Endogenous Technical Change // *Journal of Political Economy.* 1990. Vol. 98. No. 5. Pp. 71–102.
29. Soete L., Turner R. Technology diffusion and the rate of technical change // *The Economic Journal.* 1994. No. 94. Pp. 612–623.
30. Viscusi W. Kip. The Fatal Failure of the Regulatory State // *William & Mary Law Review, Forthcoming; Vanderbilt Law Research Paper.* 2018. No. 589. Pp. 591–653. URL: <https://scholarship.law.vanderbilt.edu/faculty-publications/1088> (appeal date: 10.09.2019).

**Об авторах:**

Марина Егоровна Анохина<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры организационно-управленческих инноваций, ORCID 0000-0003-4152-8795, AuthorID 260769, +7 929 501-43-88, [marina\\_anokhina@mail.ru](mailto:marina_anokhina@mail.ru)

<sup>1</sup>Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова

## Economic dynamics of agriculture: factors, management, strategy

M. E. Anokhina<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov

✉E-mail: [marina\\_anokhina@mail.ru](mailto:marina_anokhina@mail.ru)

**Abstract.** This paper reveals the mechanism of modeling the management strategy for economic growth of agriculture using cognitive technologies. **Purpose.** The economic growth of agriculture as a weakly structured system needs to be managed. The aim of the study was to determine the content of managerial impacts on the processes of economic dynamics of agriculture in Russia. **Methodology.** The methodology of research is based on cognitive technologies of modeling strategic alternatives of economic dynamics in the industrial complex using fuzzy cognitive logic. **Findings.** Fuzzy cognitive map of factors of Russian agriculture economic growth, static and dynamic analysis of which allowed to produce forecasts of the dynamics in the agricultural sector at various managerial impacts were developed. The option of management strategy for economic growth of agriculture in Russia is proposed. **Originality.** It shows the use of the author's concept of managing economic growth with a poorly structured system, which determines the need to use the basic and deterministic growth factors in the complex, taking into account the causal relationships between them, to achieve the target parameters of economic dynamics. The instrumental basis for substantiating theoretical developments was cognitive modeling of the processes of economic dynamics of agriculture in Russia.

**Keywords:** agriculture; economic growth; growth factors and determinants; economic growth management strategy; cognitive modeling; fuzzy cognitive map; static analysis; dynamic analysis; strategic alternative.

**For citation:** Anokhina M. E. Ekonomicheskaya dinamika sel'skogo khozyaystva: faktory, upravleniye, strategiya [Economic dynamics of agriculture: factors, management, strategy] // *Agrarian Bulletin of the Urals.* 2019. No. 11 (190). Pp. 71–79. DOI: 10.32417/article\_5dcd861e9a9f76.82054451. (In Russian.)

**Paper submitted:** 29.08.2019.

### References

1. Abalkin L. I. *Logika ekonomicheskogo rosta* [The logic of economic growth]. Moscow: Institut ekonomiki RAN, 2002. 228 p. (In Russian.)
2. Avdasheva S. B. *Teoriya konkurentсии – ekonomicheskoy politike* // [Theory of Competition for Economic Policy] // *Journal of the New Economic Association.* 2017. No. 3. Pp. 170–176. (In Russian.)
3. Glaziev S. Yu. *Ekonomika budushchego. Est' li u Rossii shans?* Moscow: Knizhnyy mir, 2017. 640 p. (In Russian.)
4. Golubev A. *Tekhnologiya otrasley kak stimul agrarnogo razvitiya* [Technology branches as an incentive for agricultural development] // *APK: ekonomika, upravleniye.* 2019. No. 3. Pp. 28–34. (In Russian.)
5. Gosudarstvennaya programma “Razvitiye sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produkt-sii, syr'ya i prodovol'stviya”. Redaktsiya ot 11 fevralya 2019 goda [State program “Development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food”. Edition of February 11, 2019] [e-resource]. URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70210644/paragraph/23505545:0> (appeal date: 20.09.2019). (In Russian.)
6. Kopeliovich D. I., Podvesovskiy A. G., Safonov A. L., Vilyukha A. V., Isayev R. A. *Primeneniye nechetkikh kognitivnykh modeley v avtomatizatsii proyektirovaniya tekhnologicheskoy osnastki* [Application of Fuzzy cognitive models in computer-

- aided production tooling design] // Herald of computer and information technologies. 2018. No. 3. Pp. 20–35. DOI: 10.14489/vkit.2018.03.pp.020-035 ResearchGate. (In Russian.)
7. Lukas R. E. Lektsii po ekonomicheskomu rostu [Lectures about Economic Growth] / Translation from English by D. Shestakov. Moscow: Izdatel'stvo Instituta Gaydara, 2013. 288 p. (In Russian.)
8. Mezoekonomika razvitiya [Meso-Economics of development] / Under the editorship of G. B. Klejner. Moscow: Nauka, 2011. 805 p. (In Russian.)
9. Modelirovaniye i prognozirovaniye global'nogo, regional'nogo i natsional'nogo razvitiya [Modelling and forecasting global, regional and national development]. Moscow: Knizhnyy dom "LIBROKOM", 2012. 488 p. (Budushchaya Rossiya.) (In Russian.)
10. Podvesovskiy A. G., Titarev D. V., Isayev R. A. Nechetkiye kognitivnyye modeli v zadachakh analiza i planirovaniya programnykh proyektov [Fuzzy cognitive models in Software projects analysis and planning] // Herald of computer and information technologies. 2019. No. 8 (182). Pp. 22–31. DOI: 10.14489/vkit.2016.06. (In Russian.)
11. Podvesovskiy A. G., Lagerev D. G., Korostelev D. A. SPPR "IGLA". Sistema podderzhki prinyatiya resheniy "Intellektual'nyy Generator Luchshikh Al'ternativ". [DSS "IGBA". Decision support system "Intelligent Generator of the Best Alternatives"]. Bryansk state technical University. No. 2019617827; declared 29.05.2019; registered 20.06.2019; published 20.06.2019. Bul. No. 6 [e-resource]. URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/download.html> (demo version). (In Russian.)
12. Sukharev O. S., Voronchikhina E. N. Faktory ekonomicheskogo rosta: empiricheskyy analiz industrializatsii i investitsiy v tekhnologicheskoye obnovleniye [Factors of economic growth: Empirical analysis of industrialization and investments in technological upgrade] // Voprosy ekonomiki. 2018. No. 6. Pp. 29–47. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2018-6-29-47>. (In Russian.)
13. Khiter K. Ekonomika otrasley i firm: ucheb. posobiye / Translation from English by D. Shestakov. Moscow: Finansy i statistika, 2004. 480 p. (In Russian.)
14. Errou K. Razvitiye ekonomicheskoy teorii s 1940 goda: vzglyad ochevidtza [Some Developments in Economic Theory Since 1940: An Eyewitness Account] // Voprosy ekonomiki. 2010. No. 4. Pp. 4–23. DOI: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2010-4-4-23> (In Russian.)
15. Anokhina M. Ye. Strategy of managing growth of agricultural production in Russia // Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 2017. No. 5 (6). Pp. 793–805. DOI: [http://dx.doi.org/10.18006/2017.5\(6\).793.805](http://dx.doi.org/10.18006/2017.5(6).793.805).
16. Christen B., Kjeldsen C., Dalgaard T., Martin-Ortega J. Can fuzzy cognitive mapping help in agricultural policy design and communication? // Land Use Policy. 2015. 45. Pp. 64–75. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.001>.
17. Fairweather J. R., Hunt L. M. Can farmers map their farm system? Causal mapping and the sustainability of sheep/beef farms in New Zealand // Agriculture and Human Values. 2011. No. 28. Pp. 55–66.
18. FAO. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. Rome, 2018. 224 p.
19. Freeman C., Francisco L. As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolutio // Oxford: Oxford University Press Inc., 2001. 407 p.
20. Grübler A. Technology and Global Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998. 445 p.
21. Hirooka M. Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edwards, 2006. 448 p.
22. Isaev R. A., Podvesovskiy A. G. // Generalized Model of Pulse Process for Dynamic Analysis of Sylov's Fuzzy Cognitive Maps: CEUR Workshop Proceedings of the Mathematical Modeling Session at the International Conference Information Technology and Nanotechnology (MM-ITNT 2017). Samara, 2017. Pp. 57–63. DOI: 10.18287/1613-0073-2017-1904-57-63.
23. Kulinich A. A. Software Systems for Situation Analysis and Decision Support on the Basis of Cognitive Maps: Approaches and Methods // Automation and Remote Control. 2014. No.75(7). Pp. 1337–1355. DOI: 10.1134/S0005117914070157.
24. Metcalfe J. S., Gibbons M. Technology, Variety and Organization: a Systematic Perspective on the Competitive Process // In: Rosenbloom R. S., Burgelman R. A. (Eds) Research on Technological Innovation, Management and Policy Greenwich, London: JAI Press Inc., 1989. Vol. 4. Pp. 153–193.
25. Papageorgiou E. I., Markinos A., Gemtos T. Application of fuzzy cognitivemaps for cotton yield management in precision farming // Expert Syst. 2009. Appl 36 (10). Pp. 12399–12413.
26. Papageorgiou E. I., Salmeron J. L. Methods and algorithms for Fuzzy cognitive map-based modelling // Fuzzy cognitive maps for applied sciences and engineering. 2014. Vol. 54. Pp. 1–28.
27. Piketty T. Capital in the Twenty-First Century. Cambridge Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press, 2014. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2014. 696 p.
28. Romer P. Endogenous Technical Change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. No. 5. Pp. 71–102.
29. Soete L., Turner R. Technology diffusion and the rate of technical change // The Economic Journal. 1994. No. 94. Pp. 612–623.
30. Viscusi W. Kip. The Fatal Failure of the Regulatory State // William & Mary Law Review, Forthcoming; Vanderbilt Law Research Paper. 2018. No. 589. Pp. 591–653. URL: <https://scholarship.law.vanderbilt.edu/faculty-publications/1088> (appeal date: 10.09.2019).

#### Authors' information:

Marina E. Anokhina<sup>1</sup>, associate professor of the department of the department organizational and managerial innovations, ORCID 0000-0003-4152-8795, AuthorID 260769, +7 929 501-43-88, [marina\\_anokhina@mail.ru](mailto:marina_anokhina@mail.ru)

<sup>1</sup>Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov



## Состояние и перспективы экспортного потенциала сельского хозяйства Северного Кавказа

Б. А. Кушхова<sup>1</sup>, З. М. Иванова<sup>1</sup>, Х. М. Таусолтанов<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, Нальчик, Россия

✉E-mail: rkhadis@yandex.ru

**Аннотация.** В последнее время в сельском хозяйстве наблюдается снижение темпов роста. Причину последнего видят в своеобразной насыщенности и росте конкуренции на внутреннем рынке агропродовольственной продукции. В этой ситуации одним из направлений и источников стимулирования роста сельского хозяйства выступает развитие экспорта, поиск новых внешних рынков. **Цель** – эмпирическая проверка гипотезы об экспорте сельскохозяйственной продукции как факторе роста сельского хозяйства и региональной экономики с доминирующим агропродовольственным сектором и формулировка направлений и инструментов повышения экспортного потенциала в сельском хозяйстве Северного Кавказа. Эмпирической основой проверки выдвинутых положений выступают данные официальной статистики, систематизированные в сборниках Росстата за период с 2005 по 2017 гг., а также выборочные данные авторов. **Методическую основу** составляет совокупность статистических, экономико-математических и дескриптивных методов, обеспечивающих анализ эмпирических (статистических) данных, выявление динамических и структурных тенденций в экспорте сельхозпродукции в субъектах Северного Кавказа и формулировку предложений, обеспечивающих эффективное использование экспортного потенциала в сельском хозяйстве субъектов Северного Кавказа. В статье исследуются состояние, динамические и структурные тенденции в экспорте и импорте продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе. **Новизна результатов:** а) выявлена, формализована и квантифицирована зависимость экспорта продукции сельского хозяйства от объема валовой продукции сельского хозяйства, а также розничного оборота продовольственных товаров и импорта; б) сформулирован вывод о стимулирующей роли экспорта и импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на динамику валовой продукции сельского хозяйства макрорегиона в условиях достижения предельности другими факторами (производственными и потребительскими) роста; в) выдвинуты предложения, направленные на повышение объема и эффективности экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе. Полученные результаты являются новыми как по объекту исследования (сельское хозяйство Северного Кавказа), так и по используемым статистическим данным. В отдельных случаях они подтверждают ранее полученные другими авторами результаты, в других представляют новые тенденции в развитии макро и регионального сельского хозяйства.

**Ключевые слова:** Северный Кавказ, сельское хозяйство, экспорт, импорт продовольствия и сельскохозяйственного сырья.

**Для цитирования:** Кушхова Б. А., Иванова З. М., Таусолтанов Х. М. Состояние и перспективы экспортного потенциала сельского хозяйства Северного Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 80–91. DOI: 10.32417/article\_5dcd861ea87111.98018774.

**Дата поступления статьи:** 27.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

В последнее время активизировался поиск источников, направлений и механизмов, способных вдохнуть новый импульс в угасающий рост в сельском хозяйстве [1, 2, 3]. Основное внимание уделяется импортозамещению [4, 5, 6, 7]. Однако имеется еще один важный сегмент развития национального сельского хозяйства, который связан с экспортом сельскохозяйственной продукции и продовольственных товаров [9, 10, 11, 12, 13]<sup>1</sup>. Как в практическом, так и исследовательском плане заслуживает внимания

<sup>1</sup>«Вы знаете, я ещё года полтора, по-моему, назад или два с восторгом говорил о том, что мы продали сельхозпродукции столько же, сколько вооружений, на 15 миллиардов долларов. А в этом году и в прошлом сельхозгоду мы уже продали оружия на те же 15, а предприятия АПК продали свою продукцию на внешний рынок более чем на 21 миллиард долларов. То есть тенденция нарастает», – с законной гордостью Путин подвел итог аграрной теме 2 марта 2018 г. [8]

оценки состояния, выявления основных динамических и структурных тенденций, а также определение перспектив развития данного направления в сельском хозяйстве Северного Кавказа.

Сельское хозяйство Северного Кавказа в географических границах, включающих республики Адыгею, Дагестан, Кабардино-Балкарию, Калмыкию, Карачаево-Черкессию, Ингушетию, Северную Осетию-Аланию, Чечню, а также Краснодарский и Ставропольский края [14], является одним из передовых в России. В 2017 г. объем сельскохозяйственной продукции на Северном Кавказе немного не дотягивал до 1 трлн рублей. По данному показателю сельское хозяйство опережало многие другие отрасли макрорегиона. Объем валовой продукции сельского хозяйства на Северном Кавказе за период 2005–2017 гг. вырос в



4,5 раза, а в России – только в 4,1 раза при соответствующих среднегодовых темпах роста 113,4 % и 112,6 %. Доля продукции сельского хозяйства Северного Кавказа в общем объеме продукции сельского хозяйства России в 2016 г. составляла 16,3 % и превышала аналогичный индикатор 1990 г. на 4,0 %. (При этом следует иметь в виду, что в 1995 г. она опускалась до 9,7 %. Правда, в 2010 г. данный индикатор развития сельского хозяйства Северного Кавказа составлял 16,6 %.)

Отмеченные особенности объясняются более высокими темпами роста продукции сельского хозяйства Северного Кавказа по сравнению с аналогичным показателем по России. Так за период с 2000 по 2016 гг. объем продукции сельского хозяйства Северного Кавказа вырос в 9,5 раза, тогда как в России в целом только в 7,1 раза. Эта особенность характерна для всего постсоветского периода. Например, за период с 1995 по 2000 гг. объем продукции сельского хозяйства в целом на Северном Кавказе вырос в 4,8 раза, тогда как по России – только в 3,8 раза. А за период 2000–2005 гг. по Северному Кавказу прирост составил 2,2 раза, а по России – только 1,8 раза. Аналогичное наблюдается также и в период с 2010 по 2016 гг., когда объем продукции сельского хозяйства Северного Кавказа вырос в 2,13 раза, а России – только в 2,09 раза. Сопоставление последнего периода с предыдущим указывает на то, что темпы роста на Кавказе стали снижаться, тогда как в целом по России расти. Весьма примечательна ситуация в отдельные периоды нового десятилетия. В частности, если в 2011 г. по сравнению с 2010 г. объем продукции сельского хозяйства на Северном Кавказе вырос на 119,2 %, то в целом по России на 126,0 %, т. е. на Северном Кавказе был ниже, чем в целом по России почти на 7 %. И в следующем году темпы роста по России оказались выше, чем на Северном Кавказе (–0,2 %). Правда, в 2013 г. ситуация исправляется – темпы роста на Северном Кавказе выросли до 112,4 % (+10,2 %), а по России 110,4 (+8,0 %). Но уже в 2014 г. на Северном Кавказе прирост составил лишь +0,7 %, а в России +6,7 %. Однако в следующие два года (2015 и 2016 гг.) прирост продукции сельского хозяйства на Северном Кавказе опережает аналогичный показатель по России (+9,9 % против +2,6 % в 2015 г. и –12,6 % против 13,0 % в 2016 г.).

В ряду основных факторов роста сельского хозяйства макрорегиона важное место занимают экспорт и импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. За период 2005–2010 гг. экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе вырос в 2,4 раза. Правда, в целом по России в 2,5 раза. В то же время с 2010 по 2015 г. по Северному Кавказу экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья вырос в 4,3 раза, а по России – только в 4,1 раза. За три года нового пятилетия (2015–2017 гг.) соотношение составило соответственно 104,5 % и 100,9 %. Таким образом, наблюдается поступательный рост экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе. Все это привело к тому, что доля Северного Кавказа в общероссийском экспорте продовольствия и сельскохозяйственного сырья в 2017 г. составляла 12,1 %, а доля импорта – 9,1 %. Сопоставляя

производство, экспорт, импорт продовольствия и сельскохозяйственного сырья с розничным оборотом продовольственных товаров, душевыми доходами и другими индикаторами развития агропродовольственного сектора Северного Кавказа, можно указать на наличие проблем, заслуживающих специального исследования. Этой задаче посвящена настоящая статья.

### Методология и методы исследования (Methods)

Теоретико-методологическую основу настоящего исследования составляют работы по территориальному разделению труда и организации, производственной специализации территории [15, 16, 17], межрегиональной торговле [18, 19, 20], а также более широкая методологическая платформа – гравитационные теории [21].

Исследование базируется на данных официальной статистики, систематизированной в сборниках Росстата: «Регионы России. Социально-экономические показатели», «Сельское хозяйство, охота и лесоводство в России», которые адаптированы к стандартной программе Excel. Расчеты проводились по стандартизированному алгоритму, используемому в практике статистического анализа, и прошли проверку на корректность в соответствие с общепризнанными научными критериями [22].

Методическая основа содержит ряд положений. Первое – Северный Кавказ рассматривается в географических границах, чем отличается от часто используемых, в которых используются административные границы. Второе – наряду с традиционным подходом для анализа экспорта территорий предложено использовать пропорции между экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья и валовой продукцией сельского хозяйства, экспортом и импортом, экспортом и оборотом розничной торговли продовольственными товарами и т. д. Оба положения позволили, во-первых, расширить статистическую базу исследования сельского хозяйства Северного Кавказа, во-вторых, провести расчет влияния экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на основные экономические параметры развития макрорегиона и его территорий, выявить динамические и структурные (территориальные) тенденции в формировании экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе и его территориях.

### Результаты (Results)

Данные официальной статистики, систематизированные в таблице 1, позволяют указать на то, что доля сельского хозяйства в розничном товарообороте продовольственными товарами по Северному Кавказу составляет в среднем за период 2005–2017 гг. 62,3 %, тогда как по России в целом только 36,7 %, т. е. сельское хозяйство Северного Кавказа почти в два раза активнее участвовало в формировании продовольственных ресурсов внутреннего рынка. Но при этом следует отметить, что если в 2005 г. эта доля на Северном Кавказе составляла 95,6 % (а по России только 42,9 %), то уже в 2010 г. она упала до 62,4 %, достигнув своего минимума (57,4 %) в 2014 г., а затем вновь стала расти. Аналогичные колебания наблюдаются на общестрановом уровне с одной лишь разницей – на более низком уровне.

Таблица 1  
**Динамика валовой продукции сельского хозяйства, экспорта и импорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, а также розничного оборота продовольственными товарами на Северном Кавказе за период 2005–2017 гг.**

Показатели/годы	Территория	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2010 к 2005, %	2015 к 2010, %	2017 к 2015, %
ВПСХ, млн руб.	Северный Кавказ	209 852	429 474	511 870	523 359	588 347	664 393	815 980	899 513	945 986	204,7	190,0	115,9
	Россия	1 380 961	2 587 751	3 261 695	3 339 159	3 687 075	4 319 050	5 164 877	5 505 755	5 758 572	187,4	199,6	111,5
Оборот розничной торговли продовольственными товарами (в фактически действовавших ценах, млн руб.)	Северный Кавказ	219 412,5	688 562,7	813 957,0	911 717,0	1 019 906,6	1 157 490,5	1 316 111,1	1 385 099,8	1 457 645,0	313,8	191,1	110,8
	Россия	3 218,0	8 008,3	9 104,3	9 961,4	11 132,4	12 387,4	13 405,6	13 756,5	14 429,6	248,9	167,4	107,6
Соотношение СК к России, %		6,8	8,6	8,9	9,2	9,2	9,3	9,8	10,1	10,1	126,5	114,0	103,1
Экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья (группы 1–24); млн долл.	Северный Кавказ	13 235,9	32 089,3	47 446,7	58 847,9	66 494,3	153 359,1	137 641,2	127 798,5	143 902,1	242,4	428,9	104,5
	Россия	112 334,1	285 445,2	429 032,8	506 055,3	530 101,6	1 067 871	1 181 334	1 035 448	1 192 262	254,1	413,9	100,9
Доля СК в экспорте продовольствия и с/х продуктов в России, %		11,8	11,2	11,1	11,6	12,5	14,4	11,7	12,3	12,1	94,9	104,5	103,4
Доля экспорта продовольствия и с/х продукции в ВПСХ, %	Северный Кавказ	6,3	7,5	9,3	11,2	11,3	23,1	16,9	14,2	15,2	119,0	225,3	89,9
	Россия	8,1	11,0	13,2	15,2	14,4	24,7	22,9	18,8	20,7	135,8	208,2	90,4
Импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья (группы 1–24), млн долл.	Северный Кавказ	23 349,2	75 840,3	105 979,9	89 473,1	120 718,1	187 402,1	210 630,5	143 746,0	150 779,5	324,8	277,7	71,6
	Россия	468 244,8	1 111 971	1 369 917	1 226 462	1 409 874	2 245 055	1 937 427	1 518 387	1 666 022	237,5	174,2	86,0
Доля СК в импорте продовольствия и с/х продуктов в России, %		5,0	6,8	7,7	7,3	8,6	8,3	10,9	9,5	9,1	136,0	160,3	83,5
Доля импорта продовольствия и с/х продукции в розничном обороте продовольственными товарами, %	Северный Кавказ	10,6	11,0	13,0	9,8	11,8	16,2	16,0	10,4	10,3	103,8	145,5	64,4
	Россия	14,6	13,9	15,0	12,3	12,7	18,1	14,5	11,0	11,5	95,2	104,3	79,3

Примечание: таблица составлена на основании данных «Регионы России. Социально-экономические показатели» ФСГС России за соответствующие годы.

Table 1  
The dynamics of gross agricultural products, exports and imports of food and agricultural raw materials, as well as retail turnover of food products in the North Caucasus between 2005–2017

Indicators/years	Territory	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2010 to 2005, %	2015 to 2010, %	2017 to 2015, %
GAP (Gross Agricultural Products), million rubles	North Caucasus	209 852	429 474	511 870	523 359	588 347	664 393	815 980	899 513	945 986	204.7	190.0	115.9
	Russia	1 380 961	2 587 751	3 261 695	3 339 159	3 687 075	4 319 050	5 164 877	5 505 755	5 758 572	187.4	199.6	111.5
Turnover of retail food products (in actual prices, million rubles)	North Caucasus	219 412.5	688 562.7	813 957.0	911 717.0	1 019 906.6	1 157 490.5	1 316 111.1	1 385 099.8	1 457 645.0	313.8	191.1	110.8
	Russia	3 218.0	8 008.3	9 104.3	9 961.4	11 132.4	12 387.4	13 405.6	13 756.5	14 429.6	248.9	167.4	107.6
NC-Russia ratio, %		6.8	8.6	8.9	9.2	9.2	9.3	9.8	10.1	10.1	126.5	114.0	103.1
Exports of food and agricultural raw materials (groups 1–24); million dollars USA	North Caucasus	13 235.9	32 089.3	47 446.7	58 847.9	66 494.3	153 359.1	137 641.2	127 798.5	143 902.1	242.4	428.9	104.5
	Russia	112 334.1	285 445.2	429 032.8	506 055.3	530 101.6	1 067 871	1 181 334	1 035 448	1 192 262	254.1	413.9	100.9
NC's share in food and food exports in Russia, %		11.8	11.2	11.1	11.6	12.5	14.4	11.7	12.3	12.1	94.9	104.5	103.4
Percentage of food and agricultural exports in UPS, %	North Caucasus	6.3	7.5	9.3	11.2	11.3	23.1	16.9	14.2	15.2	119.0	225.3	89.9
	Russia	8.1	11.0	13.2	15.2	14.4	24.7	22.9	18.8	20.7	135.8	208.2	90.4
Imports of food and agricultural raw materials (groups 1–24); mil. dol. US	North Caucasus	23 349.2	75 840.3	105 979.9	89 473.1	120 718.1	187 402.1	210 630.5	143 746.0	150 779.5	324.8	277.7	71.6
	Russia	468 244.8	1 111 971	1 369 917	1 226 462	1 409 874	2 245 055	1 937 427	1 518 387	1 666 022	237.5	174.2	86.0
NC's share in food imports and food in Russia, %		5.0	6.8	7.7	7.3	8.6	8.3	10.9	9.5	9.1	136.0	160.3	83.5
Percentage of food and agricultural imports in retail products, %	North Caucasus	10.6	11.0	13.0	9.8	11.8	16.2	16.0	10.4	10.3	103.8	145.5	64.4
	Russia	14.6	13.9	15.0	12.3	12.7	18.1	14.5	11.0	11.5	95.2	104.3	79.3

Note: the table is based on the data "Regions of Russia. Social and Economic Indicators" of the FSGS of Russia for the relevant years.

Другая особенность участия сельского хозяйства в формировании продовольственных ресурсов внутреннего рынка – экспорт и импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья. На этом фоне доля экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в валовой продукции сельского хозяйства по Северному Кавказу также росла. Причем, если сопоставить динамику обоих индикаторов, то обнаруживается сильная корреляция и асинхронность, т. е. рост доли экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья происходит на фоне снижения доли сельского хозяйства в розничной торговле продовольствием. Так, если в 2005 г. доля экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья в валовой продукции сельского хозяйства Северного Кавказа составила 6,3 %, то в 2017 г. она составляет уже 15,2 % (темп роста составил более 241 %). Аналогичная динамика (но с более высокого старта) наблюдается в целом по России. Правда, если в целом по России с 2010 по 2017 гг. происходит снижение роста, то на Северном Кавказе он продолжает расти. Таким образом, можно констатировать, что сельское хозяйство на Северном Кавказе развивает экспортный сегмент, старается экспортировать свою продукцию, вместо того, чтобы заполнять ею внутренний рынок.

Последняя особенность подтверждается, во-первых, ростом доли северокавказского экспорта сельхозпродукции в общероссийском экспорте сельхозпродукции (за период с 2005 по 2017 гг. эта доля выросла на 102,4 %, а за период 2010–2017 гг. – на 107,4 %, т. е. имеет место ускоренный рост экспорта продовольствия и сельхозсырья на Северном Кавказе. Причем эта доля оказывается лишь немного ниже доли валовой продукции сельского хозяйства, но с 2010 г. растет более высокими темпами, чем первая), а во-вторых, динамикой импорта и его долей в обеспечении продовольственных ресурсов. В среднем доля импорта продовольственных товаров и сельхозсырья в розничном обороте продовольственными товарами по Северному Кавказу составляет свыше 10 %, что выше, чем доля экспорта. Хотя за период с 2005 по 2017 гг. она снизилась на 2,8 %, но все еще остается достаточно высокой. В 2017 г. эта доля составляла 10,3 %. Кстати, в целом по России она была на 4–1,5 % выше, чем по Северному Кавказу, но и снижение по стране в целом составило 20,7 % при том, что доля импорта продовольствия и сельхозсырья на Северном Кавказе в общем объеме импорта продовольствия имеет тенденцию к росту. Начав в 2005 г. с 5,0 %, в 2017 г. она достигла 9,1 %. (Следует иметь в виду, что в 2015 г. эта доля составляла 10,9 %.) На основании чего можно утверждать, что на Северном Кавказе импорт продовольственных товаров и сельхозсырья растет более высокими темпами, чем в целом по России, а главное – его доля по отношению к розничному обороту продовольственными товарами, оказывается выше, чем экспорта. По-видимому, такое положение не может не сказываться на внутреннем (северокавказском) продовольственном рынке, а через него также и на местном сельском хозяйстве.

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

Обобщая данный аспект функционирования макрорегионального сельского хозяйства, можно констатировать,

во-первых, повышение участия сельского хозяйства в формировании продовольственных ресурсов местного и странового продовольственного рынка, во-вторых, активное развитие экспортного сектора в макрорегиональном сельском хозяйстве, в-третьих, высокую (и растущую) долю импорта продовольствия и сельхозсырья внутри макрорегиона. Правда, при этом нельзя говорить о том, что внутренний агропродовольственный рынок Северного Кавказа становится зависящим от импортного продовольствия, но то, что в сельском хозяйстве макрорегиона идет активное формирование экспортного сегмента (и даже сектора), указывает статистика. По крайней мере, расширение посевных площадей под экспортноориентированными культурами, а также наращивание производства этих товаров указывает на наличие такой тенденции, которая составляет важное направление в экспортноориентированной стратегии.

Объем экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в целом по Северному Кавказу в 2017 г. по сравнению с 2010 г. вырос почти в 4,5 раза. Основным экспортером продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе выступает Краснодарский край, на долю которого приходится свыше 80 % экспорта. Но за период с 2010 по 2017 гг. темпы роста экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в нем выросли только в 4,3 раза, т. е. были ниже, чем в целом по Северному Кавказу. Наибольший рост показали Адыгея (более чем в 13 раз), Кабардино-Балкария (в 9,5 раза), Северная Осетия (в 6,4 раза) и Ставропольский край (в 6,1 раза). Однако в силу того, что указанные регионы (за исключением Ставропольского края) имели низкий удельный вес в общекавказском экспорте продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья (около 1 %), значимость роста в них оказывало влияние лишь на отдельные аспекты, но не траекторию экспорта в целом.

Прежде всего, следует отметить высокий уровень корреляции экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе в целом и его регионах. Причем если в целом коэффициент корреляции между экспортом и валовой продукцией сельского хозяйства составил 0,863, то в Краснодарском крае (имеющим наибольшие и экспорт, и валовую продукцию сельского хозяйства среди территорий Северного Кавказа) она составила 0,823, а в Ставропольском крае (втором по показателям) – 0,848. Но самый высокий уровень наблюдается в Кабардино-Балкарии (четвертой территории Северного Кавказа) – 0,938.

Правда, наибольшую корреляцию экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе (в целом и по территориям) проявлял с оборотом розничной торговли пищевыми продуктами, включая напитки, табачные изделия (0,909). В Краснодарском крае этот коэффициент составил 0,905, в Ставропольском крае – 0,862. А наивысший опять же в Кабардино-Балкарии – 0,958.

Что касается корреляции экспорта продовольствия и сельхозсырья с импортом, то в целом по Северному Кавказу она составила 0,895, по Краснодарскому краю – 0,899,



Ставропольскому – 0,747, Кабардино-Балкарии – 0,342, а Северной Осетии-Алания, Карачаево-Черкесии и Калмыкии имела отрицательное значение.

Таким образом, если обобщить приведенные данные (таблица 2), то оказывается, что экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе и его территориях в наибольшей мере зависит от розничной торговли пищевыми продуктами (включая напитки и табак), а затем от валовой продукции сельского хозяйства. Интерпретировать последнее можно таким образом, что экспорт пищевых продуктов и сельхозсырья на Северном Кавказе и его территориях формируется после того, как происходит насыщение внутреннего рынка, т. е. удовлетворен спрос внутреннего потребителя. Экспорт, таким образом, выступает как остаток после собственного потребления. Но эта закономерность проявляла себя не на всех территориях Северного Кавказа. В частности, в Чечне, Адыгее и Калмыкии сила связи экспорта с валовой продукцией сельского хозяйства оказалась выше, чем с оборотом розничной торговли пищевыми продуктами (0,958 против 0,828, 0,855 против 0,786, 0,723 против

0,577). Во-вторых, экспортируется в большей мере готовая продукция, а не сельскохозяйственное сырье. Поэтому он в большей мере зависит от розничного оборота, чем от валовой продукции сельского хозяйства.

Высокая корреляция экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья с импортом как в целом по Северному Кавказу, так и в его территориях требует исследования аспекта, связанного с импортом (таблица 3).

Расчеты показывают, что на Северном Кавказе в целом импорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья наиболее сильно коррелировал с экспортом аналогичных товаров (0,895). На втором месте находилась корреляция с оборотом розничной торговлей продовольственными товарами (0,758) и только на третьем месте валовая продукция сельского хозяйства (0,705). Что касается территориальных особенностей, то в Краснодарском, Ставропольском краях ситуация повторит общекавказскую. В Кабардино-Балкарии, Ингушетии доминирующее положение занимает валовая продукция сельского хозяйства, хотя со вторым местом указанные территории имеют

Таблица 2  
Значения коэффициента корреляции между экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья и некоторыми показателями развития территорий Северного Кавказа за период 2010–2017 гг.

Территория	Валовой продукцией сельского хозяйства	Оборотом розничной торговли пищевыми продуктами, включая напитки, табачные изделия	Импортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья
Краснодарский край	0,823	0,905	0,899
Ставропольский край	0,848	0,862	0,747
Дагестан	0,660	0,697	0,352
Северная Осетия-Алания	0,573	0,823	-0,206
Карачаево-Черкесия	0,169	0,508	-0,498
Кабардино-Балкария	0,938	0,958	0,342
Адыгея	0,855	0,786	0,059
Чечня	0,952	0,828	0,539
Калмыкия	0,723	0,577	-0,683
Ингушетия	0,400	0,543	0,727

Примечание: таблица составлена на основании данных «Регионы России. Социально-экономические показатели» ФСГС России за соответствующие годы.

Table 2  
The correlation ratio between food exports and agricultural raw materials and some indicators of the development of the Territories of the North Caucasus for the period 2010–2017

Territory	Gross agricultural production	Retail turnover of food products, including beverages, tobacco products	Imports of food and agricultural raw materials
Krasnodar region	0.823	0.905	0.899
Stavropol region	0.848	0.862	0.747
Dagestan	0.660	0.697	0.352
North Ossetia-Alania	0.573	0.823	-0.206
Karachay-Cherkessia	0.169	0.508	-0.498
Kabardino-Balkaria	0.938	0.958	0.342
Adygea	0.855	0.786	0.059
Chechnya	0.952	0.828	0.539
Kalmykia	0.723	0.577	-0.683
Ingushetia	0.400	0.543	0.727

Note: the table is based on the data "Regions of Russia. Social and Economic Indicators" of the FSGS of Russia for the relevant years.

различия: в Кабардино-Балкарской Республике вторым фактором выступает оборот розничной торговли пищевыми продуктами, в Ингушетии – экспорт. В Чечне доминирующим выступает оборот розничной торговли пищевыми продуктами и валовая продукция сельского хозяйства. На остальных территориях Северного Кавказа наблюдается отрицательная корреляция импорта продовольствия и сельхозсырья с валовой продукцией сельского хозяйства, розничным оборотом пищевыми продуктами и экспортом аналогичной продукции.

Обобщая данный аспект развития сельского хозяйства макрорегиона и его агропродовольственного рынка, можно отметить, во-первых, доминирующее положение экспорта продовольствия над импортом, во-вторых, важное значение имеет насыщенность розничной торговли продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем и лишь на третьем месте находится по влиянию на импорт валовая продукция сельского хозяйства.

Но вот что интересно в территориальном разрезе: доля территории в экспорте продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья непропорциональна доле терри-

тории в валовой продукции сельского хозяйства, обороте розничной торговли пищевыми продуктами, включая напитки, табачные изделия, импорте (см. таблицу 4).

Например, тот же Ставропольский край, валовая продукция которого составила за период 2010–2017 гг. в среднем 47,7 %, а оборот розничной торговли пищевыми продуктами, включая напитки, табачные изделия 44,1 % к аналогичным показателям Краснодарского края, в экспорте продовольственных товаров и сельскохозяйственном сырье занимает всего лишь 15,5 %, т. е. в три раза меньше, чем его сосед Краснодарский край. Еще более рельефна ситуация в Дагестане. Например, валовая продукция сельского хозяйства Дагестана превосходит аналогичный показатель Северной Осетии более чем в три раза, а оборот розничной торговли пищевыми продуктами (включая напитки, табачные изделия) – более чем в пять раз, но в экспорте продовольственных товаров и сельскохозяйственном сырье чуть более чем в 1,2 раза. Аналогичная ситуация и по другим территориям Северного Кавказа. Таким образом, высокая корреляция экспорта с валовой продукцией сельского хозяйства, оборотов розничной тор-

Таблица 3  
Значения коэффициента корреляции между импортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья и некоторыми показателями развития территорий Северного Кавказа за период 2010–2017 гг.

Территория	Валовой продукцией сельского хозяйства	Оборотом розничной торговли пищевыми продуктами, включая напитки, табачные изделия	Экспортом продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья
Краснодарский край	0,753	0,814	0,899
Ставропольский край	0,412	0,664	0,747
Дагестан	-0,123	-0,181	0,352
Северная Осетия-Алания	-0,258	-0,346	-0,206
Карачаево-Черкесия	-0,360	-0,472	-0,498
Кабардино-Балкария	0,374	0,329	0,342
Адыгея	0,040	-0,242	0,059
Чечня	0,579	0,687	0,539
Калмыкия	-0,843	-0,776	-0,683
Ингушетия	0,822	0,802	0,727

Примечание: таблица составлена на основании данных «Регионы России. Социально-экономические показатели» ФСГС России за соответствующие годы.

Table 3  
The correlation ratio between imports of food products and agricultural raw materials and some indicators of the development of the Territories of the North Caucasus for the period 2010–2017

Territory	Gross agricultural production	Retail turnover of food products, including beverages, tobacco products	Exports of food and agricultural raw materials
Krasnodar region	0.753	0.814	0.899
Stavropol region	0.412	0.664	0.747
Dagestan	-0.123	-0.181	0.352
North Ossetia-Alania	-0.258	-0.346	-0.206
Karachay-Cherkessia	-0.360	-0.472	-0.498
Kabardino-Balkaria	0.374	0.329	0.342
Adygea	0.040	-0.242	0.059
Chechnya	0.579	0.687	0.539
Kalmykia	-0.843	-0.776	-0.683
Ingushetia	0.822	0.802	0.727

Note: the table is based on the data "Regions of Russia. Social and Economic Indicators" of the FSGS of Russia for the relevant years.

говли пищевыми продуктами и т. д. не обеспечивает столь же высокую долю его в общем объеме экспорта макро-региона. По-видимому, объем и динамика экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья территории (как очевидно, макрорегиона, а также страны в целом) не определяется высокими показателями производства продукции сельского хозяйства или же оборотом розничной торговли пищевыми продуктами. Может быть и то и другое (как, например, у Ставропольского края и Республики Дагестан), а экспорт продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья может оказаться достаточно низким, т. е. не соответствующим производственному потенциалу территории. Поэтому нельзя переносить пропорции, например, в валовой продукции сельского хозяйства или обороте розничной торговли пищевыми продуктами на экспорт продовольственными товарами и сельскохозяйственным сырьем.

Наряду с описанными особенностями экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья наблюдается еще ряд других. Одна связана с продуктовой особенностью и выражает доминирование в экспорте зерна, свинины, масла растительного и некоторых других видов продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Другая свя-

зана с территориальной и выражает своеобразный «приморский крен» в объеме экспортных потоков на Северном Кавказе. Данная особенность подтверждает страновую: в целом по стране приморские территории (Калининградская, Ленинградская, Архангельская, Мурманская области на северо-западе страны, Приморский край, Камчатка, Сахалин и т. д. на Дальнем Востоке) оказываются предпочтительными в экспортных потоках продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Но это при условии неразвитости железнодорожных и воздушных путей, т. к., например, такие территории, как Москва, Новгородская, Псковская и т. д. в западной части страны, а также Приволжские и Южноуральские территории, имеющие неплохое железнодорожное сообщение, также выступают экспортоориентированными территориальными комплексами страны.

В 2017 г. объем экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе составил 143,9 млрд руб., что составляет чуть более 12,1 % от общего объема экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья России. Имеет место ежегодная тенденция роста. Доля экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья в валовой продукции сельского хозяйства Северного Кавказа составляет 15,2 %, тогда как по России

Таблица 4

**Удельный вес территорий Северного Кавказа в показателях к Краснодарскому краю в среднем за период 2010–2017 гг.**

Территория	В валовой продукции сельского хозяйства	В обороте розничной торговли пищевыми продуктами, включая напитки, табачные изделия	В экспорте продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья	В импорте продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья
Ставропольский край	47,7	44,1	15,5	4,2
Дагестан	27,7	54,3	1,1	11,1
Кабардино-Балкария	11,8	10,1	0,6	0,5
Северная Осетия-Алания	8,3	9,4	0,7	1,1
Карачаево-Черкесия	8,2	3,6	0,3	0,1
Калмыкия	6,3	2,0	0,0	0,1
Адыгея	5,6	4,0	0,5	0,5
Чечня	5,5	11,6	0,0	0,1
Ингушетия	1,8	1,2	0,0	0,0

Примечание: таблица составлена на основании данных «Регионы России. Социально-экономические показатели» ФСГС России за соответствующие годы.

Table 4

**The share of the territories of the North Caucasus in terms of the Краснодар region on average for the period 2010–2017**

Territory	Gross agricultural production	Retail turnover of food products, including beverages, tobacco products	Exports of food and agricultural raw materials	Imports of food and agricultural raw materials
Stavropol region	47.7	44.1	15.5	4.2
Dagestan	27.7	54.3	1.1	11.1
North Ossetia-Alania	11.8	10.1	0.6	0.5
Karachay-Cherkessia	8.3	9.4	0.7	1.1
Kabardino-Balkaria	8.2	3.6	0.3	0.1
Adygea	6.3	2.0	0.0	0.1
Chechnya	5.6	4.0	0.5	0.5
Kalmykia	5.5	11.6	0.0	0.1
Ingushetia	1.8	1.2	0.0	0.0

Note: the table is based on the data "Regions of Russia. Social and Economic Indicators" of the FSGS of Russia for the relevant years.

в целом 20,7 %. По отношению к импорту объем экспорта составляет чуть более 95 % (кстати, по России в целом – около 72 %). Таким образом, макрорегион является нетто-импортером продовольствия и сельскохозяйственного сырья. Распределение экспорта по территории Северного Кавказа крайне неравномерно. Достаточно сказать, что почти 85 % всего экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе приходится на Краснодарский край. Чуть более 12,5 % приходится на Ставропольский край. Таким образом, почти весь экспорт продовольствия и сельскохозяйственного сырья на Северном Кавказе сосредоточен в двух субъектах – Краснодарском и Ставропольском краях, из которых львиная доля приходится на Краснодарский край.

Общепризнанная закономерность – объем экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья пропорционален валовой продукции сельского хозяйства: чем больше сельское хозяйство, тем больше объем экспорта сельскохозяйственной продукции, на Северном Кавказе в новом десятилетии нарушается. В частности, сопоставление валовой продукции сельского хозяйства Северного Кавказа с экспортом сельскохозяйственной продукции указывает на отсутствие прямой пропорции. Расчеты показали, что соотношение по ВПСХ между регионами оказывается меньше, чем соотношение по экспорту сельскохозяйственной продукции. Динамика экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья в целом по Северному Кавказу сильнее зависела от розничного оборота продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья, чем от валовой продукции сельского хозяйства. Причем эта зависимость подтверждается также и по большинству территорий Северного Кавказа. В то же время следует указать на то, что соотношение по ВПСХ, экспорту, импорту и розничному обороту продовольственных товаров у территорий оказывается различной. Такое положение, на наш взгляд, означает, что территории могут наращивать экспорт сельскохозяйственного сырья и импорт его независимо от роста ВПСХ. Нарушение (или отклонения) пропорций, на наш взгляд, объясняется, во-первых, структурой продукции сельского хозяйства территории, во-вторых, наличием экспортоорганизующих коммуникаций. Например, Краснодарский край по объему экспорта в среднем за период 2010–2017 гг. превосходил Ставропольский край в 6,4 раза, а по валовой продукции сельского хозяйства – только в 2,1 раза. При этом обе территории имеют близкую товарную структуру валовой продукции сельского хозяйства. Да и продуктовая структура экспорта не слишком различается. Поэтому говорить, что решающее

значение в пропорциях экспорта продовольственных товаров и сельскохозяйственного сырья формируется валовой продукцией сельского хозяйства, а также экспорт (оборот розничной торговли пищевыми продуктами и т. п.) имеет продуктовую структуру, по-видимому, не совсем справедливо. Продуктовая структура, безусловно, играет важное значение в формировании объема экспорта, и это видно на примере Республики Калмыкия и Краснодарского края (или же Адыгеи, да и любой др. территории Северного Кавказа) вполне отчетливо, но не так, как если бы вместо Калмыкии принять, например, Чукотку, Камчатку, Сахалин. Северный Кавказ потому и составляет единый макрорегион с точки зрения сельского хозяйства, что природно-климатические, погодные и другие естественные условия во всех его территориях почти идентичны (безусловно, некоторая вариация допустима, но в тех пределах, которые не делают новую территорию абсолютно чуждой данному макрорегиону). Таким образом, отраслевая, подотраслевая и, наконец, продуктовая структура валовой продукции сельского хозяйства хотя и играют роль в формировании экспортных возможностей территории, но не являются определяющими по сравнению с наличием у территории экспортных коммуникаций. Краснодарский край потому и доминирует в экспорте продукции сельского хозяйства над остальными территориями Северного Кавказа, что у него имеются порты (например, тот же Новороссийский порт), через которые ведется экспорт/импорт, а у того же Ставропольского края такой логистики нет, т. е. экспортоориентированная логистика Ставропольского края и других территорий Северного Кавказа намного уступает Краснодарской. Кстати, слабая в целом экспортоориентированная логистика на Северном Кавказе (за исключением Краснодарского края) замедляет развитие экспортного потенциала местного сельского хозяйства, а через это развитие самого сельского хозяйства и смежных с ним отраслей региональных экономик. Поэтому формирование новых экспортоориентированных логистик в макрорегионе будет способствовать развитию и сельского хозяйства, и в целом экономик территорий Северного Кавказа. Для этого необходимо развивать скоростные железнодорожные и автомобильные магистрали с выходом на внешние (азиатские, европейские, арабо-мусульманские, американские) рынки сельскохозяйственной продукции и продовольствия. Не меньшую значимость приобретает развитие воздушных и водных магистралей, способных поддержать и ускорить экспортоориентированный сегмент в сельском хозяйстве макрорегиона.

#### Библиографический список

1. Аганбегян А. Г. Сельское хозяйство – локомотив социально-экономического роста России // ЭКО. 2017. № 5. С. 5–22.
2. Сельское хозяйство – драйвер Российской экономики (для обсуждения и выработки решений) [Электронный ресурс]. – СПб.: Экспофорум, 2016. 318 с. URL: [https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis\\_Agrorus\\_24082016\\_WEB.pdf](https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis_Agrorus_24082016_WEB.pdf).
3. Коршунов В. В., Матвеева А. С. Увеличение продукции сельского хозяйства вместо дележа ресурсов // ЭКО. 2017. № 3. С. 78–89.
4. Сельское хозяйство как драйвер роста российской экономики. [Электронный ресурс] // ВВП – Валовой внутренний продукт. Российское федеральное издание. URL: [https://xn--b1aa3b.xn--p1ai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoy-ekonomiki.html?sphrase\\_id=622336](https://xn--b1aa3b.xn--p1ai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoy-ekonomiki.html?sphrase_id=622336).
4. Крылов П. М. Экономическая география России: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2016. 334 с.



5. Вебер А. О теории размещении промышленности. Л.; М. 1926. 224 с.
6. Лёш А. Пространственная организация хозяйства / Под ред. академика А. Г. Гранберга. М. : Наука, 2007. 663 с.
7. Тюнен И. Изолированное государство. М. : Экономическая жизнь, 1926. 326 с.
8. Донник И. М., Воронин Б. А., Лоретц О. Г. Импортозамещение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: состояние, задачи // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 3. С. 54–59.
9. Апокин А., Гнидченко А., Сабельникова Е. Потенциал импортозамещения и выгоды от экономической интеграции: дезагрегированные оценки // *Экономическая политика*. 2017. Т. 12. № 2. С. 44–71.
10. Кадочников П., Кнобель А., Ченцов А. Оценка масштабов импортозамещения России в 2014–2016 гг. // *Экономическая политика*. 2019. Т. 14. № 1. С. 8–33. DOI: 10.18288/1994-5124-2019-1-8-33.
11. Белова Т. Н. Процессы импортозамещения в агропродовольственной сфере // *Экономика региона*. 2019. Т. 15. Вып. 1. С. 285–297.
12. Спартак А. Н. Перестройка в российском экспорте // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2017. № 4. С. 3–13.
13. Кундиус В. А., Ковалева И. В. Оценка развития экспортной политики агропромышленного комплекса России // *Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ*. 2019. № 1. С. 25–34.
14. Ковалева И. В. Перспективы развития внешнеэкономической деятельности сельского хозяйства в условиях реализации экспортной политики АПК // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019. № 2. С. 77–81. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10576.
15. Булатов Д. Экспорт российского продовольствия: перспективы и возможности // *Пищевая промышленность*. 2016. № 11. С. 8–10.
16. Донник И., Воронина Б., Лоретц О., Кот Е., Воронина Я. Российский АПК – от импорта сельскохозяйственной продукции к экспортно-ориентированному развитию // *Аграрный вестник Урала*. 2017. № 03 (157). С. 59–66.
17. Олин Б. Межрегиональная и международная торговля. – М. : Дело, 2004. 416 с.
18. Josling T., Tangermann S. Transatlantic Food and Agricultural Trade Policy: 50 Years of Conflict and Convergence. Cheltenham, Edward Elgar, 2015. 320 p.
19. Frankl S. Geographical Indications and Mega-Regional Trade Agreements and Negotiations. Geographical Indication at the Crossroads of Trade, Development, and Culture. Focus on Asia-Pacific / Eds. I. Calboli, W. L. Ng-Loy. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 550 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781316711002>.
20. Шимко П. Д. Основы экономики. М. : КноРус, 2019. 296 с.
21. Эренберг А. Анализ и интерпретация статистических данных. М. : Финансы и статистика, 1982. 248 с.

#### Об авторах:

Бэла Амирхановна Кушхова<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика»,  
ORCID 0000-0001-6250-3701, AuthorID 788766, [bmarina78@mail.ru](mailto:bmarina78@mail.ru)

Залина Мухамедовна Иванова<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика»,  
ORCID 0000-0002-3218-9915, AuthorID 735581, [magda.808@list.ru](mailto:magda.808@list.ru)

Хадис Магомедович Таусолтанов<sup>1</sup>, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Экономика»,  
ORCID 0000-0002-7211-3026, AuthorID 419309, [rkhadis@yandex.ru](mailto:rkhadis@yandex.ru)

<sup>1</sup> Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, Нальчик, Россия

## State and prospects of the export potential of agriculture in the North Caucasus

B. A. Kushkhova<sup>1</sup>, Z. M. Ivanova<sup>1</sup>, Kh. M. Tausoltanov<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic

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

**Abstract.** Recently, agriculture has seen a slowdown in growth. The reason for the latter is seen in the peculiar saturation and increase of competition in the domestic market of agri-food products. In this situation, one of the areas and sources of stimulating the growth of agriculture is the development of exports, the search for new foreign markets. The aim is to empirically test the hypothesis of agricultural exports as a factor in the growth of agriculture and the regional economy with the dominant agri-food sector, and to formulate the directions and tools of raising export capacity in agriculture in the North Caucasus. The empirical basis for verification of the provisions is the data of official statistics, systematized in the collections of Rosstat from 2005 to 2017, as well as the sample data of the authors. *The methodical basis* is a set of statistical, economic and mathematical and descriptive methods that provide analysis of empirical (statistical) data, identification of dynamic and structural trends in agricultural exports to agricultural products North Caucasus and the wording of proposals to ensure efficient use of export po-

tential in agriculture of North Caucasus entities. The article explores the state, dynamic and structural trends in the export and import of food products and agricultural raw materials in the North Caucasus. *The novelty of the results:* (a) the dependence of agricultural exports on the volume of gross agricultural products, as well as the retail turnover of food products and imports, has been identified, formalized and quantified; (b) The wording of the conclusion on the stimulating role of exports and imports of food and agricultural raw materials on the dynamics of the gross agricultural output of the macro-region, while achieving the limit by other factors (Manufacturing and consumer) growth; (c) proposals to increase the volume and efficiency of food exports and agricultural raw materials in the North Caucasus. The results are new both on the object of the study (agriculture of the North Caucasus) and on the statistics used. In some cases, they confirm previous results of other authors, in others represent new trends in the development of macro and regional agriculture.

**Keywords:** North Caucasus, agriculture, export, import of food and agricultural raw materials.

**For citation:** Kushkhova B. A., Ivanova Z. M., Tausoltanov Kh. M. Sostoyaniye i perspektivy eksportnogo potentsiala sel'skogo khozyaystva Severnogo Kavkaza [State and prospects of the export potential of agriculture in the North Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 80–91. DOI: 10.32417/article\_5dcd861ea87111.98018774. (In Russian.)

**Paper submitted:** 27.08.2019.

### References

1. Aganbegyan A. G. Sel'skoye khozyaystvo – lokomotiv sotsial'no-ekonomicheskogo rosta Rossii [Agriculture is the engine of social and economic growth in Russia] // EKO. 2017. No. 5. Pp. 5–22.
2. Sel'skoye khozyaystvo – drayver Rossiyskoy ekonomiki (dlya obsuzhdeniya i vyrabotki resheniy) [Agriculture is the driver of the Russian economy (for discussion and decision-making)] [e-resource]. Saint Petersburg: Ekspoforum, 2016. 318 s. URL: [https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis\\_Agrorus\\_24082016\\_WEB.pdf](https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis_Agrorus_24082016_WEB.pdf).
3. Korsh-chnov V. V., Matveyeva A. S. Uvelicheniye produktsii sel'skogo khozyaystva vmesto delezha resursov [Increase in agricultural production instead of resource sharing] // EKO. 2017. No. 3. Pp. 78–89.
4. Sel'skoye khozyaystvo kak drayver rosta rossiyskoy ekonomiki [Agriculture as a driver of growth of the Russian economy] [e-resource] // VVP – Valovoy vnutrenniy produkt. Rossiyskoye federal'noye izdaniye. URL: [https://xn--b1aa3b.xn--p1ai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoy-ekonomiki.html?sphrase\\_id=622336](https://xn--b1aa3b.xn--p1ai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoy-ekonomiki.html?sphrase_id=622336).
5. Krylov P. M. Ekonomicheskaya geografiya Rossii: uchebnoye posobiye [Economic geography of Russia: textbook]. Rostov on Don: Feniks, 2016. 334 p.
6. Veber A. O teorii razmeshchenii promyshlennosti [About theory of the location of industry]. Leningrad ; Moscow, 1926. 224 p.
7. Lyosh A. Prostranstvennaya organizatsiya khozyaystva [Spatial organization of the economy] / Under the editorship of A. G. Granberg. Moscow : Nauka, 2007. 663 p.
8. Tyunen I. Izolirovannoye gosudarstvo [The Isolated state]. Moscow : Ekonomicheskaya zhizn', 1926. 326 p.
9. Donnik I. M., Voronin B. A., Loretts O. G. Importozameshcheniye sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya: sostoyaniye, zadachi [Import substitution of agricultural production, raw materials and food: status, tasks] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 3. Pp. 54–59.
10. Apokin A., Gnidchenko A., Sabel'nikova E. Potentsial importozameshcheniya i vygody ot ekonomicheskoy integratsii: dezagregirovannyye otsenki [The potential for import substitution and benefits of economic integration: a disaggregated assessment] // Ekonomicheskaya politika. 2017. T. 12. No. 2. Pp. 44–71.
11. Kadochnikov P., Knobel' A., Chencov A. Otsenka masshtabov importozameshcheniya Rossii v 2014–2016 gg. [Assessment of the scale of import substitution in Russia in 2014–2016] // Economic Policy. 2019. T. 14. No. 1. Pp. 8–33. DOI: 10.18288/1994-5124-2019-1-8-33.
12. Belova T. N. Protsessy importozameshcheniya v agroprodovol'stvennoy sfere [The Processes of Import Substitution in the Agro-Food] // Economic Policy. 2019. T. 15. Vol. 1. Pp. 285–297.
13. Spartak A. N. Perestroyka v rossiyskom eksporte [Prospects for Russia's export expansion and its state support] // Russian Foreign Economic Journal. 2016. No. 5. Pp. 3–15.
14. Kundius V. A., Kovaleva I. V. Otsenka razvitiya eksportnoy politiki agropromyshlennogo kompleksa Rossii [Evaluation of the export development policy of agro-industrial complex of Russia] // Social'no-ekonomicheskij i gumanitarnij gurnal Krasnoyarskogo GAU. 2019. No. 1. Pp. 25–34.
15. Kovaleva I. V. Perspektivy razvitiya vneshneekonomicheskoy deyatelnosti sel'skogo khozyaystva v usloviyakh realizatsii eksportnoy politiki APK [The perspective development in the agriculture of condition export policy agro-industrial complex] // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2019. No. 2. Pp. 77–81. DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10576.
16. Bulatov D. Eksport rossiyskogo prodovol'stviya: perspektivy i vozmozhnosti [The export of Russian food: prospects and opportunities] // Food Industry. 2016. No. 11. Pp. 8–10.

17. Donnik I., Voronin B., Loretts O., Kot E., Voronina Ya. Rossiyskiy APK – ot importa sel'skokhozyaystvennoy produktsii k eksportno-oriyentirovannomu razvitiyu [Russian agrarian and industrial complex – from import of agricultural production to the export-oriented development] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 03 (157). Pp. 59–66.
18. Olin B. Mezhhregional'naya i mezhdunarodnaya torgovlya [Interregional and international trade]. Moscow : Delo. 2004. 416 p.
19. Josling T., Tangermann S. Transatlantic Food and Agricultural Trade Policy: 50 Years of Conflict and Convergence. Cheltenham, Edward Elgar, 2015. 320 p.
20. Frankl S. Geographical Indications and Mega-Regional Trade Agreements and Negotiations. Geographical Indication at the Crossroads of Trade, Development, and Culture. Focus on Asia-Pacific / Eds. I. Calboli, W. L. Ng-Loy. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 550 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781316711002>.
21. Shimko P. D. Osnovy ekonomiki [Fundamentals of Economics]: KnoRus, 2019. 296 p.
22. Erenberg A. Analiz i interpretatsiya statisticheskikh dannykh [Analysis and interpretation of statistical data]. Moscow: Finansy i statistika, 1982. 248 p.

**Authors' information:**

Bela A. Kushkhova<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department "Economics", ORCID 0000-0001-6250-3701, AuthorID 788766, [bmarina78@mail.ru](mailto:bmarina78@mail.ru)

Zalina M. Ivanova<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department "Economics", ORCID 0000-0002-3218-9915, AuthorID 735581, [magda.808@list.ru](mailto:magda.808@list.ru)

Khadis M. Tausoltanov<sup>1</sup>, doctor of economics, professor, professor of the department "Economics", ORCID 0000-0002-7211-3026, AuthorID 419309, [rkhadis@yandex.ru](mailto:rkhadis@yandex.ru)

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, Nalchik, Kabardino-Balkarian Republic

## Форсайт как инструмент стратегического планирования и прогнозирования устойчивого развития сельских территорий

Е. В. Стомба<sup>1</sup>✉, М. Т. Лукьянова<sup>2</sup>, В. А. Ковшов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Башкирский государственный университет (Бирский филиал), Бирск, Россия

<sup>2</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

✉ E-mail: stovba2005@rambler.ru

**Аннотация.** В статье актуализируется необходимость использования форсайт-технологий при разработке стратегических планов устойчивого развития сельских муниципалитетов на уровне субъектов Российской Федерации. Показано, что современная методология проведения форсайт-исследований является достаточно гибкой и многоаспектной, имеет широкое целевое применение на различных иерархических уровнях управления. **Цель** исследования заключается в обосновании необходимости использования методологии форсайта при стратегическом планировании и прогнозировании развития сельских территорий. В ходе исследования использовались следующие **методы**: стратегическое планирование и прогнозирование, форсайт-технологии (экспертный опрос и экспертные оценки), сравнительный анализ. **Научная новизна** исследования определяется формированием комплекса практических рекомендаций по использованию инструментария форсайта на муниципальном уровне управления в сельской местности. Использование системного подхода в сочетании с форсайт-технологиями позволяет разрабатывать стратегические планы развития сельских территорий с позиций перспективного улучшения их экономической и социальной составляющей. Представлен краткий анализ современного состояния и развития форсайт-исследований в Российской Федерации. Резюмируется, что в современных условиях развития сельских территорий необходима разработка стратегических программ и антикризисных мероприятий, которые должны ориентироваться на применении форсайт-технологий. Показано, что характерными особенностями сельского муниципального форсайта является, с одной стороны, обязательная взаимосвязка стратегических приоритетов развития сельских территорий в долгосрочной перспективе и, с другой стороны, необходимость достижения заинтересованности ключевых акторов регионального развития. **Результаты исследования:** сформированы алгоритм стратегического планирования устойчивого развития сельских территорий региона на основе форсайт-технологий и механизм его реализации на муниципальном уровне; выделены стратегические цели и приоритетные направления устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан в субрегиональном разрезе. На основе форсайт-анализа осуществлено трехуровневое брендирование агропродовольственной продукции, производимой в регионе, и определены бренды в пределах рассматриваемых сельских муниципальных образований. Делается вывод, что форсайт-технологии должны использоваться как системный инструмент формирования и реализации стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан.

**Ключевые слова:** форсайт, форсайт-технологии, стратегическое планирование, устойчивое развитие, сельские территории, брендирование.

**Для цитирования:** Стомба Е. В., Лукьянова М. Т., Ковшов В. А. Форсайт как инструмент стратегического планирования и прогнозирования устойчивого развития сельских территорий // Аграрный вестник Урала. 2019. № 11 (190). С. 92–100. DOI: 10.32417/article\_5dcd861eb7f0a4.35513022.

**Дата поступления статьи:** 14.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

В Концепции устойчивого развития сельских территорий РФ на период до 2020 г. стратегическим приоритетом определяется эффективное использование потенциала функционирования всей совокупности сельских населенных пунктов и отражена необходимость составления региональных и муниципальных программных документов, которые учитывают специфические особенности устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации [9, с. 23–27].

Реализация Стратегии устойчивого развития сельских территорий РФ на период до 2030 г. обуславливает в научном отношении обобщение и уточнение методических подходов по стратегическому планированию устойчивого развития сельских территорий [13, с. 18]. Законодательные инициативы по устойчивому развитию сельской местности, сформированные и принятые на федеральном уровне управления, необходимо дополнить региональными и муниципальными стратегическими программами, которые будут направлены на улучшение условий жизне-



обеспечения населения сельских территорий [7, с. 12; 10, с. 95; 14, с. 94].

Проблематика устойчивого развития сельских территорий определяется многогранностью и динамичностью разных научных подходов по ее решению [3, с. 92; 8, с. 357; 12, с. 59]. По нашему мнению, новая парадигма устойчивого развития сельских территорий должна основываться на такой концепции, которая бы широко использовала системный подход и форсайт-технологии. Применение форсайта помогает оценить развитие сельской местности с позиций перспективного улучшения развития экономической и социальной составляющей сельских территорий.

Необходимо констатировать, что сегодня отмечается усиленный интерес научной общественности к использованию методологии форсайта при стратегическом планировании и прогнозировании устойчивого развития сельской местности [15, с. 726; 17, с. 171]. В отличие от классических методов планирования, которые в основном ориентируются на «угадывание», результатом форсайт-исследований является карта будущего, которая визуализирует социально-экономическое пространство сельских территорий и позволяет рассматривать альтернативные способы достижения желаемого результата [16, с. 668; 18, с. 559].

В нашей стране форсайт является относительно новым явлением. Практика проведения форсайта в Российской Федерации получила распространение с середины первого десятилетия XXI в. Характерной особенностью российского форсайта является то, что он уделяет большое внимание онтологическим вопросам развития исследуемых объектов. В качестве успешных примеров форсайт-исследований на федеральном уровне можно назвать следующие форсайт-проекты: «Промышленно-энергетический форсайт до 2025 г.» (Министерство промышленности и энергетики), «Форсайт-проект развития экономики, промышленности и общества России в целом» (Курчатовский научный центр), форсайт-проект создания «дорожных карт» (корпорация ГК «РоснаноТех»), проект «Долгосрочный технологический прогноз. Российский IT-Foresight» (Министерство информационных технологий и связей), «Технологический форсайт в сфере энергетики» (Центр «Атом-инновации»).

На базе Форсайт-центра ИСИЭЗ НИУ «Высшая школа экономики» создана институциональная среда формирования форсайта (проект «Форсайт гражданского общества»). Элементы форсайта также содержатся в «Прогнозе научно-технологического развития РФ на период до 2030 г.», «Концепции долгосрочного прогноза научно-технологического развития РФ до 2025 г.», проекте Метавер «Форсайт «Образование-2030» и в проекте университета Синергия «Форсайт-2050». На уровне регионов форсайт-проекты были сформированы в Иркутской и Саратовской областях, в Пермском и Красноярском краях и в ряде других субъектов РФ; в Республике Саха (Якутия) был организован предфорсайт. Также в настоящее время развиваются территориальные форсайты (Санкт-Петербург, Томск), конкурс форсайт-проектов «Школа-2020» (г. Пенза), екатеринбургский форсайт-проект «Детство-2030».

В Республике Башкортостан формирование форсайт-проекта в 2005 г. было связано, прежде всего, с выбором инновационных приоритетов и разработкой стратегии инновационного развития отраслей промышленности региона. Главными методами работы являлись критические технологии в сочетании со SWOT-анализом, формированием фокус-групп и опросом экспертов. В то же время при разработке данного форсайт-проекта исследователями не рассматривались ключевые социальные и культурные факторы развития республики, а также параметры, отражающие функционирование предприятий аграрного сектора, малого и среднего бизнеса, сферы здравоохранения и образования.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследования заключается в обосновании необходимости использования методологии форсайта при стратегическом планировании и прогнозировании развития сельских территорий.

В ходе исследования использовались следующие методы: стратегическое планирование и прогнозирование, форсайт-технологии (экспертный опрос и экспертные оценки), сравнительный анализ.

В настоящее время парадигма устойчивого развития сельских территорий нашей страны определяет рациональное использование природных ресурсов, повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности агроорганизаций, решение проблемы повышения занятости и существенный рост доходов населения [1, с. 7; 11, с. 4]. Фактическое состояние сельских территорий является индикатором развитости всего аграрного сектора Российской Федерации [5, с. 39; 19, с. 300]. Современные тренды развития российской экономики в условиях внешних вызовов актуализируют необходимость поиска новых драйверов и точек роста в сельской местности и предъявляют новые требования к системе стратегического управления конкурентоспособностью сельских территорий [2, с. 6; 4, с. 16; 6, с. 31].

#### Результаты (Results)

Авторская концепция стратегического планирования и прогнозирования устойчивого развития сельских территорий на основе форсайт-технологий включала проведение двух раундов и восьми этапов исследования (см. рис.).

Система сельских муниципальных образований Республики Башкортостан может рассматриваться как определенная модельная территория с научной точки зрения целесообразности применения форсайт-технологий для ее роста и устойчивого развития, набора сопряженных с этим процессом методических и практических проблем и достигнутых результатов. В рамках форсайт-исследования нами был проведен опрос экспертов (ученых, представителей общественности и агробизнеса) относительно перспектив устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан. Всего было сформировано три фокус-группы, численность каждой фокус-группы экспертов составляла 15–20 человек.

По результатам проведенного форсайт-исследования сформированы стратегические цели и приоритетные направления устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан в субрегиональном разрезе (см. таблицу).



Рис. Алгоритм стратегического планирования и прогнозирования устойчивого развития сельских территорий на основе форсайт-технологий

После проведения опросов экспертов и анализа результатов количественного исследования была создана «зона консенсуса» относительно перспектив устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан. В результате проведенного исследования сформирована методология проведения форсайта, в которой системный процесс «цель – задачи – состояние – альтернативные сценарии – стратегия устойчивого развития – исполнение» реализован по принципам подбора используемых специальных методов исследований и формирования экспертных фокус-групп.

При проведении форсайт-исследования особое внимание на основе экспертных предпочтений уделялось брендингованию производимой агропродовольственной продукции и выделению брендов в пределах рассматри-

ваемых сельских территорий. По результатам экспертного опроса необходимо выделить трехуровневое брендиование для сельских муниципальных образований Республики Башкортостан:

1. Региональные бренды и производство продуктов с географическими индикаторами: мультиотраслевые бренды «Продукт Башкортостана» и «Халяль», бренд продукции молочного комбината «Белебеевский» на рынке сыров, бренд «Край Курая» на рынке молока, бренд «Шихан», бренды наименования места происхождения товаров «Башкирский мед», «Башкирская лошадь» и «Башкирский кумыс», туристические бренды «Шульган-Таш», «Янган-Тау», «Терра Башкирия» и бальнеологического курорта «Красноусольский».

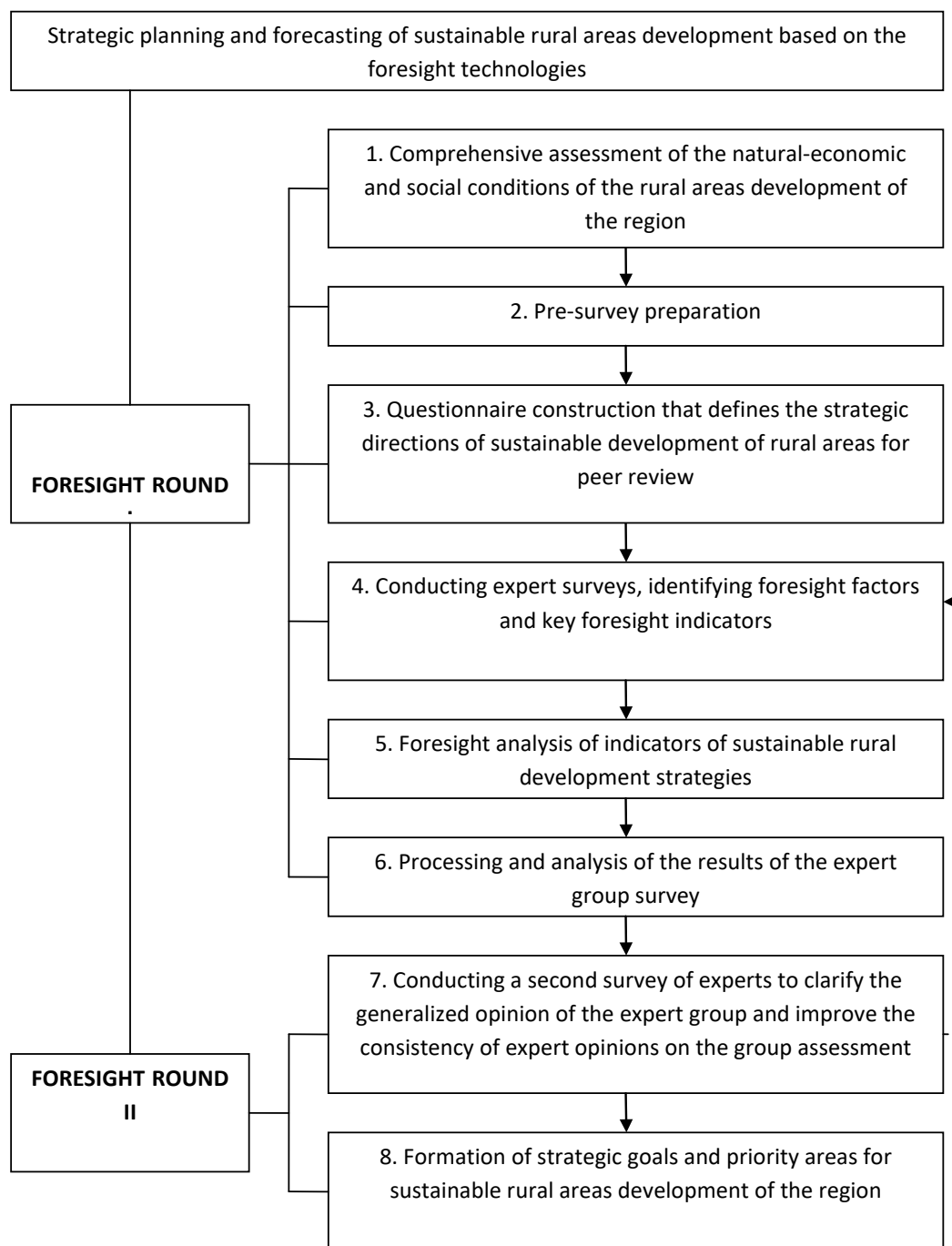


Fig. The algorithm of strategic planning and forecasting tool of sustainable rural areas development of based on foresight technologies

Вышеперечисленные бренды, по мнению экспертов, должны позиционироваться как национальные бренды и в перспективе могут позиционироваться как международные бренды. Продвижение этих брендов (брендинг) может осуществляться как за счет частных инвестиций, так и за счет республиканских государственных программ по брендингованию.

2. Субрегиональные и коллективные бренды, которые охватывают производителей агропродовольственной продукции в конкретных сельских территориях республики: бренд «Живое село», бренд экологически чистой продукции Северо-восточного субрегиона, бренд масличного кластера «НОРД» – масло Северного, Северо-Западного и Северо-Восточного субрегионов, бренды «Башкирский фермер» и «Турбаслинский бройлер».

Согласно экспертной оценке, продвижение данных брендов может осуществляться на территории как Республики Башкортостан, так и соседних регионов, а финансирование брендинга возможно за счет частных инвестиций и муниципальных (межмуниципальных) государственных программ.

3. Локальные (местные) бренды, продвижение которых ограничивается географической доступностью производимой продукции для потребителей: бренды «Бурзянский бортовой мед» и «Зеленый рай Башкортостана» (производство салатных культур), бренд продукции ММК «Месягутовский молочный комбинат», бренды «Белое облако», «Благо сыр», «Сава», «Аллат» и «Вкус мяса». В данном случае финансирование брендинга может осуществляться за счет частных инвестиций.

## Стратегические цели и приоритетные направления устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан в субрегиональном разрезе

Стратегические цели устойчивого развития	Приоритетные направления устойчивого развития
<b>Западный субрегион</b>	
Поддержка тенденций роста и использование имеющегося для этого потенциала по традиционным отраслям сельского хозяйства (специализация – молочно-мясное животноводство с развитым производством зерна и овощей)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие мясного и молочного животноводства;</li> <li>– рост доли высокомаржинальных культур, в том числе масличных сельскохозяйственных культур;</li> <li>– сохранение тенденций роста производства зерновых культур;</li> <li>– секторальное развитие овощеводства и плодово-ягодного производства.</li> </ul>
<b>Северо-западный субрегион</b>	
Развитие традиционных видов сельскохозяйственного производства (молочно-мясное животноводство с развитым производством масличных культур)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– расширение доступа сельскохозяйственных предприятий к рынкам сбыта;</li> <li>– использование резервов роста агропродовольственной продукции, которые связаны с благоприятными природно-климатическими условиями рассматриваемой группировки сельских территорий</li> </ul>
<b>Северо-восточный субрегион</b>	
Развитие производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции под коллективными субрегиональными брендами	<ul style="list-style-type: none"> <li>– субрегиональное брендинг для выхода на рынки соседних регионов;</li> <li>– создание условий и поддержка развития производства экологически чистой продукции;</li> <li>– развитие агротуризма;</li> <li>– использование имеющегося потенциала по увеличению производства меда, кумыса, мяса птицы</li> </ul>
<b>Северный субрегион</b>	
Повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства за счет усиления специализации субрегиона	<ul style="list-style-type: none"> <li>– увеличение объемов производства картофеля;</li> <li>– поддержка выращивания зерновых культур;</li> <li>– развитие свиноводства</li> </ul>
<b>Уральский субрегион</b>	
Развитие сельскохозяйственного производства в нишевых сегментах, прежде всего традиционных национальных отраслей АПК (коневодство, овцеводство и пчеловодство)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– поддержка и развитие коневодства;</li> <li>– развитие пчеловодства;</li> <li>– развитие и переработки сбора лекарственных трав;</li> <li>– развитие овцеводства под брендом «Халяль»</li> </ul>
<b>Центральный субрегион</b>	
Создание на территории субрегиона республиканского центра (точки роста) инновационного развития АПК	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сосредоточение стажировочных площадок, центров оценки компетенций и центров опережающей подготовки кадров для АПК;</li> <li>– рост производства сахарной свеклы;</li> <li>– сосредоточение переработки продукции и создание логистико-распределительной инфраструктуры;</li> <li>– создание промышленных агропарков</li> </ul>
<b>Южный субрегион</b>	
Ориентация на мясное и молочное животноводство с углублением переработки продукции	<ul style="list-style-type: none"> <li>– развитие сфер переработки сельскохозяйственной продукции;</li> <li>– развитие мясного животноводства, рост объемов производства молока</li> </ul>

Необходимо отметить, что первая выделенная группа брендов обеспечит развитие экспорта республиканской продукции и рост поставок в другие регионы Российской Федерации. Вторая сформированная группа брендов позволит развивать аграрное производство в конкретных сельских муниципальных образованиях региона. Третья группа брендов по мнению экспертов может повысить конкурентоспособность продукции местных малых и средних сельхозтоваропроизводителей на республиканском агропродовольственном рынке.

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

На наш взгляд, необходимо совершенствовать методологию форсайта для разработки стратегических программ устойчивого развития сельских территорий. Использование форсайта в практике стратегического планирования и

прогнозирования развития сельских территорий поможет вывести сельские муниципальные образования на качественно новый уровень социально-экономического развития.

Важно подчеркнуть, что использование форсайт-технологий даст возможность местным властям сформировать бренд, оценить потенциал и резервы сельских территорий с учетом уникальных черт, смоделировать их будущий образ и разработать практические мероприятия для достижения данного образа. С точки зрения имиджевой составляющей, благодаря стратегии устойчивого развития и просчитанному будущему, улучшится имидж сельских территорий, что, в свою очередь, непосредственно отразится на их инвестиционной привлекательности.



Table  
**Strategic goals and priorities for sustainable development of rural areas of the Republic of Bashkortostan in the sub-regional context**

<i>The strategic goal of sustainable development</i>	<i>Priority areas for sustainable development</i>
<b>Western sub-region</b>	
<i>Support growth trends and use of existing potential for this in traditional agricultural sectors (specializing in dairy and meat cattle with developed production of grain and vegetables)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– development of meat and dairy cattle breeding;</li> <li>– increase in the share of high-marginal crops, including oilseeds;</li> <li>– preservation of growth trends in the production of grain crops;</li> <li>– sectoral development of vegetable and fruit production</li> </ul>
<b>Northwestern sub-region</b>	
<i>Development of traditional types of agricultural production (dairy and beef cattle breeding with a developed production of oilseeds)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– expansion of access of agricultural enterprises to sales markets;</li> <li>– active use of growth reserves of agricultural products associated with the favorable climatic conditions of consider groupings of rural areas</li> </ul>
<b>Northeastern sub-region</b>	
<i>Production of ecologically clean agricultural products development under collective subregional brands</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– subregional branding to enter the markets of neighboring regions;</li> <li>– creating conditions and supporting the development of the production of environmentally friendly products;</li> <li>– development of agritourism;</li> <li>– use of existing potential to increase the production of honey, koumiss, poultry meat</li> </ul>
<b>Northern sub-region</b>	
<i>Improving the economic efficiency of agricultural production by increasing the specialization of the sub-region</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– potato production increase;</li> <li>– support the cultivation of grain crops;</li> <li>– development of pig breeding</li> </ul>
<b>Ural sub-region</b>	
<i>Development of agricultural production in niche segments, first of all traditional national branches of the agroindustrial complex (horse breeding, sheep breeding, beekeeping)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– support and development of horse breeding;</li> <li>– development of beekeeping;</li> <li>– development and processing of the collection of medicinal herbs;</li> <li>– development of sheep farming under the brand “Halal”</li> </ul>
<b>Central sub-region</b>	
<i>Creation of the republican center (points of growth) of the innovative development of the agro-industrial complex in the sub-region</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– the concentration of professional development courses, assessment centres of competences and centres of advanced training of personnel for the agribusiness sector;</li> <li>– creation of centers of competence and development of enterprises for elite seed production, genetic centers of dairy cattle breeding;</li> <li>– growth of sugar beet production</li> <li>– concentration of product processing and the creation of a logistics and distribution infrastructure;</li> <li>– creation of industrial agroparks</li> </ul>
<b>Southern sub-region</b>	
<i>Orientation to meat and dairy cattle breeding with deepening of product processing</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– development of the processing of agricultural products;</li> <li>– development of beef cattle breeding, growth of milk production</li> </ul>

Сформированный по результатам исследования алгоритм стратегического планирования и прогнозирования устойчивого развития сельских территорий на основе форсайт-технологий в процессе его процедур реализации базируется на согласованности интересов основных заинтересованных акторов (представителей бизнеса, общественности и органов государственного управления). Предложенные в настоящей статье методические подходы по использованию форсайтинга помогут качественно повысить прогнозную деятельность муниципалитетов и расширить временной горизонт стратегического плани-

рования и прогнозирования при определении ключевых индикаторов стратегии устойчивого развития сельских территорий Республики Башкортостан на перспективу.

#### **Благодарности (Acknowledgements)**

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Республики Башкортостан в рамках научного проекта «Стратегическое планирование социально-экономического развития сельских территорий Республики Башкортостан на основе методологии форсайта», проект № 19-410-020016.

#### **Библиографический список**

1. Бухтиярова Т. И., Хилинская И. В. Алгоритм достижения устойчивого развития сельских территорий // Агропродовольственная политика России. 2018. № 1 (73). С. 2–8.
2. Воронин Б. А., Светлаков А. Г., Воронина Я. В. О совершенствовании государственного контроля в сфере деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов и других малых форм хозяйствования в АПК // Аграрный вестник Урала. 2017. № 7 (161). С. 9.

3. Воронин Б. А., Светлаков А. Г., Шарапова В. М. Программно-целевой метод управления сельским хозяйством как фактор конкурентоспособности // Аграрный вестник Урала. 2012. № 5 (97). С. 91–94.
4. Гусманов У. Г., Гусманов Р. У., Стовба Е. В. Системный подход к формированию стратегии развития агропродовольственного комплекса региона в условиях импортозамещения // Агропродовольственная политика России. 2016. № 6 (54). С. 13–17.
5. Лысенко М. В., Лысенко Ю. В., Шарапова В. М., Шарапова Н. В. Экономические технологии формирования механизма реализации стратегии сельхозтоваропроизводителей // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 6 (366). С. 38–41.
6. Набоков В. И., Некрасов К. В. Управление инновационной деятельностью организаций АПК в современных условиях // Агропродовольственная политика России. 2017. № 1 (61). С. 30–32.
7. Потехин Н. А., Потехин В. Н. Концептуальная модель предприятия АПК нового поколения // Аграрный вестник Урала. 2017. № 7 (161). С. 12.
8. Потехин Н. А., Потехин В. Н. Новая общественно-экономическая формация – инновационный способ воспроизводства: настольная книга руководителя государства: (преодоление всеобщего кризиса на основе Второй индустриализации России). М.: Кадровый резерв, 2019. 456 с.
9. Об утверждении Концепции устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2010 г. № 2136-р // Собрание законодательства Российской Федерации. 2010. № 50. Ст. 6748.
10. Рубаева О. Д., Лилимберг С. И. Разработка модели регионального центра по регулированию и поддержке сельской потребительской кооперации // Аграрный вестник Урала. 2016. № 1 (143). С. 91–96.
11. Сёмин А. Н. Приоритетные направления агроэкономических исследований научно-технологического развития АПК России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 1. С. 2–6.
12. Сёмин А. Н., Бухтиярова Т. И., Хилинская И. В. Индикативная стратегия активного роста потенциала сельских территорий в современных условиях цифровой экономики // Научный ежегодник Центра анализа и прогнозирования. 2018. № 1 (2). С. 57–63.
13. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 75 с.
14. Шарапова В. М., Шарапова Н. В. Государственная поддержка молочного животноводства в АПК Свердловской области как фактор повышения продовольственной безопасности // Агропродовольственная политика России. 2017. № 6 (66). С. 91–95.
15. Calof J. L., Meissner D., Razheva (Edelkina) A. Overcoming open innovation challenges: a contribution from foresight and foresight networks // Technology Analysis & Strategic Management. 2018. Vol. 30. No. 6. Pp. 718–733.
16. Jones P. The futures of Canadian governance: Foresight competencies for public administration in the digital era // Canadian Public Administration. 2017. Vol. 60. Iss. 4. Pp. 657–681.
17. Hammouda M., Wery J., Darbin T., Belhouchette H. Agricultural Activity concept for simulating strategic agricultural production decisions: Case study of weed resistance to herbicide treatments in South-West France // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 155. Pp. 167–179.
18. Leal Filho W., Mandel M., Al-Amin A. Q., Feher A., Chiappetta Jabbour C. J. An assessment of the causes and consequences of agricultural land abandonment in Europe // International Journal of Sustainable Development and World Ecology. 2017. Vol. 24. Iss. 6. Pp. 554–560.
19. Lukyanova M. T., Kovshov V. A. Modern State and Development Trends in Small Forms of Agribusiness in the Republic of Bashkortostan // Studies on Russian Economic Development. 2019. Vol. 30. Iss. 3. Pp. 299–302.

#### Об авторах:

Евгений Владимирович Стовба<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент кафедры информатики и экономики, ORCID 0000-0002-9041-6194, Author ID 160029, [stovba2005@rambler.ru](mailto:stovba2005@rambler.ru)

Миляуша Тагировна Лукьянова<sup>2</sup>, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, ORCID 0000-0001-9137-4144, Author ID 664916, [Lukyanova-34-74@mail.ru](mailto:Lukyanova-34-74@mail.ru)

Виталий Алексеевич Ковшов<sup>2</sup>, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и менеджмента, ORCID 0000-0003-4797-0584, Author ID 345778, [kva74@mail.ru](mailto:kva74@mail.ru)

<sup>1</sup> Башкирский государственный университет (Бирский филиал), Бирск, Россия

<sup>2</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

## Foresight as a strategic planning and forecasting tool of sustainable development of rural areas

E. V. Stovba<sup>1</sup>, M. T. Lukyanova<sup>2</sup>, V. A. Kovshov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State University (Birsk Branch), Birsk, Russia

<sup>2</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: stovba2005@rambler.ru

**Abstract.** The article actualizes the need of foresight technologies in the sustainable development of strategic plans of sustainable development in rural municipalities at the level of the Russian Federation. It is pointed out that the modern methodology of foresight studies is quite flexible and multifaceted, has wide application at different hierarchical levels of management. **The purpose** of the study is to prove the need to use the foresight methodologies for rural development strategic planning and forecasting tool. In the course of the study, the following **methods** were used: strategic planning and forecasting, foresight technologies (expert survey and expert opinions), comparative analysis. **The scientific novelty** of the study is determined by the formation of a set of practical recommendations on the use of foresight tools at the municipal level of management in rural areas. The systematic approach usage in combination with foresight technologies allows to develop strategic plans for the development in rural areas from the perspective of long-term improvement of their economic and social component. A brief analysis of the current state and development of foresight research in the Russian Federation is presented. It is concluded that in modern conditions of rural development it is necessary to develop strategic programs and anti-crisis measures that should focus on the application of the foresight technologies. It shows that the characteristic features of the rural municipal foresight are, on the one hand, the obligatory interconnection of strategic priorities for rural areas development in the long term and, on the other hand, the need to achieve the interest of key factors in regional development. **Results of a research:** the algorithm of strategic planning of sustainable development of rural areas of the region based on foresight technologies and the mechanism for its implementation at the municipal level are considered; strategic goals and priority areas for sustainable development of rural areas of the Republic of Bashkortostan in the sub-regional context were defined. On the basis of the foresight analysis, a three-level branding of agri-food products manufactured in the region was carried out, and brands within the considered rural municipalities were identified. It is concluded that foresight technologies should be used as the system tool for the formation and implementation of sustainable development strategy in rural areas of the Republic of Bashkortostan.

**Keywords:** foresight, foresight technologies, strategic planning, sustainable development, rural areas, branding.

**For citation:** Stovba E. V., Lukyanova M. T., Kovshov V. A. Forsayt kak instrument strategicheskogo planirovaniya i prognozirovaniya ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy [Foresight as a strategic planning and forecasting tool of sustainable development of rural areas] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 11 (190). Pp. 92–100. DOI: 10.32417/article\_5dcd861eb7f0a4.35513022. (In Russian.)

**Paper submitted:** 14.08.2019.

### References

1. Bukhtiyarova T. I., Kpilinskaya I. V. Algoritm dostizheniya ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy [The algorithm achieving sustainable rural development] // Agroproduktivnost' i politika Rossii. 2018. No. 1 (73). Pp. 2–8.
2. Voronin B. A., Svetlakov A. G., Voronina Ya. V. O sovershenstvovanii gosudarstvennogo kontrolya v sfere deyatelnosti sel'skokhozyaystvennykh potrebitel'skikh kooperativov i drugikh malykh form khozyaystvovaniya v APK [About state control improvement in the agricultural consumer cooperatives activity field and other small business forms in the agro-industrial complex] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 7 (161). P. 9.
3. Voronin B. A., Svetlakov A. G., Sharapova V. M. Programmno-tselevoy metod upravleniya sel'skim khozyaystvom kak faktor konkurentosposobnosti [Program-target method of agricultural management as a factor of competitiveness] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 5 (97). Pp. 91–94.
4. Gusmanov U. G., Gusmanov R. U., Stovba E. V. Sistemnyy podkhod k formirovaniyu strategii razvitiya agroproduktivnogo kompleksa regiona v usloviyakh importozameshcheniya [Systematic approach to the formation of the strategy of the agri-food complex development of the of the region in terms of import substitution] // Agroproduktivnost' i politika Rossii. 2016. No. 6 (54). Pp. 13–17.
5. Lysenko M. V., Lysenko Yu. V., Sharapova V. M., Sharapova N. V. Ekonomicheskiye tekhnologii formirovaniya mekhanizma realizatsii strategii sel'khozovoproizvoditeley [Economic technologies of formation of the strategy implementation mechanism of agricultural producers] // International Agricultural Journal. 2018. No. 6 (366). Pp. 38–41.
6. Nabokov V. I., Nekrasov K. V. Upravleniye innovatsionnoy deyatelnost'yu organizatsiy APK v sovremennykh usloviyakh [Management of innovative activity of the agrarian and industrial complex organizations in modern condition] // Agroproduktivnost' i politika Rossii. 2017. No. 1 (61). Pp. 30–32.

7. Potekhin N. A., Potekhin V. N. Kontseptual'naya model' predpriyatiya APK novogo pokoleniya [Conceptual model of a new generation agricultural complex enterprise] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 7 (161). P. 12.
8. Potekhin N. A., Potekhin V. N. Novaya obshchestvenno-ekonomicheskaya formatsiya – innovatsionnyy sposob vosproizvodstva: nastol'naya kniga rukovoditelya gosudarstva: (preodoleniye vseobshchego krizisa na osnove Vtoroy industrializatsii Rossii) [The new socio-economic formation – innovative way of reproduction: Handbook of the head of state: (overcoming the General crisis on the basis of the Second industrialization of Russia)]. Moscow: Kadrovyy rezerv, 2019. 456 p.
9. Ob utverzhdenii Kontseptsii ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda: rasporyazheniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 30 noyabrya 2010 g. No. 2136-r [About Approval of the Concept of Sustainable Development of Rural Areas of the Russian Federation for the Period up to 2020: Order of the Government of the Russian Federation of November 30, 2010 No. 2136-p] // Sobraniye zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii. 2010. No. 50. St. 6748.
10. Rubayeva O. D., Lilimberg S. I. Razrabotka modeli regional'nogo tsentra po regulirovaniyu i podderzhke sel'skoy potrebitel'skoy kooperatsii [Development of the regional center model on rural consumer cooperation regulation and support] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 1 (143). Pp. 91–96.
11. Syomin A. N. Prioritetnyye napravleniya agroekonomicheskikh issledovaniy nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya APK Rossii [The priority directions of agro-economic research of scientific and technological development in agro-industrial complex of Russia] // Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy. 2019. No. 1. Pp. 2–6.
12. Syomin A. N., Bukhtiyarova T. I., Khilinskaya I. V. Indikativnaya strategiya aktivnogo rosta potentsiala sel'skikh territoriy v sovremennykh usloviyakh tsifrovoy ekonomiki [The indicative strategy of active growth potential in rural areas in modern conditions of digital economy] // Nauchnyy ezhegodnik Tsentra analiza i prognozirovaniya. 2018. No. 1 (2). Pp. 57–63.
13. Strategiya ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda. [The strategy of sustainable development of rural areas of the Russian Federation for the period up to 2030]. Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2015. 75 p.
14. Sharapova V. M., Sharapova N. V. Gosudarstvennaya podderzhka molochnogo zhivotnovodstva v APK Sverdlovskoy oblasti kak faktor povysheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti [State support of dairy farming in the agro-industrial complex of Sverdlovsk region as a factor of food security] // Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. 2017. No. 6 (66). Pp. 91–95.
15. Calof J. L., Meissner D., Razheva (Edelkina) A. Overcoming open innovation challenges: a contribution from foresight and foresight networks // Technology Analysis & Strategic Management. 2018. Vol. 30. No. 6. Pp. 718–733.
16. Jones P. The futures of Canadian governance: Foresight competencies for public administration in the digital era // Canadian Public Administration. 2017. Vol. 60. Iss. 4. Pp. 657–681.
17. Hammouda M., Wery J., Darbin T., Belhouchette H. Agricultural Activity concept for simulating strategic agricultural production decisions: Case study of weed resistance to herbicide treatments in South-West France // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 155. Pp. 167–179.
18. Leal Filho W., Mandel M., Al-Amin A. Q., Feher A., Chiappetta Jabbour C. J. An assessment of the causes and consequences of agricultural land abandonment in Europe // International Journal of Sustainable Development and World Ecology. 2017. Vol. 24. Iss. 6. Pp. 554–560.
19. Lukyanova M. T., Kovshov V. A. Modern State and Development Trends in Small Forms of Agribusiness in the Republic of Bashkortostan // Studies on Russian Economic Development. 2019. Vol. 30. Iss. 3. Pp. 299–302.

#### **Authors' information:**

Evgeniy V. Stovba<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor of the department of informatics and economics, ORCID 0000-0002-9041-6194, Author ID 160029, [stovba2005@rambler.ru](mailto:stovba2005@rambler.ru)

Milyausha T. Lukyanova<sup>2</sup>, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and management, ORCID 0000-0001-9137-4144, Author ID 664916, [Lukyanova-34-74@mail.ru](mailto:Lukyanova-34-74@mail.ru)

Vitaliy A. Kovshov<sup>2</sup>, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of economics and management, ORCID 0000-0003-4797-0584, Author ID 345778, [kva74@mail.ru](mailto:kva74@mail.ru)

<sup>1</sup> Bashkir State University (Birsk Branch), Birsk, Russia

<sup>2</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia



**Учредитель и издатель:**

**Уральский государственный аграрный университет**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**

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



**Founder and publisher:**

**Ural State Agrarian University**

**Address of founder, publisher and editorial board:**

**620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebknecht str.**

**Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»**

**Редакция журнала:**

*A. B. Ручкин* – кандидат социологических наук, шеф-редактор

*O. A. Багрецова* – ответственный редактор

*A. B. Ерофеева* – редактор

*N. A. Предеина* – верстка, дизайн

**Editorial:**

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

*O. A. Bagretsova* – executive editor

*A. V. Erofeeva* – editor

*N. A. Predeina* – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

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

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

*E-mail:* [agro-ural@mail.ru](mailto:agro-ural@mail.ru) (для материалов).

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

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

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

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

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

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт».

20049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Подписано в печать: 10.11.2019 г. Усл. печ. л. 11,6. Авт. л. 11,0.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.