



Уральский государственный  
аграрный университет

# АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN  
OF THE URALS

2022  
№05 (220)

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

**Сведения о редакционной коллегии**

**И. М. Донник** (главный редактор), академик РАН, вице-президент РАН (Москва, Россия)  
**О. Г. Лоретц** (заместитель главного редактора), ректор Уральского ГАУ (Екатеринбург, Россия)  
**П. Сотони** (заместитель главного редактора), доктор ветеринарных наук, профессор, академик Венгерской академии наук, академик Польской медицинской академии, ректор, Университет ветеринарной медицины Будапешта (Будапешт, Венгрия)

**Члены редакционной коллегии**

**Н. В. Абрамов**, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)  
**Р. З. Аббас**, Сельскохозяйственный университет (Фейсалабад, Пакистан)  
**В. Д. Богданов**, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)  
**В. Н. Большаков**, академик РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)  
**О. А. Быкова**, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)  
**Э. Д. Джавадов**, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства (Ломоносов, Россия)  
**Л. И. Дроздова**, Уральский ГАУ (Екатеринбург, 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. Паштецкий**, 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)  
**О. А. Рущицкая**, Уральский государственный аграрный университет (Екатеринбург, Россия)  
**А. А. Стекольников**, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)  
**В. Г. Тюрин**, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (Москва, Россия)  
**И. Г. Ушачев**, академик РАН, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (Москва, Россия)  
**С. В. Шабунин**, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)  
**И. А. Шкуратова**, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (Екатеринбург, Россия)

**Editorial board**

**Irina M. Donnik** (Editor-in-Chief), Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)  
**Olga G. Lorets** (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Péter Sótónyi** (Deputy chief editor), doctor of veterinary sciences, professor, academician of Hungarian Academy of Sciences, academician of Polish Medical Academy, rector, University of Veterinary Medicine of Budapest (Budapest, Hungary)

**Editorial Team**

**Nikolay V. Abramov**, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)  
**Rao Zahid Abbas**, University of Agriculture (Faisalabad, Pakistan)  
**Vladimir D. Bogdanov**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)  
**Vladimir N. Bolshakov**, Academician of the Russian Academy of Sciences; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)  
**Olga A. Bykova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Eduard D. Dzhavadov**, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (Lomonosov, Russia)  
**Lyudmila I. Drozdova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Nikita N. Zezin**, Ural Research Institute of Agricultural (Ekaterinburg, Russia)  
**Sabit B. Ismuratov**, Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov (Kostanay, Kazakhstan)  
**Valeriy V. Kalashnikov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, the All-Russian Research Institute for Horsebreeding (Ryazan, Russia)  
**Andrey G. Koshchayev**, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)  
**Vladimir S. Mymrin**, “Uralplemtsentr” (Ekaterinburg, Russia)  
**Anatoliy G. Nezhdanov**, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)  
**Mastibek S. Norov**, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)  
**Vladimir S. Pashtetskiy**, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)  
**Yuriy V. Plugar**, 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)  
**Olga A. Ruschitskaya**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)  
**Anatoliy A. Stekolnikov**, Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russia)  
**Vladimir G. Tyurin**, All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russia)  
**Ivan G. Ushachev**, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow, Russia)  
**Sergey V. Shabunin**, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology And Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)  
**Irina A. Shkuratova**, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

**Нас индексируют / Indexed**

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



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations



**ULRICHSWEB™**  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



## Содержание

### Агротехнологии

- И. О. Газданова, Б. В. Бекмурзов* 2  
Урожайность и качество картофеля  
в зависимости от применения различных доз  
минеральных удобрений

- Ю. П. Прядун, Л. П. Шаталина* 12  
Результаты экологического испытания  
сортов ярового ячменя в южной лесостепи  
Южного Урала

- Н. А. Чуян, Г. М. Брескина* 21  
Влияние биопрепаратов на показатели  
биологической активности чернозема  
типичного слабоэродированного

### Биология и биотехнологии

- М. И. Васильева, Ю. В. Исупова,  
М. И. Смолякова* 33  
Использование мультимикс-комплекса при  
выращивании бычков черно-пестрой породы

- M. N. Drozd, V. M. Usevich* 42  
Microstructural assessment of organs  
and tissues in experimental immunosuppression  
and correction in animals

- В. М. Тиунов, О. В. Чугунова, А. В. Вяткин* 49  
Исследование антиоксидантных показателей  
плодово-ягодного сырья,  
произрастающего в Свердловской области

- П. С. Остапчук, Е. Н. Усманова, Т. А. Куведова* 60  
Межлинейные кроссы  
в цыгайском овцеводстве

### Экономика

- М. Ю. Карпукhin, Н. П. Мишуров,  
О. А. Моторин, П. А. Подъяблонский* 73  
Анализ рисков и разработка механизмов  
их снижения при реализации  
ФНТП развития сельского хозяйства России

- М. С. Оборин* 82  
Цифровые инновационные технологии  
в сельском хозяйстве

- М. А. Холодова* 93  
Диагностика условий пространственного  
размещения отрасли растениеводства

## Contents

### Agrotechnologies

- I. O. Gazdanova, B. V. Bekmurzov*  
The influence of mineral fertilizers on the yield  
and quality of potatoes in the conditions of the  
foothill zone of the North Caucasus

- Yu. P. Pryadun, L. P. Shatalina*  
Results of ecological testing of spring barley  
varieties in the southern forest-steppe  
of the Southern Urals

- N. A. Chuyan, G. M. Breskina*  
The effect of biological preparations  
on the indicators of biological activity  
of typical slightly eroded chernozem

### Biology and biotechnologies

- M. I. Vasilyeva, Yu. V. Isupova,  
M. I. Smolyakova*  
The use of multicomplex in the cultivation  
of black-and-white bulls

- M. N. Drozd, V. M. Usevich*  
Microstructural assessment of organs  
and tissues in experimental immunosuppression  
and correction in animals

- V. M. Tiunov, O. V. Chugunova, A. V. Vyatkin*  
Study of antioxidant indicators  
of fruit and berry raw materials zoned  
in the Sverdlovsk region

- P. S. Ostapchuk, E. N. Usmanova, T. A. Kuevda*  
Tsigai sheep breeding  
interlinear crosses

### Economy

- M. Yu. Karpukhin, N. P. Mishurov,  
O. A. Motorin, P. A. Podyablonskiy*  
Analysis of risks and improvement of  
mechanisms for their reduction in the  
implementation of the Federal Scientific and  
Technical Program for the Development of  
Agriculture in Russia

- M. S. Oborin*  
Digital innovative technologies  
in agriculture

- M. A. Kholodova*  
Diagnostics of the crop industry spatial  
distribution conditions



## Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения различных доз минеральных удобрений

И. О. Газданова<sup>1</sup>✉, Б. В. Бекмурзов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Владикавказ, Россия

✉E-mail: Gazdanovaira2020@gmail.com

**Аннотация.** На показатели качества клубней картофеля (содержание сухого вещества, крахмала, нитратов и тяжелых металлов) сильно влияют сортовые свойства, сельскохозяйственные технологии, почвенные и климатические условия и многие другие факторы, при которых содержание минералов чрезвычайно важно. В статье представлены экспериментальные данные по изучению влияния нескольких доз минеральных удобрений на культуру картофеля в районе предгорий Северной Осетии. **Научная новизна** заключается в том, что в агротехнических условиях Северной Осетии было изучено влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля на истощенных черноземных почвах. **Цель исследования** – изучение влияния различных доз минеральных удобрений на высоту и количество стеблей картофеля на куст, содержание крахмала, сухую массу и урожайность картофеля. **Методы исследования.** Учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методами, описанными в «Руководстве по исследованиям в сельском хозяйстве». Опыт закладывали в трехкратной повторности. Количественное содержание витамина С в клубнях картофеля определяли методом Тильманса. **По результатам** экспериментальных данных применение минеральных удобрений позволило получить высокий урожай картофеля. Так, средние показатели урожайности за три года сорта Садон – 27,9; 28,2; 30,3 т/га, а в контрольном варианте – 27,7 т/га. Установлено, что минеральные удобрения при одинаковых почвенных и погодных условиях способствовали разному развитию растений. Так, высота стеблей растений картофеля сорта Фарн на 2,2; 11,5; 9,4 см выше, чем в контрольном варианте. Фоны питания не оказывали существенного влияния на число стеблей, но помогали накапливать крахмал. Минеральные удобрения способствовали увеличению содержания витамина С в клубнях картофеля от 11,2–12,5 мг/100 г.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, картофель, урожайность, сорт, крахмал, витамин С.

**Для цитирования:** Газданова И. О., Бекмурзов Б. В. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применения различных доз минеральных удобрений // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-2-11.

**Дата поступления статьи:** 25.03.2022, **дата рецензирования:** 11.04.2022, **дата принятия:** 25.04.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Картофель – одна из самых популярных культур для нашей страны. На его рост, развитие и продуктивность существенное влияние оказывают климатические и почвенные компоненты, а также высокая восприимчивость к патогенам. Основным способом увеличения производства картофеля является повышение его урожайности за счет широкого применения минеральных удобрений. Большая работа была посвящена изучению эффективности минеральных удобрений при выращивании картофеля [2, с. 2].

Минеральные удобрения являются одним из важнейших факторов интенсификации сельскохозяйственного производства. В настоящее время каждый шестой житель планеты питается за счет

продукции, получаемой от применения удобрений. Но минеральные удобрения могут дать максимальный эффект только при соблюдении научно обоснованных норм, доз, приемов, способов и сроков их внесения. В противном случае они могут привести к загрязнению окружающей среды, снижению качества выращиваемой продукции [3 с. 6].

Картофель отрицательно реагирует на недостаток фосфора и калия в питании. Для данной культуры можно использовать все виды фосфорных удобрений. Фосфор способствует улучшению качества клубней и их быстрому созреванию. Под воздействием фосфора содержание крахмала увеличивается. Фосфор принимает активное участие в фотосинтезе, и от снабжения им растений зависит крахмалистость клубней картофеля. Также введе-

ние фосфора улучшает кулинарные качества картофеля. Фосфорные удобрения снижают содержание моносахаридов, что является показателем высокого качества картофеля. Благодаря этому потемнение картофельной мякоти минимально или вообще отсутствует [1, с. 209]. Для картофеля лучше использовать калийные удобрения без хлора, которые благоприятно влияют на урожайность, увеличивают крахмалистость клубней и улучшают качество клубней картофеля. Калийные удобрения также повышают биологическую ценность белков картофеля за счет снижения содержания регенерирующих сахаров [6, с. 41], уменьшают ферментативное потемнение, что улучшает внешний вид клубней картофеля и их кулинарные качества. Хорошая обеспеченность азотом растений (особенно на ранних стадиях вегетации) способствует формированию вегетативной массы и лучшему формированию урожая клубней. Качественная ценность клубней картофеля зависит от применения минеральных удобрений и доз действующего вещества [4, с. 42].

Правильное внесение минеральных удобрений с применением севооборотов никакого вреда для экологии и человека не приносит [8, с. 10]. По данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, объем внесения минеральных удобрений в 2017 г. в среднем составил 55 кг/га, а в регионах с развитым сельским хозяйством – значительно больше. Так, в Центральном федеральном округе – 88,3 кг/га, на Северном Кавказе – 83,4 кг/га, в Южном федеральном округе – 76,7 кг/га. Удобрения не используются на 42 % территории страны, наиболее интенсивно – в производстве сахарной свеклы и картофеля [5, с. 264].

Питательные свойства клубней картофеля во многом зависят от генетических особенностей сорта и условий его выращивания. Некоторые авторы утверждают, что удобрения (особенно в высоких дозах) снижают содержание крахмала в клубнях. Другие, наоборот, считают, что удобрения повышают его содержание. Третьи отмечают, что при правильном применении удобрений качество клубней не ухудшается, а улучшается [8 с. 13; 9, с. 65–66; 14, с. 592].

Для нормальной жизнедеятельности человеку необходимы биологически активные вещества, которые он получает с пищей, особенно с овощами и картофелем [9, с. 63]. На основании многолетних селекционных опытов при правильном использовании минеральных, торфяных удобрений удалось получить высокие и стабильные урожаи картофеля с клубнями хорошего качества. Клубни картофеля накапливают гликемические углеводы (крахмал и сахар), которые снабжают клетки человеческого организма глюкозой. Содержание крахмала в клубнях картофеля определяет его технологические свойства. Витамин С (аскорбиновая кислота) обладает фармакологической активностью. Содержание сухого вещества в клубнях картофеля является важной характеристикой качества как при продаже, так и при переработке [7, с. 41; 9, с. 64; 17, с. 225].

Сельхозпроизводители все больше интересуются альтернативными системами ведения сельского хозяйства, основанными на использовании органических удобрений и полном отказе от применения минеральных удобрений. Однако следует отметить, что из почвы с 1 т картофеля и количеством ботвы выносятся 5–6 кг азота, 1,5–2,0 кг фосфора, 7–10 кг калия [10 с. 7; 12 с. 52]. Поэтому важно изучить влияние минеральных удобрений на качество производства картофеля.

Цель данного эксперимента заключается в том, чтобы выявить влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля в агроэкологических условиях Северной Осетии.

#### Методология и методы исследования (Methods)

В 2019–2021 гг. были проведены эксперименты на полях СКНИИГПСХ ВЦ РАН села Михайловское Пригородного района Северной Осетии по изучению влияния различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество клубней новых сортов картофеля. Установлено, что истощенные черноземы (подстилаемые галькой) Северной Осетии характеризуются относительно высокими запасами питательных веществ, содержание гумуса составляет от 4,5 до 5,1 % (таблица 1).

Таблица 1  
Агрохимические свойства почвы

| Название почвы        | Слой, см | Гумус, % | pH  | Подвижные элементы |                   |                               |                  |
|-----------------------|----------|----------|-----|--------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                       |          |          |     | мг/кг              |                   | Мг / 100 г                    |                  |
|                       |          |          |     | N-NO <sub>3</sub>  | N-NH <sub>4</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Выщелоченный чернозем | 0–40     | 4,5–5,1  | 7,0 | 25,7               | 18,3              | 50,9                          | 30,6             |

Table 1  
Agrochemical properties of the soil

| Soil name         | Layer, cm | Humus, % | pH  | Movable elements  |                   |                               |                  |
|-------------------|-----------|----------|-----|-------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|                   |           |          |     | mg/kg             |                   | Mg / 100 g                    |                  |
|                   |           |          |     | N-NO <sub>3</sub> | N-NH <sub>4</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Leached chernozem | 0–40      | 4.5–5.1  | 7.0 | 25.7              | 18.3              | 50.9                          | 30.6             |

Метеорологические условия в годы экспериментов были разными: 2019, 2020 гг. были благоприятными для роста и развития картофеля, а 2021 г. отличался холодной и продолжительной весной, летом с неравномерным количеством осадков в июле и августе.

Объектом исследований служили среднеранние сорта картофеля отечественной селекции Садон и Фарн. Агротехника выращивания картофеля общепринятая. Осенью после уборки предшественников поле лущили дважды, поднимали зябь на 25–27 см. Весной были проведены боронование и предпосевная обработка почвы. В течение вегетационного периода были проведены две междурядные обработки с одновременным окучиванием растений в рядах. Клубни картофеля высаживали в третьей декаде апреля по схеме 70 × 35 см на глубину 10–12 см. Убирали картофель при подсыхании ботвы в конце августа – начале сентября. Минеральные удобрения вносили весной под предпосевную культивацию и дважды в подкормках в период полных всходов и

бутонизации. Против сорняков вносили гербицид «Зенкор» в дозе 1,2 кг/га. Против фитофтороза применяли системно-контактный препарат «Ридомил голд МЦ», последующие обработки проводили контактными препаратами. Против колорадского жука обрабатывали препаратами «Актара» и «Престиж».

Схема опыта:

1. Фон 0 (контроль без применения минеральных удобрений).
2. Фон 1 ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ).
3. Фон 2 ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ).
4. Фон 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ).

Исследования проводились по изучению влияния различных доз минеральных удобрений на формирование урожая и качество клубней среднеранних сортов картофеля Садон и Фарн. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводили в соответствии с методикой испытания сельскохозяйственных культур на государственные сорта [16, с. 147]. После сбора урожая, на стадии физиологической спелости, клубни отбирали из

Таблица 2  
Влияние минеральных удобрений на первоначальный рост и развитие картофеля, %  
(средние показатели за 2019–2021 гг.)

| Варианты опыта                    | Сорт Садон   |        |                   |          |          |          | Сорт Фарн    |        |                   |          |          |          |
|-----------------------------------|--------------|--------|-------------------|----------|----------|----------|--------------|--------|-------------------|----------|----------|----------|
|                                   | Всходы (дни) |        | Бутонизация (дни) |          | Цветение |          | Всходы (дни) |        | Бутонизация (дни) |          | Цветение |          |
|                                   | Начало       | Полные | Начало            | Массовая | Начало   | Массовое | Начало       | Полные | Начало            | Массовая | Начало   | Массовое |
| Фон 0 (контроль)                  | 18.05        | 21.05  | 9.06              | 14.06    | 30.06    | 4.07     | 17.05        | 21.05  | 8.06              | 15.06    | 28.06    | 3.07     |
| Фон 1 ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ )    | 18.05        | 22.05  | 10.06             | 13.06    | 27.06    | 2.07     | 18.05        | 22.05  | 10.06             | 12.06    | 23.06    | 1.07     |
| Фон 2 ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ )    | 17.05        | 22.05  | 9.06              | 12.06    | 27.06    | 1.07     | 19.05        | 21.05  | 7.06              | 10.06    | 23.06    | 29.06    |
| Фон 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) | 17.05        | 21.05  | 8.06              | 11.06    | 25.06    | 30.06    | 18.05        | 20.05  | 6.06              | 9.06     | 20.06    | 26.06    |

Table 2  
The impact of mineral fertilizers on the initial growth and development of potatoes, %  
(average for 2019–2021)

| Experience options                       | Variety Sadon    |       |                |       |           |       | Variety Farn     |       |                |       |           |       |
|------------------------------------------|------------------|-------|----------------|-------|-----------|-------|------------------|-------|----------------|-------|-----------|-------|
|                                          | Seedlings (days) |       | Budding (days) |       | Flowering |       | Seedlings (days) |       | Budding (days) |       | Flowering |       |
|                                          | Start            | Full  | Start          | Mass  | Start     | Mass  | Start            | Full  | Start          | Mass  | Start     | Mass  |
| Background 0 (control)                   | 18.05            | 21.05 | 9.06           | 14.06 | 30.06     | 4.07  | 17.05            | 21.05 | 8.06           | 15.06 | 28.06     | 3.07  |
| Background 1 ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ )    | 18.05            | 22.05 | 10.06          | 13.06 | 27.06     | 2.07  | 18.05            | 22.05 | 10.06          | 12.06 | 23.06     | 1.07  |
| Background 2 ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ )    | 17.05            | 22.05 | 9.06           | 12.06 | 27.06     | 1.07  | 19.05            | 21.05 | 7.06           | 10.06 | 23.06     | 29.06 |
| Background 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) | 17.05            | 21.05 | 8.06           | 11.06 | 25.06     | 30.06 | 18.05            | 20.05 | 6.06           | 9.06  | 20.06     | 26.06 |

каждого варианта для лабораторных анализов. По методу Тильманса были проведены анализы по определению количественного содержания витамина С в клубнях картофеля. Для осуществления анализа отбирали по 3 клубня каждого сорта, вырезали фрагменты разных участков и гомогенизировали их. При получении однородной массы приготавливалась средняя проба, из которой выводили сок. Для осуществления анализа требуется 10 мл сока, для предотвращения окисления аскорбиновой кислоты добавляется 10 капель соляной кислоты, далее заливается 10 мл воды и титруется раствором 2,6 дихлофенолиндофенола (раствор Тильманса). В зависимости от количества индофенола, используемого для титрования, определяется количество содержания витамина С, данный анализ проводился 3 раза, полученные данные обрабатывались статистически.

### Результаты (Results)

Длительность прохождения фенологических фаз зависит от множества факторов, в числе которых особенности культуры, климатические и почвенные условия. Растение картофеля в своем развитии проходит следующие фазы: всходы, бутонизация, цветение, клубнеобразование.

Посадка картофеля осуществлялась с 25 по 28 апреля при средней температуре воздуха +22...25 °С. Согласно исследованиям, минеральные удобрения не влияют на всхожесть картофеля. Однако фенологические наблюдения показали, что на вариантах, где вносились высокие, а также умеренные дозы минеральных удобрений (90–120 кг) фазы бутонизации и цветения начинались на 3–6 дней раньше, чем в контрольном варианте (таблица 2).

Период цветения – важный этап для картофеля (этот период заканчивается формированием количества клубней, стеблей, наблюдаются наибольшие масса ботвы и индекс листовой поверхности), в этот период проводили измерения биометрических показателей. Количество стеблей на единице площади – не менее важный компонент продуктивности. Это сортовой признак, который зависит от количества глазков на клубне и числа ростков. Количество стеблей определяется числом ростков и состоянием почвы, а количество проростков – физиологическим состоянием посадочного материала. Фоны питания не оказывали существенного влияния на число стеблей на одном кусте. Из данных таблицы 3 видно, что средняя высота картофельного куста из клубней во всех вариантах использования минеральных удобрений составляла 6–10 см, что больше, чем контроль.

Достижимая масса клубней зависит от погодных условий и доступных питательных веществ в период клубнеобразования. Он также зависит от роста и развития листьев и ветвей, образования продуктов ассимиляции и их распределения между различными частями растения, скорости клубнеобразования и времени отмирания стеблей [5, с. 199]. По данным ряда исследователей, средняя масса клубней увеличивается с их физиологическим возрастом, этот показатель сильнее всего влиял на массу клубней [7, с. 42; 9, с. 70]. В динамике масса клубней в одном кусте картофеля сорта Садон в вариантах с пропорционально возрастающими дозами минеральных удобрений была больше, чем в контроле. Максимальная масса клубней с куста на сорте Садон на варианте фон 2 ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) – 450,0 г, а в контроле – 391,1 г (таблица 3).

Таблица 3  
Биометрические показатели картофеля (средние показатели за 2019–2021 гг.)

| Варианты опыта                                    | Высота куста |              | Количество стеблей |              | Количество клубней (1 куст) |              | Вес клубней (1 куст) |              | Вес ботвы (1 куст) |              |
|---------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------------------|--------------|----------------------|--------------|--------------------|--------------|
|                                                   | см           | % к контролю | шт.                | % к контролю | шт.                         | % к контролю | г                    | % к контролю | г                  | % к контролю |
| <b>Сорт Садон</b>                                 |              |              |                    |              |                             |              |                      |              |                    |              |
| <b>Фон 0 (контроль)</b>                           | 58,8         | 100,0        | 6,2                | 100,0        | 14,9                        | 100,0        | 391,1                | 100,0        | 388,2              | 100,0        |
| <b>Фон 1 (<math>N_{60}P_{60}K_{60}</math>)</b>    | 59,3         | 100,8        | 6,5                | 104,8        | 15,2                        | 102,0        | 423,0                | 108,1        | 412,5              | 103,2        |
| <b>Фон 2 (<math>N_{90}P_{90}K_{90}</math>)</b>    | 64,9         | 110,3        | 6,6                | 106,4        | 17,0                        | 114,0        | 450,0                | 115,0        | 446,8              | 115,0        |
| <b>Фон 3 (<math>N_{120}P_{120}K_{120}</math>)</b> | 66,1         | 112,4        | 6,6                | 106,4        | 16,8                        | 112,7        | 448,7                | 114,7        | 413,6              | 106,5        |
| <b>Сорт Фарн</b>                                  |              |              |                    |              |                             |              |                      |              |                    |              |
| <b>Фон 0 (контроль)</b>                           | 57,9         | 100,0        | 6,4                | 100,0        | 15,2                        | 100,0        | 400,0                | 100,0        | 398,5              | 102,7        |
| <b>Фон 1 (<math>N_{60}P_{60}K_{60}</math>)</b>    | 60,1         | 103,7        | 6,6                | 103,1        | 15,9                        | 104,6        | 411,2                | 102,8        | 409,6              | 102,7        |
| <b>Фон 2 (<math>N_{90}P_{90}K_{90}</math>)</b>    | 69,4         | 119,8        | 6,7                | 104,6        | 17,4                        | 114,4        | 448,6                | 112,1        | 411,1              | 103,1        |
| <b>Фон 3 (<math>N_{120}P_{120}K_{120}</math>)</b> | 67,3         | 116,2        | 6,6                | 103,1        | 17,3                        | 113,8        | 440,0                | 110,0        | 423,3              | 106,2        |



Table 3

*Biometric indicators of potatoes (averages for 2019–2021)*

| Experience options                                       | Bush height |              | Number of main stems |              | Number of tubers (1 bush) |              | Tuber weight (1 bush) |              | Leaf weight (1 bush) |              |
|----------------------------------------------------------|-------------|--------------|----------------------|--------------|---------------------------|--------------|-----------------------|--------------|----------------------|--------------|
|                                                          | cm          | % to control | pcs.                 | % to control | pcs.                      | % to control | g                     | % to control | g                    | % to control |
| <b>Variety Sadon</b>                                     |             |              |                      |              |                           |              |                       |              |                      |              |
| <b>Background 0 (control)</b>                            | 58.8        | 100.0        | 6.2                  | 100.0        | 14.9                      | 100.0        | 391.1                 | 100.0        | 388.2                | 100.0        |
| <b>Background 1 (<math>N_{60}P_{60}K_{60}</math>)</b>    | 59.3        | 100.8        | 6.5                  | 104.8        | 15.2                      | 102.0        | 423.0                 | 108.1        | 412.5                | 103.2        |
| <b>Background 2 (<math>N_{90}P_{90}K_{90}</math>)</b>    | 64.9        | 110.3        | 6.6                  | 106.4        | 17.0                      | 114.0        | 450.0                 | 115.0        | 446.8                | 115.0        |
| <b>Background 3 (<math>N_{120}P_{120}K_{120}</math>)</b> | 66.1        | 112.4        | 6.6                  | 106.4        | 16.8                      | 112.7        | 448.7                 | 114.7        | 413.6                | 106.5        |
| <b>Variety Farn</b>                                      |             |              |                      |              |                           |              |                       |              |                      |              |
| <b>Background 0 (control)</b>                            | 57.9        | 100.0        | 6.4                  | 100.0        | 15.2                      | 100.0        | 400.0                 | 100.0        | 398.5                | 102.7        |
| <b>Background 1 (<math>N_{60}P_{60}K_{60}</math>)</b>    | 60.1        | 103.7        | 6.6                  | 103.1        | 15.9                      | 104.6        | 411.2                 | 102.8        | 409.6                | 102.7        |
| <b>Background 2 (<math>N_{90}P_{90}K_{90}</math>)</b>    | 69.4        | 119.8        | 6.7                  | 104.6        | 17.4                      | 114.4        | 448.6                 | 112.1        | 411.1                | 103.1        |
| <b>Background 3 (<math>N_{120}P_{120}K_{120}</math>)</b> | 67.3        | 116.2        | 6.6                  | 103.1        | 17.3                      | 113.8        | 440.0                 | 110.0        | 423.3                | 106.2        |

Минеральные удобрения увеличивали среднюю массу ботвы с 388,2 г/куст в контрольном варианте до 446,8 г/куст в вариантах с различными дозами и соотношениями азота, фосфора и калия. Интенсивное накопление массы ботвы происходило на всех вариантах опыта по сравнению с контрольным вариантом. Так, на сорте Садон в опытных вариантах масса ботвы на 24,3; 58,6 и 25,4 г/куст больше, чем в контроле. А на сорте Фарн масса ботвы на 11,1; 12,6 и 24,8 г/куст больше, чем в контрольном варианте. Увеличение массы ботвы картофеля можно объяснить положительным влиянием минеральных удобрений, содержащих в своих составах питательные вещества, которые способствуют росту и развитию корневой системы и увеличению надземной части растений картофеля.

Урожайность является важным аспектом в программах селекции. Формирование урожая – сложная и интегрированная функция растений, которая осуществляется в процессе производства и основана на генетически детерминированных процессах роста и развития. Скорость нарастания и размеры листовой поверхности – одни из важных предпосылок накопления хозяйственно-полезной биомассы и формирования урожая картофеля [4, с. 43]. Данные о влиянии минеральных удобрений на урожайность приведены в таблице 3. В среднем за три года опыта на сорте Садон урожайность в контрольном варианте картофеля составила 27,7 т/га. На фоне применения минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  урожайность составила 27,9 т/га, на фоне 2 ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) – 28,2 т/га, а на фоне 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) – 30,3 т/га (таблица 4).

На сорте Фарн наибольшая урожайность получена при применении минеральных удобрений в максимальной дозе на фоне  $N_{120}P_{120}K_{120}$  – 31,1 т/га, а в контрольном варианте – 29,0 т/га (таблица 4).

Минеральные удобрения влияли на химический состав картофеля. Снижение содержания сухого вещества и крахмала в клубнях связано с односторонним калийным питанием, действием хлора, который содержится в калийных удобрениях. Фосфорные удобрения, как правило, увеличивают процентное содержание крахмала в клубнях, азотные удобрения – снижают [10, с. 10]. Основным показателем качества картофеля является содержание крахмала в клубнях. Чем больше относительное содержание хлорофилла в листьях картофеля, которое увеличивается с повышением интенсивности фотосинтеза, тем крахмалистость выше в клубнях [15; 18, с. 60]. По результатам наших исследований высокое содержание крахмала получено на варианте опыта с применением высоких доз минеральных удобрений, то есть фон 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ): на сорте Садон – 15,6 %, а на сорте Фарн – 14,3. Самое низкое содержание крахмала наблюдалось на контрольных вариантах: 13,3 % и 13,6 % соответственно (таблица 5).

Одним из важнейших показателей качества картофеля является накопление сухих веществ в клубнях [1, с. 211]. Анализ полученных результатов позволил заключить, что содержание сухих веществ зависело от сортовых особенностей картофеля. Наибольшее содержание сухих веществ наблюдалось в клубнях сорта Фарн (от 18,0 до 18,8 %). Результаты исследований по влиянию уровня минерального питания на содержание витамина С в клубнях картофеля показали, что повышение доз азота в составе полного минерального удобрения до 90 кг/га, фосфора и калия до 90 и 120 кг/га способствует увеличению содержания аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля на всех сортах (таблица 5).



Таблица 4

**Действие минеральных удобрений на урожайность картофеля**  
(средние показатели за 2019–2021 гг.)

| Вариант опыта                                                | Урожайность, т/га |              | Фракционный состав, % |         |         |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|---------|---------|
|                                                              | т/га              | % к контролю | 30–60 мм              | > 60 мм | < 30 мм |
| <b>Садон</b>                                                 |                   |              |                       |         |         |
| <b>Фон 0 (контроль)</b>                                      | 27,7              | 100,0        | 36,1                  | 39,5    | 6,6     |
| <b>Фон 1 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)</b>    | 27,9              | 100,7        | 52,1                  | 42,5    | 4,5     |
| <b>Фон 2 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>)</b>    | 28,2              | 101,8        | 51,7                  | 41,7    | 5,2     |
| <b>Фон 3 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>)</b> | 30,3              | 109,3        | 53,8                  | 40,0    | 6,2     |
| <b>Фарн</b>                                                  |                   |              |                       |         |         |
| <b>Фон 0 (контроль)</b>                                      | 29,0              | 100,0        | 35,8                  | 40,5    | 6,8     |
| <b>Фон 1 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)</b>    | 28,7              | 98,9         | 53,1                  | 42,6    | 5,8     |
| <b>Фон 2 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>)</b>    | 29,8              | 102,7        | 50,7                  | 40,7    | 6,2     |
| <b>Фон 3 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>)</b> | 31,1              | 107,2        | 56,0                  | 42,8    | 6,3     |

Agrotechnologies

Table 4

**The effect of mineral fertilizers on potato yields (average indicators for 2019–2021)**

| Experience option                                                   | Productivity, t/ha |              | Fractional composition, % |         |         |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|---------|---------|
|                                                                     | t/ha               | % to control | 30–60 mm                  | > 60 mm | < 30 mm |
| <b>Variety Sadon</b>                                                |                    |              |                           |         |         |
| <b>Background 0 (control)</b>                                       | 27.7               | 100.0        | 36.1                      | 39.5    | 6.6     |
| <b>Background 1 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)</b>    | 27.9               | 100.7        | 52.1                      | 42.5    | 4.5     |
| <b>Background 2 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>)</b>    | 28.2               | 101.8        | 51.7                      | 41.7    | 5.2     |
| <b>Background 3 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>)</b> | 30.3               | 109.3        | 53.8                      | 40.0    | 6.2     |
| <b>Variety Farn</b>                                                 |                    |              |                           |         |         |
| <b>Background 0 (control)</b>                                       | 29.0               | 100.0        | 35.8                      | 40.5    | 6.8     |
| <b>Background 1 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)</b>    | 28.7               | 98.9         | 53.1                      | 42.6    | 5.8     |
| <b>Background 2 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>)</b>    | 29.8               | 102.7        | 50.7                      | 40.7    | 6.2     |
| <b>Background 3 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>)</b> | 31.1               | 107.2        | 56.0                      | 42.8    | 6.3     |

Таблица 5

**Влияние минеральных удобрений на показатели качества клубней картофеля**  
(средние показатели за 3 года)

| Варианты опыта                                               | Крахмал, % |           | Сухое вещество, % |           | Витамин С, мг / 100 г |           | Нитраты, мг/кг |           |
|--------------------------------------------------------------|------------|-----------|-------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------------|-----------|
|                                                              | Сорт Садон | Сорт Фарн | Сорт Садон        | Сорт Фарн | Сорт Садон            | Сорт Фарн | Сорт Садон     | Сорт Фарн |
| <b>Фон 0 (контроль)</b>                                      | 13,3       | 13,6      | 17,9              | 18,0      | 11,2                  | 11,8      | 196            | 201       |
| <b>Фон 1 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)</b>    | 13,3       | 12,8      | 17,9              | 18,2      | 11,8                  | 11,9      | 223            | 217       |
| <b>Фон 2 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>)</b>    | 14,4       | 14,0      | 17,2              | 18,0      | 12,0                  | 11,6      | 206            | 210       |
| <b>Фон 3 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>)</b> | 15,6       | 14,3      | 18,3              | 18,8      | 12,5                  | 12,4      | 179            | 173       |

Table 5

**The influence of mineral fertilizers on the quality indicators of potato tubers (average values for 3 years)**

| Experience options                                                  | Starch, %     |              | Dry matter, % |              | Vitamin C, mg / 100g |              | Nitrates, mg/kg |              |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------|
|                                                                     | Variety Sadon | Variety Farn | Variety Sadon | Variety Farn | Variety Sadon        | Variety Farn | Variety Sadon   | Variety Farn |
| <b>Background 0 (control)</b>                                       | 13.3          | 13.6         | 17.9          | 18.0         | 11.2                 | 11.8         | 196             | 201          |
| <b>Background 1 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>)</b>    | 13.3          | 12.8         | 17.9          | 18.2         | 11.8                 | 11.9         | 223             | 217          |
| <b>Background 2 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>)</b>    | 14.4          | 14.0         | 17.2          | 18.0         | 12.0                 | 11.6         | 206             | 210          |
| <b>Background 3 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>)</b> | 15.6          | 14.9         | 18.3          | 18.8         | 12.5                 | 12.4         | 188             | 173          |

Биологическая ценность картофеля зависит от содержания и соотношения не только полезных, но и вредных веществ в клубнях. К последним относятся остатки пестицидов и нитраты [14, с. 593]. Применение минеральных удобрений, кроме положительного влияния на урожай и качество продукции, может иметь и негативные последствия. Поэтому содержание нитратов в клубнях картофеля не должно превышать предельно допустимых концентраций. В настоящее время ПДК для продовольственного картофеля – 250 мг/кг. По результатам опыта низкое содержание нитратов наблюдалось на варианте применения минеральных удобрений фон 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ): на сорте Садон – 179 мг/кг, а на сорте Фарн – 173 мг/кг. В контрольном варианте уровень нитратов составил 196 мг/кг и 201 мг/кг соответственно.

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

По результатам проводимых в 2019–2021 гг. исследований о влиянии минеральных удобрений на

сортах картофеля в агроэкологических условиях в предгорной зоны Северного Кавказа можно сделать вывод, что минеральные удобрения положительно влияют как на урожайность, так и на качество картофеля. Фенологические наблюдения показали, что на вариантах, где вносились минеральные удобрения, фазы роста и развития начинались на 3–6 дней раньше, чем в контрольном варианте. Максимальное количество клубней в одном кусте сформировалась на сорте Садон на фоне 3 ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) – 17,0 шт/куст, на сорте Фарн – фон 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) – 17,4 шт/куст, а в контроле – 14,9 и 15,2 шт/куст соответственно. Учет общей урожайности в полевом опыте показал, что минеральные удобрения положительно влияют на показатели урожайности по сравнению с контролем. Наиболее высокие показатели урожайности отмечены на варианте применения минеральных удобрений фон 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ): так, урожайность на сорте Садон – 30,3 т/га, а на сорте Фарн – 31,1 т/га.

#### Библиографический список

1. Демиденко Г. А. Качественная характеристика клубней картофеля в зависимости от применения минеральных удобрений // Вестник КрасГАУ. 2021. № 10. С. 209–215. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-209-215.
2. Гериева Ф. Т., Газданова И. О. Эффективность применения перспективных биопрепаратов нового поколения в условиях Северо-Кавказского региона // Аграрный вестник Урала. 2021. № 3 (206). С. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-2-9.
3. Алтухов А. И., Сычев В. Г., Винничек Л. Б. Развитие производства и рынка минеральных удобрений // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 6–9. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.02.
4. Балакина С. В., Осипов А. И. Роль минеральных удобрений и агротехнических приемов в формировании продуктивности нового сорта картофеля Евразия // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. 2018. № 3 (52). С. 42–47.
5. Убугунов Л. Л., Меркушева М. Г. Удобрение картофеля. Новосибирск: СО РАН, Наука, 2019. 264 с. DOI: 10.7868/978-5-02-038799-7.
6. Yodgorov N. G., Khalikov B. M. The effect of mineral fertilizer norms on the period of autumn wheat development and irrigation regime in different soil climate conditions // Вестник науки и образования. 2021. № 7-1 (110). С. 40–43.
7. Британ Т. Ю., Пирог А. В. Особенности биологических процессов в черноземе выщелоченном при выращивании картофеля под воздействием удобрений // Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты: материалы XIV Международной научно-практической конференции. Минск, 2018. С. 41–43.
8. Моляк А. А., Марухленко А. В., Еренкова Л. А., Борисова Н. П., Белоус Н. М., Ториков В. Е. Качество картофеля и картофелепродуктов в зависимости от минерального питания // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 5 (75). С. 10–15.
9. Фадькин Г. Н., Лупова Е. И., Виноградов Д. В., Ушаков Р. Н. Обоснование применения различных форм азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры и их влияние на плодородие серой лесной почвы // Вестник КрасГАУ. 2020. № 7 (160). С. 63–71. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-63-71.
10. Кучер Д. Е., Кой К., Пивень Н. П., Введенский В. В., Шуравилин А. В. Накопление биомассы картофеля и формирование его урожайности в зависимости от технологии возделывания, удобрений и сортов на серых лесных почвах Московской области // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2019. № 3 (41). С. 7–10. DOI: 10.32935/2221-7312-2019-41-3-7-10.
11. Stupnitsky D. N., Pantyukhov I. V., Bobojonov A. A., Giyosov N. K., Pulotov A. A. Dynamics of formation of yield of seed potatoes applying humic drugs [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: conference proceedings. Krasnoyarsk, 2020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/421/6/062024> (date of reference: 20.03.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/421/6/062024.

12. Vlasenko O. A., Khalipsky A. N., Stupnitsky D. N. Vegetable structure balance in agrochernozems and the quality of seed production in the field crops cultivation with elements of soil protective technologies [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 2019. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/5/052045> (date of reference: 20.03.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/315/5/052045.
13. Basiev S. S., Bekmurzov A. D., Bekuzarova S. A., Dulaev T. A., Sokolova L. B., Bolieva Z. A., Datieva M. Ch., Khodova L. D. Phytoinsecticides to fight against colorado beetle // International Scientific and Practical Conference “AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture”. Series “KnE Life Sciences”. Tyumen, 2019. Pp. 562–569. DOI: 10.18502/kl.v4i14.5643.
14. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi journal of agricultural sciences. 2018. Vol. 49. No. 4. Pp. 592–600.
15. Gazdanova I., Gerieva F., Morgoev T. The effectiveness of the use of biological preparations in the production of potatoes // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2022. Vol. 28. No. 2. Pp. 212–216.
16. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. Москва, 2019. 329 с.
17. Li J., Cang Z., Jiao F., Bai X., Zhang D., Zha R. Influence of drought stress on photosynthetic characteristics and protective enzymes of potato at seedling stage // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2017. Vol. 16. Iss. 1. Pp. 82–88. DOI: 10.1016/j.jssas.2015.03.001.
18. Наквасина Е. Н., Романов Е. М., Шабанова Е. Н., Косарева Е. Н., Кононов О. Д. Применение сапонит-содержащих материалов в качестве минерального удобрения при выращивании картофеля в Архангельской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1 (142). С. 60–68.

#### Об авторах:

Ирина Олеговна Газданова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0002-3000-8615, AuthorID 1036581; +7 909 473-98-08, [Gazdanovaira2020@gmail.com](mailto:Gazdanovaira2020@gmail.com)

Батраз Валерьевич Бекмурзов<sup>1</sup>, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0001-9227-0734, AuthorID 1045943

<sup>1</sup> Федеральный научный центр «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Владикавказ, Россия

## Productivity and quality of potatoes depending on the use of various doses of mineral fertilizers

I. O. Gazdanova<sup>1</sup>✉, B. V. Bekmurzov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Scientific Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Vladikavkaz, Russia

✉E-mail: [Gazdanovaira2020@gmail.com](mailto:Gazdanovaira2020@gmail.com)

**Annotation.** The quality indicators of potato tubers (dry matter content, starch, nitrates and heavy metals) are greatly influenced by varietal characteristics, agricultural practices, soil and climatic conditions and many other factors, among which the level of mineral nutrition is of great importance. The article presents experimental data on the study of the effect of various doses of mineral fertilizers on potatoes in the conditions of the foothill zone of North Ossetia. **The scientific novelty** lies in the fact that in the agroecological conditions of North Ossetia on the soils of leached chernozem, the influence of various doses of mineral fertilizers on the productivity and quality of potatoes was studied. **The purpose** of the study included studying the effect of various doses of mineral fertilizers on the height and number of potato stalks per bush, starch content, dry matter, and potato yield. **Research methods.** Records and observations were carried out according to the generally accepted methods described in the “Educational and Methodological Guide for Conducting Research in Agronomy”. The experience was laid in threefold sequence. Determination of the quantitative content of vitamin C in potato tubers was carried out by the Tillmans method. According to the **results** of experimental data, the use of mineral fertilizers made it possible to obtain a high yield of potatoes, so the yield on the Sadon variety was 27.9, 28.2, 30.3 t/ha, and in the control variant – 27.7 t/ha. It has been established that mineral fertilizers under the same soil and weather conditions contributed to the different development of plants, so the height of the stems of potato plants of the Farn variety is by – 2.2, 11.5, 9.4 cm higher than in the control variant. The nutritional backgrounds of the zone did not have

a significant effect on the number of years of stems, pieces, but contribute to the accumulation of starch. Mineral fertilizers contributed to an increase in the content of vitamin C in potato tubers from 11.2–12.5 mg/100 g. The highest accumulation of dry matter was noted in the Background 3 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) variant – 18.3 and 18.8 %.

**Keywords:** mineral fertilizer, potato, yield, variety, starch, vitamin C.

**For citation:** Gazdanova I. O., Bekmurzov B. V. Urozhaynost' i kachestvo kartofelya v zavisimosti ot primeneniya razlichnykh doz mineral'nykh udobreniy [Productivity and quality of potatoes depending on the use of various doses of mineral fertilizers] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 2–11. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-2-11. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 25.03.2022, **date of review:** 11.04.2022, **date of acceptance:** 25.04.2022.

### References

1. Demidenko G. A. Kachestvennaya kharakteristika klubney kartofelya v zavisimosti ot primeneniya mineral'nykh udobreniy [Qualitative characteristics of potato tubers depending on the use of mineral fertilizers] // Bulletin of KrasGAU. 2021. No. 10. Pp. 209–215. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-10-209-215. (In Russian.)
2. Gerieva F. T., Gazdanova I. O. Effektivnost' primeneniya perspektivnykh biopreparatov novogo pokoleniya v usloviyakh Severo-Kavkazskogo regiona [The effectiveness of the use of promising new generation biological products in the conditions of the North Caucasus region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 3 (206). Pp. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-206-03-2-9. (In Russian.)
3. Altukhov A. I., Sychev V. G., Vinnichuk L. B. Razvitiye proizvodstva i rynka mineral'nykh udobreniy [Development of production and market of mineral fertilizers] // Plodorodie. 2019. No. 3 (108). Pp. 6–9. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.02. (In Russian.)
4. Balakina S. V., Osipov A. I. Rol' mineral'nykh udobreniy i agrotekhnicheskikh priemov v formirovaniye produktivnosti novogo sorta kartofelya Evraziya [The role of mineral fertilizers and agricultural practices in shaping the productivity of a new potato variety Eurasia] // Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2018, No. 3 (52). Pp. 42–47. (In Russian.)
5. Ubugunov L. L., Merkusheva M. G. Udobrenie kartofelya [Potato fertilizer]. Novosibirsk: SO RAN, Nauka, 2019. 264 p. DOI: 10.7868/978-5-02-038799-7. (In Russian.)
6. Yodgorov N. G., Khalikov B. M. The effect of mineral fertilizer norms on the period of autumn wheat development and irrigation regime in different soil climate conditions // Vestnik nauki i obrazovaniya. 2021. No. 7-1 (110). Pp. 40–43. (In Russian.)
7. Britan T. Yu., Pirog A. V. Osobennosti biologicheskikh protsessov v chernozeme vyshchelochennom pri vyrashchivaniye kartofelya pod vozhdeystviem udobreniy [Features of biological processes in leached chernozem during potato cultivation under the influence of fertilizers] / Biologicheski aktivnye preparaty dlya rastenievodstva. Nauchnoe obosnovaniye – rekomendatsii – prakticheskie rezul'taty: materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Minsk, 2018. Pp. 41–43. (In Russian.)
8. Molyavko A. A., Marukhlenko A. V., Erenkova L. A., Borisova N. P., Belous N. M., Torikov V. E. Kachestvo kartofelya i kartofeleproduktov v zavisimosti ot mineral'nogo pitaniya [The quality of potatoes and potato products depending on mineral nutrition] // Vestnik Bryanskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019. No. 5 (75). Pp. 10–15. (In Russian.)
9. Fad'kin G. N., Lupova E. I., Vinogradov D. V., Ushakov R. N. Obosnovaniye primeneniya razlichnykh form azotnykh udobreniy pod sel'skokhozyaystvennyye kul'tury i ikh vliyanie na plodorodie seroy lesnoy pochvy [Rationale for the use of various forms of nitrogen fertilizers for agricultural crops and their impact on the fertility of gray forest soil] / Bulletin of KrasGAU. 2020. No. 7 (160). Pp. 63–71. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-7-63-71. (In Russian.)
10. Kucher D. E., Koy K., Piven' N. P., Vvedenskiy V. V., Shuravilin A. V. Nakopleniye biomassy kartofelya i formirovaniye ego urozhaynosti v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya, udobreniy i sortov na serykh lesnykh pochvakh Moskovskoy oblasti [Accumulation of potato biomass and the formation of its yield depending on cultivation technology, fertilizers and varieties on gray forest soils of the Moscow region] // Theoretical and Applied Problems of Agro-industry. 2019. No. 3 (41). Pp. 7–10. DOI: 10.32935/2221-7312-2019-41-3-7-10. (In Russian.)
11. Stupnitskiy D. N., Pantyukhov I. V., Bobojonov A. A., Giyosov N. K., Pulotov A. A. Dynamics of formation of yield of seed potatoes applying humic drugs [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: conference proceedings. Krasnoyarsk, 2020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/421/6/062024> (date of reference: 20.03.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/421/6/062024.
12. Vlasenko O. A., Khalipskiy A. N., Stupnitskiy D. N. Vegetable structure balance in agrochernozems and the quality of seed production in the field crops cultivation with elements of soil protective technologies [e-resource] //



IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 2019. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/5/052045> (date of reference: 20.03.2022). DOI 10.1088/1755-1315/315/5/052045.

13. Basiev S. S., Bekmurzov A. D., Bekuzarova S. A., Dulaev T. A., Sokolova L. B., Bolieva Z. A., Datieva M. Ch., Khodova L. D. Phytoinsecticides to fight against colorado beetle // International Scientific and Practical Conference “AgroSMART – Smart Solutions for Agriculture”. Series “KnE Life Sciences”. Tyumen, 2019. Pp. 562–569. DOI: 10.18502/cls.v4i14.5643.

14. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi journal of agricultural sciences. 2018. Vol. 49. No. 4. Pp. 592–600.

15. Gazdanova I., Gerieva F., Morgoev T. The effectiveness of the use of biological preparations in the production of potatoes / Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2022. Vol. 28. No. 2. Pp. 212–216.

16. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Vypusk pervyy. Obshchaya chast' [Methodology for state variety testing of agricultural crops. First release. General part]. Moscow, 2019. 329 p. (In Russian.)

17. Li J., Cang Z., Jiao F., Bai X., Zhang D., Zha R. Influence of drought stress on photosynthetic characteristics and protective enzymes of potato at seedling stage // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2017. Vol. 16. Iss. 1. Pp. 82–88. DOI: 10.1016/j.jssas.2015.03.001.

18. Nakvasina E. N., Romanov E. M., Shabanova E. N., Kosareva E. N., Kononov O. D. Primenenie saponit-soderzhashchikh materialov v kachestve mineral'nogo udobreniya pri vyrashchivanii kartofelya v Arkhangel'skoy oblasti. [The use of saponite-containing materials as a mineral fertilizer in the cultivation of potatoes in the Arkhangelsk region] // Bulletin of KrasGAU. 2019. No. 1 (142). Pp. 60–68. (In Russian.)

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

Irina O. Gazdanova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, researcher of the laboratory of molecular genetic studies of agricultural plants, ORCID 0000-0002-3000-8615, AuthorID 1036581; +7 909 473-98-08, [Gazdanovaira2020@gmail.com](mailto:Gazdanovaira2020@gmail.com)

Batrav V. Bekmurzov<sup>1</sup>, junior researcher of the laboratory of molecular genetic research of agricultural plants, ORCID 0000-0001-9227-0734, AuthorID 1045943

<sup>1</sup> Federal Scientific Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Vladikavkaz, Russia

## Результаты экологического испытания сортов ярового ячменя в южной лесостепи Южного Урала

Ю. П. Прядун<sup>1✉</sup>, Л. П. Шаталина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Челябинск, Россия

✉ E-mail: yuriy.pryadun@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследований было корректировать направление селекции ячменя в сторону создания сортов полунтенсивного и интенсивного типа для хозяйств с различным уровнем культуры земледелия по хозяйственно ценным признакам, адаптированным к условиям Челябинской области. Проведена оценка экологического испытания сортов ярового ячменя в южной лесостепной зоне Южного Урала при посеве по паровому и зерновому предшественнику. **Методы.** Исследования проводились с 2018 по 2020 гг. в условиях южной лесостепи Челябинской области ОП «Троицкое». Приведен подробный анализ параметров адаптивности: вычислены коэффициенты индекса условий среды ( $I_j$ ), коэффициенты адаптации, генетической гибкости, пластичности ( $b_j$ ) и стабильности ( $\sigma^2_d$ ). Получен отбор сортов по всем исследуемым параметрам. **Результаты** данного экологического испытания показали, что из всего набора высокая экологическая пластичность за данный период выявлена у сортов Омский 95, Орда, Нутанс 236С158, Нутанс 272F677, Нутанс 193С93, имеющих коэффициент адаптивности больше 1. Максимальную адаптивность за 3 года при посеве по зерновому предшественнику проявляли сорта Нутанс 236С158, Орда, Нутанс 272F677, Нутанс 193С93: они имели стабильно высокую урожайность и коэффициент адаптации больше 1 при любых метеоусловиях. Установлено увеличение генетической гибкости сортов при посеве по пару с 1,61 до 3,09. Для зоны рискованного земледелия выделились наиболее пластичные сорта, обладающие высоким потенциалом урожайности в любые по метеоусловиям годы: Орда, Нутанс 236С158, Нутанс 272F677, Омский 95, Нутанс 193С93 и Нутанс 207С74. Остро реагировали на изменение условий вегетации сорта Паллидум 297С151, Челябинский 99, Челябинский 96 и Нутанс 103Г177. **Научная новизна.** Определены группы изучаемых сортов по параметрам экологической пластичности и стабильности, упрощающие отбор для дальнейшего селекционного процесса. Сорта Омский 99 и Вакула могут быть использованы для селекции на засухоустойчивость.

**Ключевые слова:** сорта, яровой ячмень, урожайность, коэффициент адаптации, генетическая гибкость, пластичность, стабильность, метеоусловия.

**Для цитирования:** Прядун Ю. П., Шаталина Л. П. Результаты экологического испытания сортов ярового ячменя в южной лесостепи Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 12–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-12-20.

**Дата поступления статьи:** 04.04.2022, **дата рецензирования:** 15.04.2022, **дата принятия:** 25.04.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) является востребованной и применяемой во всех отраслях производства культурой не только на Южном Урале, но и во всем мире [1, с. 194–195]. Площадь посева ячменя в структуре посевов зерновых культур в Челябинской области достигала 397 тыс. га [2, с. 13–15]. Многими учеными установлено, что урожайность ячменя зависит от выпавших ежемесячных осадков и атмосферной температуры в течение вегетационного периода [3, с. 55–57; 4; 5]. Ячмень менее требователен к влаге, чем пшеница и овес, отличается хорошим укоренением, интенсивным ростом, а также пластичностью: в засушливые периоды растения

приостанавливают рост, а после дождей быстро отрастают [6, с. 47–56; 7, с. 93–97].

Агрометеорологические условия репродуктивного периода могут оказывать существенное влияние на урожайность ячменя. Под воздействием засухи снижается всхожесть семян, уменьшается рост зародышевых корней, задерживается формирование вторичной корневой системы, ускоряется старение листьев, сокращается период формирования зерна и т. д. [8, с. 84–97; 9, с. 798–803]. Получение высоких урожаев ярового ячменя ограничиваются биологическими и физиологическими требованиями возделываемых сортов в течение всей вегетации растений. Урожайность – наиболее показательный комплексный

признак, отражающий связь генотипа, окружающей среды и их взаимодействия [10, с. 63]. В результате воздействия климатических факторов растения ячменя получают стресс, замедляется их рост и развитие, снижается урожайность сельскохозяйственных культур [11, с. 87–114]. Для сравнения в экологическом испытании требуется выделить сорта, которые можно будет использовать как источники хозяйственно ценных признаков и устойчивости к био- и абиострессорам в условиях Южного Зауралья.

Целью исследований было корректировать направление селекции ячменя в сторону создания сортов полунтенсивного и интенсивного типа для хозяйств с различным уровнем культуры земледелия по хозяйственно ценным признакам, адаптированным к условиям Челябинской области.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Создание новых сортов, как правило, происходит с упором на высокую и стабильную урожайность, однако при таком одностороннем подходе невозможно реализовать продуктивность растений в полной мере. Потери в сельском хозяйстве США и России от различных абиотических стрессов составляют до 70–80 %. Поэтому многие селекционеры в своих исследованиях делают акцент на важность повышения адаптивности растений к контрастным погодным условиям конкретного региона с целью создания устойчивых и высокопродуктивных сортов [12, с. 31–37; 13, с. 28–31; 14, с. 30–33; 15, с. 6–8; 16, с. 5–19; 17, с. 31–38; 18, с. 16–24; 19, с. 33–36; 20, с. 190–202]. Экологическое испытание проводилось по паровому, а также по зерновому предшественнику в южной лесостепной зоне Челябинской области на опытном поле ОП «Троицкое» в трехкратной повторности, площадь деланки – 18 м<sup>2</sup>, размещение рендомизированное. Чередование культур: пар – ячмень, пшеница – ячмень. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный с содержанием гумуса 6,48 %, фосфора подвижного – 57,6 мг/кг, азота нитратного – 24,4 мг/кг, калия обменного – 17,6 мг/кг абсолютно сухой почвы; pH – 5,5, гидролитическая кислотность Нг – 3,9 мг·экв / 100 г.

Полевые испытания проведены по методическим указаниям ВИР (1981), методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). За стандарты взяты реестровые сорта ячменя Челябинской области Челябинский 96, Челябинский 99 и Омский 99.

Для оценки влияния изучаемых факторов использованы методы дисперсионного анализа Б. А. Доспехова (1985). Коэффициент адаптивности рассчитан по методике Л. А. Животкова (1994), индекс экологической пластичности – по А. А. Грязнову (1996). Коэффициент индекса условий среды ( $I_j$ ), пластичности ( $b_j$ ) и стабильности ( $\sigma^2_{d_j}$ ) определяли по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966).

#### Результаты (Results)

Южный лесостепной агроландшафт характеризуется большим количеством тепла, которым в данной зоне обеспечены не только все сорта зерновых культур, но в значительной степени и более теплолюбивые культуры. Сумма температур за период вегетации более 10 °С составляет 2000–2200 °С. Сумма фотосинтетической активной солнечной радиации (ФАР) в районе г. Троицка составляет 1264 МДж/га. Такое количество энергии дает возможность зерновым культурам сформировать урожай биомассы свыше 130 ц/га. Однако для полной реализации КПД фотосинтетически активной радиации и получения таких высоких урожаев необходимы оптимальные условия увлажнения, сбалансированный пищевой режим, а также высокая потенциальная продуктивность сортов. Что касается продуктивности сортов, то существующие сорта яровой пшеницы и ячменя селекции ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» в оптимальных условиях произрастания способны сформировать урожай на уровне 50–60 ц/га. Несколько сложнее обстоит дело с влагообеспеченностью. В южной лесостепи выпадает от 389 до 454 мм осадков за год, а за вегетационный период – лишь 175–225 мм. Сумма дефицитов влажности в этой зоне составляет 810 мм. 2018-й сельскохозяйственный год характеризовался в основном сравнительно теплой зимой, продолжительной весной с обильными осадками и контрастным летним периодом: холодной погодой в июне (I и II декады) на 2,0–2,5 °С холоднее нормы, жарким июлем и средне-и августом и сентябрем.

В 2018 году ГТК за вегетацию (май – сентябрь) составил 1,4. Погодные условия сентября способствовали созреванию культур и проведению уборочных работ.

Метеоусловия вегетационного периода 2019 года для сельскохозяйственных культур можно охарактеризовать как острозасушливые. Запасы влаги в почве позволили получить (особенно по пару) дружные всходы. От посева до выхода в трубку зерновых культур практически не было осадков, на фоне высоких температур это сильно угнетало растения. Только незначительные осадки июля немного выправили положение. В период созревания и спелости наступило похолодание с сильными ветрами и выпадением осадков. Сельскохозяйственный 2020 год в Челябинской области сложился крайне неблагоприятно для роста и развития сельскохозяйственных культур из-за погодных условий вегетационного периода, который сопровождался острой атмосферной, а потом и почвенной засухой. Засуха проявилась в мае, июне и июле в различной степени интенсивности (до 20.07.2020 г.). В результате на территории 21 сельскохозяйственного района Челябинской области с 24 июля была объявлена чрезвычайная ситуация, в мае установилась

аномально жаркая и сухая погода, осадков выпало 38 % от нормы, температура воздуха варьировала от 25 до 34 °С, на почве > 50 °С. В июне количество осадков составило всего 45 % от нормы, а в более южных районах области – еще меньше. Засушливость отмечалась во все периоды развития полевых культур. Высокие температуры и низкая влажность воздуха привели к низкому кущению, формированию короткого колоса, стерилизации пыльцы при цветении и череззернице в колосе. Избыточное увлажнение второй половины вегетации привело к образованию подгона, а это крайне негативно сказалось на формировании спелости ярового ячменя. Произошла вспышка малолетней засоренности в посевах, что предопределило дальнейшее снижение урожайности культуры и трудности при уборке.

В результате экологического испытания в ОП «Троицкое» при посеве ярового ячменя по зерновому предшественнику установлено, что урожайность сортов существенно зависела от метеоусловий года (таблица 1). За 2018–2020 годы урожайность сортов изменялась от 0,39 до 3,12 т/га. Метеоусловия указанных лет привели к изменениям продуктивности сортов в среднем на 0,67–1,54 т/га. При посеве по зерновому предшественнику изменчивость урожайности сортов по коэффициенту вариации в 2019 году была средняя – 17 %, в 2018 – 28 %, в 2020 году – значительная (41 %).

Урожайность сортов ярового ячменя по зерновому предшественнику изменялась в среднем за 2018–2020 гг. от 0,84 до 2,38 т/га. Выделился по продуктивности в среднем за три года сорт **Нутанс 236С158**. Существенной разницы по фактору «сорт» за три года не установлено. В 2018 и 2019 гг. лидерами по продуктивности были **Нутанс 236С158**, **Нутанс 207С74** и **Нутанс193С93**, **Яик**.

В засушливые 2019 и 2020 гг. высокой урожайностью отличились сорта Орда, **Нутанс 236С158**, **Нутанс 272F677**.

Коэффициент адаптации сортов показал экологическую пластичность каждого сорта в условиях вегетации года. Наименьший коэффициент адаптации (ниже 1) был у сортов Челябинский 99, Челябинский 96, Паллидум 297С151, Нутанс 103G177. У остальных сортов коэффициент менялся в зависимости от условий года. Максимальную адаптивность за 3 года проявляли сорта Нутанс 236С158, Орда, Нутанс 272F677, Нутанс193С93, они имели стабильно высокую урожайность и коэффициент адаптации больше 1 при любых метеоусловиях.

Наибольшую генетическую гибкость (более 2) среди изучаемых сортов проявили Нутанс 236С158, Нутанс 194С21, Нутанс 193С93. Коэффициент регрессии  $b_i$  (пластичность) показывает, что отклик генотипа сорта на условия выращивания слабее у сортов Омский 99 и Вакула, такие сорта лучше ис-

Таблица 1

**Результаты экологического сортоиспытания ярового ячменя в ОП «Троицкое» по зерновому предшественнику за 2018–2020 гг.**

| Сорт<br>(фактор А)                                                                  | Годы<br>(фактор В) |             |             | Коэффициент<br>адаптации |             |             | Генетическая<br>гибкость<br>$Y_{\max} + Y_{\min}/2$ | $b_i$       | $\sigma_d$  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                                                                                     | 2018               | 2019        | 2020        | 2018                     | 2019        | 2020        |                                                     |             |             |
| <b>Челябинский 99 (стандарт)</b>                                                    | 2,21               | 1,47        | 0,70        | 0,93                     | 0,86        | 0,83        | 1,45                                                | 0,98        | <b>0,00</b> |
| Челябинец 1                                                                         | 2,40               | 1,59        | 0,59        | 1,01                     | 0,93        | 0,70        | 1,50                                                | 1,17        | <b>0,00</b> |
| Челябинский 96                                                                      | 2,21               | 1,24        | 0,62        | 0,93                     | 0,72        | 0,74        | 1,41                                                | 1,02        | 0,05        |
| Максимум                                                                            | 2,55               | 1,83        | 0,80        | 1,07                     | 1,07        | 0,95        | 1,67                                                | 1,14        | <b>0,00</b> |
| Яик                                                                                 | 2,80               | <b>2,01</b> | 0,69        | 1,18                     | <b>1,18</b> | 0,82        | 1,74                                                | <b>1,38</b> | 0,01        |
| Уреньга                                                                             | 2,45               | 1,82        | 0,45        | 1,03                     | 1,06        | 0,54        | 1,45                                                | 1,31        | 0,04        |
| Нургуш                                                                              | 2,48               | 1,82        | 0,56        | 1,04                     | 1,06        | 0,67        | 1,52                                                | 1,26        | 0,02        |
| Омский 95                                                                           | 2,08               | 1,99        | 0,87        | 0,87                     | <b>1,16</b> | 1,04        | 1,48                                                | 0,81        | 0,13        |
| Омский 99                                                                           | 0,74               | 0,93        | 1,22        | 0,31                     | 0,54        | 1,45        | 0,98                                                | –0,31       | <b>0,00</b> |
| Вакула                                                                              | 1,21               | 1,32        | 1,65        | 0,88                     | 0,77        | <b>1,96</b> | 1,43                                                | –0,29       | <b>0,00</b> |
| Орда                                                                                | 2,47               | 1,97        | <b>1,08</b> | <b>1,04</b>              | <b>1,15</b> | <b>1,28</b> | 1,78                                                | 0,91        | 0,01        |
| <b>Нутанс 236С158</b>                                                               | <b>3,07</b>        | 1,90        | <b>1,44</b> | <b>1,29</b>              | <b>1,11</b> | <b>1,71</b> | <b>2,25</b>                                         | 1,03        | 0,14        |
| Нутанс 272F677                                                                      | 2,71               | 1,97        | <b>1,19</b> | <b>1,14</b>              | <b>1,15</b> | <b>1,42</b> | 1,95                                                | 0,98        | <b>0,00</b> |
| Паллидум 297С151                                                                    | 2,05               | 1,69        | 0,43        | 0,86                     | 0,92        | 0,51        | 1,24                                                | 1,07        | 0,08        |
| Рикотензе 230 G 469                                                                 | 2,51               | 1,81        | 0,39        | 1,05                     | 1,06        | 0,46        | 1,45                                                | <b>1,39</b> | 0,03        |
| Нутанс 207С74                                                                       | 2,89               | <b>2,04</b> | 0,82        | 1,21                     | 1,19        | 0,98        | 1,85                                                | 1,35        | <b>0,00</b> |
| Нутанс 238С204                                                                      | 2,60               | 1,63        | 0,77        | 1,09                     | 0,95        | 0,92        | 1,68                                                | 1,18        | 0,02        |
| Нутанс194С21                                                                        | <b>3,12</b>        | 1,58        | 1,08        | <b>1,31</b>              | 0,92        | 1,20        | <b>2,1</b>                                          | 1,29        | 0,29        |
| Нутанс193С93                                                                        | <b>3,08</b>        | <b>2,06</b> | 0,93        | <b>1,29</b>              | <b>1,20</b> | <b>1,11</b> | <b>2,00</b>                                         | <b>1,39</b> | 0,01        |
| Нутанс103G177                                                                       | 2,01               | 1,63        | 0,58        | 0,84                     | 0,95        | 0,69        | 1,30                                                | 0,94        | 0,04        |
| <b>Среднее по сортам <math>X_{\text{ср}}</math>, т/га</b>                           | 2,38               | 1,71        | 0,84        |                          |             |             |                                                     |             |             |
| <b>Коэффициент вариации <math>V</math>, %</b>                                       | 28,4               | 17,4        | 40,7        | 21,8                     | 17,7        | 40,5        |                                                     |             |             |
| HCP <sub>05</sub> A = 0,66 т/га (несущественная)<br>HCP <sub>05</sub> B = 0,25 т/га |                    |             |             |                          |             |             |                                                     |             |             |
| $I_j$ – индекс изменчивости условий среды                                           | 7,35               | 0,68        | –8,04       |                          |             |             |                                                     |             |             |



Table 1  
Results of ecological variety testing of spring barley in the GP "Troitskoe"  
on the grain predecessor for the period 2018–2020

| Variety<br>(factor A)                                                              | Years<br>(factor B) |             |             | Coefficient of<br>adaptation |             |             | Genetic<br>flexibility<br>$Y_{\max} + Y_{\min}/2$ | $b_i$       | $\sigma^2_d$ |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------------------------|-------------|--------------|
|                                                                                    | 2018                | 2019        | 2020        | 2018                         | 2019        | 2020        |                                                   |             |              |
| <b>Chelyabinsk 99 (standard)</b>                                                   | 2.21                | 1.47        | 0.70        | 0.93                         | 0.86        | 0.83        | 1.45                                              | 0.98        | <b>0.00</b>  |
| Chelyabinsk 1                                                                      | 2.40                | 1.59        | 0.59        | 1.01                         | 0.93        | 0.70        | 1.50                                              | 1.17        | <b>0.00</b>  |
| Chelyabinsk 96                                                                     | 2.21                | 1.24        | 0.62        | 0.93                         | 0.72        | 0.74        | 1.41                                              | 1.02        | 0.05         |
| Maksimus                                                                           | 2.55                | 1.83        | 0.80        | 1.07                         | 1.07        | 0.95        | 1.67                                              | 1.14        | <b>0.00</b>  |
| Yaik                                                                               | 2.80                | <b>2.01</b> | 0.69        | 1.18                         | <b>1.18</b> | 0.82        | 1.74                                              | <b>1.38</b> | 0.01         |
| Uren'ga                                                                            | 2.45                | 1.82        | 0.45        | 1.03                         | 1.06        | 0.54        | 1.45                                              | 1.31        | 0.04         |
| Nurgush                                                                            | 2.48                | 1.82        | 0.56        | 1.04                         | 1.06        | 0.67        | 1.52                                              | 1.26        | 0.02         |
| Omsk 95                                                                            | 2.08                | 1.99        | 0.87        | 0.87                         | <b>1.16</b> | 1.04        | 1.48                                              | 0.81        | 0.13         |
| Omsk 99                                                                            | 0.74                | 0.93        | 1.22        | 0.31                         | 0.54        | 1.45        | 0.98                                              | –0.31       | <b>0.00</b>  |
| Vakula                                                                             | 1.21                | 1.32        | 1.65        | 0.88                         | 0.77        | <b>1.96</b> | 1.43                                              | –0.29       | <b>0.00</b>  |
| Orda                                                                               | 2.47                | 1.97        | <b>1.08</b> | <b>1.04</b>                  | <b>1.15</b> | <b>1.28</b> | 1.78                                              | 0.91        | 0.01         |
| <b>Nutans 236C158</b>                                                              | <b>3.07</b>         | 1.90        | <b>1.44</b> | <b>1.29</b>                  | <b>1.11</b> | <b>1.71</b> | <b>2.25</b>                                       | 1.03        | 0.14         |
| Nutans 272F677                                                                     | 2.71                | 1.97        | <b>1.19</b> | <b>1.14</b>                  | <b>1.15</b> | <b>1.42</b> | 1.95                                              | 0.98        | <b>0.00</b>  |
| Pallidum 297C151                                                                   | 2.05                | 1.69        | 0.43        | 0.86                         | 0.92        | 0.51        | 1.24                                              | 1.07        | 0.08         |
| Rikotenze 230 G 469                                                                | 2.51                | 1.81        | 0.39        | 1.05                         | 1.06        | 0.46        | 1.45                                              | <b>1.39</b> | 0.03         |
| Nutans 207C74                                                                      | 2.89                | <b>2.04</b> | 0.82        | 1.21                         | 1.19        | 0.98        | 1.85                                              | 1.35        | <b>0.00</b>  |
| Nutans 238C204                                                                     | 2.60                | 1.63        | 0.77        | 1.09                         | 0.95        | 0.92        | 1.68                                              | 1.18        | 0.02         |
| Nutans 194C21                                                                      | <b>3.12</b>         | 1.58        | 1.08        | <b>1.31</b>                  | 0.92        | 1.20        | <b>2.1</b>                                        | 1.29        | 0.29         |
| Nutans 193C93                                                                      | <b>3.08</b>         | <b>2.06</b> | 0.93        | <b>1.29</b>                  | <b>1.20</b> | <b>1.11</b> | <b>2.00</b>                                       | <b>1.39</b> | 0.01         |
| Nutans 103 G 177                                                                   | 2.01                | 1.63        | 0.58        | 0.84                         | 0.95        | 0.69        | 1.30                                              | 0.94        | 0.04         |
| Average by grade, $X_{\text{average}}$ , t/ha                                      | 2.38                | 1.71        | 0.84        |                              |             |             |                                                   |             |              |
| Coefficient of variation $V$ , %                                                   | 28.4                | 17.4        | 40.7        | 21.8                         | 17.7        | 40.5        |                                                   |             |              |
| $HCP_{05}A = 0,66 \text{ t/ha (non essential)}$<br>$HCP_{05}B = 0,25 \text{ t/ha}$ |                     |             |             |                              |             |             |                                                   |             |              |
| $I_j$ – index of variability of environmental conditions                           | 7,35                | 0,68        | –8,04       |                              |             |             |                                                   |             |              |

пользовать для экстенсивного фона выращивания, они дадут наибольшую отдачу при минимуме затрат.

Высокой пластичностью (1,38–1,39), отзывчивостью из испытываемых сортов генотипа обладали сорта Яик, Рикотензе 230G469, Нутанс 193C93. Стабильность сортов  $\sigma^2_d$  в большинстве случаев достоверно различна ( $F_{\phi} > F_{05}$  при  $F_{05} = 4,41$ ), за исключением сортов Омский 99, Челябинец 1.

По параметрам экологической пластичности и стабильности все изучаемые сорта ярового ячменя при посеве по зерновому предшественнику в южной лесостепной зоне можно сгруппировать в 4 группы:

1) высокоинтенсивные сорта: высокопластичные и стабильные, обладающие свойством большой отзывчивости, требовательные к высокому уровню агротехники (Челябинский 99, Челябинец 1, Максимум, Яик, Уреньга, Нургущ, Нутанс 272F677, Рикотензе 230G469, Нутанс 207C74, Нутанс 238C204, Нутанс 193C93);

2) сорта полунинтенсивного типа: низкопластичные и стабильные, слабее реагируют на изменение условий среды, чем весь набор изучаемых сортов (Омский 99, Вакула, Орда, Нутанс 103G177);

3) сорта, имеющие полное соответствие изменению урожайности и условий выращивания (Челябинский 96, Нутанс 236C158);

4) менее ценные сорта, так как их отзывчивость сочетается с низкой стабильностью (сорта Омский 95, Паллидум 297C151, Нутанс 194C21).

В результате экологического испытания сортов ярового ячменя южной лесостепной зоне при посеве по пару установлено, что высокий уровень урожайности проявился в благоприятный 2018 год в среднем по сортам – 5,36 т/га (таблица 2).

Максимальную урожайность имели сорта Нургущ, Орда, Рикотензе 230G469. Различия по сортам достигали 1,8 т/га. В 2019 и 2020 гг. в среднем урожайность сортов снизилась на 1,17–4,56 т/га за счет изменения метеоусловий вегетационного периода. В условиях засухи наибольшую урожайность показали сорта Вакула, Нутанс 236C158, Нутанс 272F677 по сравнению с другими сортами. Многорядные селекционные линии в условиях засухи первой половины вегетации культуры значительно уступили по продуктивности двурядным формам.

Наиболее значительный коэффициент вариации урожайности сортов был отмечен в 2020 г. – 37,9 %.

Экологическая пластичность за три года по коэффициенту адаптации наиболее сильно проявилась у сортов Омский 95, Орда, Нутанс 236C158, Нутанс 272F677 (более 1) при стабильно высокой урожайности. Меньшая экологическая пластичность выявлена у многорядного ячменя Паллидум 297C151, у остальных сортов она изменялась в зависимости от климатических условий. Максимальная генетическая гибкость установлена у сортов Орда, Нутанс 236C158, Нутанс 272F677 и составила 3,48–3,61.

Коэффициент регрессии показал, что реакция сортов Вакула, Омский 99, Челябинский 99 на изменение условий среды слабее, чем у всего набора, следовательно, их лучше использовать на экстенсивных фонах при минимуме затрат.

По параметрам экологической пластичности и стабильности при посеве ярового ячменя по паровому предшественнику сорта разделились на группы.

1. Высокоинтенсивные сорта: высокопластичные и стабильные, с большой отзывчивостью, требовательные к высокому уровню агротехники (Максимус, Яик, Уреньга, Нургуш, Орда).

2. Полуинтенсивные сорта: низкопластичные и стабильные, слабее реагируют на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов (Челябинский 99, Челябинец 1, Омский 99, Вакула, Нутанс 236С158, Паллидум 297С151, Нутанс 207С74, Нутанс 238С204, Нутанс 194С21).

3. Сорта, имеющие полное соответствие изменений урожайности изменению условий выращивания (Челябинский 96, Омский 95, Нутанс 272F677, Нутанс 193С93, Нутанс 103G177).

4. Сорт Рикотензе 230G469 в условиях 2018–2020 гг. по параметрам экологической пластично-

сти и устойчивости имел высокую отзывчивость в сочетании с меньшей стабильностью и несколько уступал другим из этого набора.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. В условиях южной лесостепи Челябинской области на почвах чернозема выщелоченного большого значения для роста и развития растений ярового ячменя имеют условия увлажнения и высокий температурный режим в период созревания.

2. При дефиците влагообеспеченности растений в этой зоне урожайность зерна ярового ячменя в экологическом испытании была максимальной в 2018 и 2019 гг. по паровому предшественнику. У сортов Нургуш, Орда, Рикотензе 230G469 в 2018 г. урожайность достигала 6,08–6,13 т/га. Наименее благоприятным для роста и развития растений был 2020 г.: различия по предшественникам были незначимы, урожайность зерна составляла 0,80–0,84 т/га.

3. Средняя урожайность сортов при посеве по паровому предшественнику в сравнении с благоприятным 2018 г. снижалась в 2019 г. с 5,36 до 4,19 т/га, в 2020 г. – до 0,80 т/га. По зерновому предшественнику средняя урожайность изменялась с 2,38 т/га в 2018 г. до 1,71 т/га 2019 г. и до 0,84 т/га в 2020 г.

Таблица 2  
Результаты экологического сортоиспытания ярового ячменя в ОП «Троицкое» по паровому предшественнику за период 2018–2020 гг.

| Сорт<br>(фактор А)                                                                  | Годы<br>(фактор В) |             |             | Коэффициент<br>адаптации |             |             | Генетическая<br>гибкость<br>$Y_{\max} + Y_{\min}/2$ | Пластич-<br>ность,<br>отклик<br>генотипа<br>$b_i$ | Стабильность<br>$\sigma^2_d$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|
|                                                                                     | 2018               | 2019        | 2020        | 2018                     | 2019        | 2020        |                                                     |                                                   |                              |
| <b>Челябинский 99<br/>(стандарт)</b>                                                | 5,15               | 3,50        | 1,08        | 0,96                     | 0,84        | 1,35        | 3,11                                                | 0,85                                              | 0,23                         |
| Челябинец 1                                                                         | 5,37               | 3,75        | 0,76        | 1,0                      | 0,89        | 0,95        | 3,06                                                | 0,98                                              | 0,12                         |
| Челябинский 96                                                                      | 5,49               | 3,79        | 0,67        | 1,02                     | 0,90        | 0,84        | 3,08                                                | 1,03                                              | 0,13                         |
| Максимус                                                                            | 5,36               | 4,15        | 0,74        | 1,0                      | 0,99        | 0,92        | 3,05                                                | 1,01                                              | <b>0,00</b>                  |
| Яик                                                                                 | 5,69               | 4,33        | 0,70        | 1,06                     | 1,03        | 0,88        | 3,19                                                | 1,09                                              | <b>0,00</b>                  |
| Уреньга                                                                             | 5,34               | 4,05        | 0,45        | 1,0                      | 0,97        | 0,56        | 2,89                                                | 1,07                                              | <b>0,00</b>                  |
| Нургуш                                                                              | <b>6,13</b>        | 4,38        | 0,47        | 1,14                     | 1,04        | 0,59        | 3,30                                                | <b>1,22</b>                                       | 0,06                         |
| Омский 95                                                                           | 5,40               | 5,10        | 0,90        | <b>1,01</b>              | <b>1,22</b> | <b>1,12</b> | 3,15                                                | 1,04                                              | 0,45                         |
| Омский 99                                                                           | 4,33               | 3,94        | 0,86        | 0,81                     | 0,94        | 1,08        | 2,59                                                | 0,80                                              | 0,15                         |
| Вакула                                                                              | 4,78               | <b>4,68</b> | <b>1,44</b> | 0,89                     | 1,12        | 1,8         | 3,11                                                | 0,78                                              | 0,35                         |
| Орда                                                                                | <b>6,10</b>        | 4,26        | 0,94        | <b>1,14</b>              | <b>1,02</b> | <b>1,18</b> | <b>3,52</b>                                         | <b>1,10</b>                                       | 0,17                         |
| <b>Нутанс 236С158</b>                                                               | 5,63               | <b>4,92</b> | <b>1,33</b> | <b>1,05</b>              | <b>1,17</b> | <b>1,66</b> | <b>3,48</b>                                         | 0,97                                              | 0,09                         |
| Нутанс 272F677                                                                      | 5,94               | <b>4,56</b> | <b>1,28</b> | <b>1,11</b>              | <b>1,09</b> | <b>1,6</b>  | <b>3,61</b>                                         | 1,01                                              | <b>0,02</b>                  |
| Паллидум 297С151                                                                    | 4,65               | 3,18        | 0,49        | 0,87                     | 0,76        | 0,61        | 2,57                                                | 0,89                                              | 0,10                         |
| Рикотензе 230 G 469                                                                 | <b>6,08</b>        | 4,05        | 0,37        | 1,13                     | 0,97        | 0,54        | 3,22                                                | <b>1,22</b>                                       | 0,20                         |
| Нутанс 207С74                                                                       | 5,19               | 4,14        | 0,87        | 0,97                     | 0,99        | 1,09        | 3,03                                                | 0,95                                              | <b>0,00</b>                  |
| Нутанс 238С204                                                                      | 4,88               | 4,51        | 0,68        | 0,91                     | 1,08        | 0,85        | 2,78                                                | 0,97                                              | 0,31                         |
| Нутанс 194С21                                                                       | 5,00               | 4,38        | 0,91        | 0,93                     | 1,04        | 1,14        | 2,95                                                | 0,93                                              | 0,11                         |
| Нутанс 193С93                                                                       | 5,26               | 4,40        | 0,74        | 0,98                     | 1,05        | 0,92        | 3,00                                                | 1,01                                              | 0,05                         |
| Нутанс 103 G 177                                                                    | 5,38               | 3,76        | 0,41        | 1,0                      | 0,9         | 0,51        | 2,89                                                | 1,07                                              | 0,07                         |
| $X_{\text{ср.}} \text{ т/га}$                                                       | 5,36               | 4,19        | 8,0         |                          |             |             |                                                     |                                                   |                              |
| Коэффициент<br>вариации $V, \%$                                                     | 9,12               | 11,10       | 37,9        |                          |             |             |                                                     |                                                   |                              |
| HCP <sub>05</sub> A = 0,63 т/га (несущественная)<br>HCP <sub>05</sub> B = 0,24 т/га |                    |             |             |                          |             |             |                                                     |                                                   |                              |
| $Ij$ – индекс<br>изменчивости<br>условий среды                                      | 19,06              | 7,40        | 26,47       |                          |             |             |                                                     |                                                   |                              |

Table 2

The results of ecological varietal testing of spring barley in the GP "Troitskoye" for the steam predecessor for the period 2018–2020

| Variety<br>(factor A)                                              | Years<br>(factor B) |       |       | Coefficient<br>of adaptation |      |      | Genetic<br>flexibility<br>$Y_{\min}^+ + Y_{\max}^- / 2$ | Plasticity,<br>genotype<br>response<br>$b_i$ | Stability<br>$\sigma_d^2$ |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|-------|------------------------------|------|------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|
|                                                                    | 2018                | 2019  | 2020  | 2018                         | 2019 | 2020 |                                                         |                                              |                           |
| Chelyabinsk 99 (standard)                                          | 5.15                | 3.50  | 1.08  | 0.96                         | 0.84 | 1.35 | 3.11                                                    | 0.85                                         | 0.23                      |
| Chelyabinsk 1                                                      | 5.37                | 3.75  | 0.76  | 1.0                          | 0.89 | 0.95 | 3.06                                                    | 0.98                                         | 0.12                      |
| Chelyabinsk 96                                                     | 5.49                | 3.79  | 0.67  | 1.02                         | 0.90 | 0.84 | 3.08                                                    | 1.03                                         | 0.13                      |
| Maksimus                                                           | 5.36                | 4.15  | 0.74  | 1.0                          | 0.99 | 0.92 | 3.05                                                    | 1.01                                         | 0.00                      |
| Yaik                                                               | 5.69                | 4.33  | 0.70  | 1.06                         | 1.03 | 0.88 | 3.19                                                    | 1.09                                         | 0.00                      |
| Uren'ga                                                            | 5.34                | 4.05  | 0.45  | 1.0                          | 0.97 | 0.56 | 2.89                                                    | 1.07                                         | 0.00                      |
| Nurgush                                                            | 6.13                | 4.38  | 0.47  | 1.14                         | 1.04 | 0.59 | 3.30                                                    | 1.22                                         | 0.06                      |
| Omsk 95                                                            | 5.40                | 5.10  | 0.90  | 1.01                         | 1.22 | 1.12 | 3.15                                                    | 1.04                                         | 0.45                      |
| Omsk 99                                                            | 4.33                | 3.94  | 0.86  | 0.81                         | 0.94 | 1.08 | 2.59                                                    | 0.80                                         | 0.15                      |
| Vakula                                                             | 4.78                | 4.68  | 1.44  | 0.89                         | 1.12 | 1.8  | 3.11                                                    | 0.78                                         | 0.35                      |
| Orda                                                               | 6.10                | 4.26  | 0.94  | 1.14                         | 1.02 | 1.18 | 3.52                                                    | 1.10                                         | 0.17                      |
| Nutans 236C158                                                     | 5.63                | 4.92  | 1.33  | 1.05                         | 1.17 | 1.66 | 3.48                                                    | 0.97                                         | 0.09                      |
| Nutans 272F677                                                     | 5.94                | 4.56  | 1.28  | 1.11                         | 1.09 | 1.6  | 3.61                                                    | 1.01                                         | 0.02                      |
| Pallidum 297C151                                                   | 4.65                | 3.18  | 0.49  | 0.87                         | 0.76 | 0.61 | 2.57                                                    | 0.89                                         | 0.10                      |
| Rikotenze 230 G 469                                                | 6.08                | 4.05  | 0.37  | 1.13                         | 0.97 | 0.54 | 3.22                                                    | 1.22                                         | 0.20                      |
| Nutans 207C74                                                      | 5.19                | 4.14  | 0.87  | 0.97                         | 0.99 | 1.09 | 3.03                                                    | 0.95                                         | 0.00                      |
| Nutans 238C204                                                     | 4.88                | 4.51  | 0.68  | 0.91                         | 1.08 | 0.85 | 2.78                                                    | 0.97                                         | 0.31                      |
| Nutans 194C21                                                      | 5.00                | 4.38  | 0.91  | 0.93                         | 1.04 | 1.14 | 2.95                                                    | 0.93                                         | 0.11                      |
| Nutans 193C93                                                      | 5.26                | 4.40  | 0.74  | 0.98                         | 1.05 | 0.92 | 3.00                                                    | 1.01                                         | 0.05                      |
| Nutans 103 G 177                                                   | 5.38                | 3.76  | 0.41  | 1.0                          | 0.9  | 0.51 | 2.89                                                    | 1.07                                         | 0.07                      |
| Average by grade, $X_{average}$ t/ha                               | 5.36                | 4.19  | 8.0   |                              |      |      |                                                         |                                              |                           |
| Coefficient of variation $V$ , %                                   | 9.12                | 11.10 | 37.9  |                              |      |      |                                                         |                                              |                           |
| $HCP_{05}A = 0.63$ t/ha (non essential)<br>$HCP_{05}B = 0.24$ t/ha |                     |       |       |                              |      |      |                                                         |                                              |                           |
| $I_j$ – Index of variability of environmental conditions           | 19,06               | 7,40  | 26,47 |                              |      |      |                                                         |                                              |                           |

Agrotechnologies

4. Анализ за 2018–2020 гг. показал, что для зоны рискованного земледелия подходят наиболее пластичные сорта, обладающие высоким потенциалом урожайности в любые по метеословиям годы: Орда, Нутанс 236C158, Нутанс 272F677, Омский 95 при посеве по пару, по зерновому предшественнику к этим сортам добавляются Нутанс 193C93 и Нутанс 207C74.

5. Остро реагировали на изменение условий вегетации сорта Паллидум 297C151, Челябинский 99, Челябинский 96 и Нутанс 103G177.

6. Сорта Омский 99 и Вакула могут быть использованы для селекции на засухоустойчивость.

Для обеспечения высокой урожайности ярового ячменя в условиях южной лесостепной зоны Южного Урала при различных агротехнологиях возделывания рекомендуются сорта высокоинтенсивного и полунинтенсивного типов.

### Библиографический список

1. Miralles D. J., Abeledo G. L., Prado S. A., Chenu K., Serrago R. A., Savin R. Barley // V. O. Sadras, D. F. Calderini (eds.). Crop Physiology Case Histories for Major Crops. Cambridge, MA: Academic Press; 2021. Pp. 164–195. DOI: 10.1016/B978-0-12-819194-1.00004-9.
2. Прядун Ю. П. Моделирование интенсивных идиотипов сортов ярового ячменя для Уральского региона // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 57–63. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-84-4-57-63.
3. Иваненко А. С., Логинов Ю. П., Белкина Р. И., Казак А. А., Тоболова Г. В., Якубышина Л. И. Растениеводство Северного Зауралья. Тюмень, 2017. 308 с.
4. Елисеев И. П., Елисеева Л. В., Степанов А. В. Динамика продуктивности ячменя и стоимости зерна в зависимости от погодных условий в Чувашской республике // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 13–20.
5. Wiegmann M., Maurer A., Pham A., March T. J., Al-Abdallat A., Thomas W. T. B., Bull H. J., Shahid M., Eglinton J., Baum M., Flavell A. J., Tester M., Pillen K. [e-resource]. Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues // Scientific Reports. 2019. Vol. 9. Article number. 6397. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-42673-1> (date of reference: 02.04.2022).

6. Грязнов А. А., Романова О. В., Грязнова О. А. Нетрадиционные сорта ячменя в животноводстве (обзор) // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. № 7. С. 47–56.
7. Скороходов В. Ю. Урожайность ячменя в шестипольных севооборотах на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 93–97.
8. Митрофанов Д. В., Ткачева Т. А. Воздействие агрометеорологических условий, минеральных удобрений, предшественников и влажности почвы на урожайность зерна ярового ячменя в степной зоне Южного Урала // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 4 (64). С. 84–97.
9. Якубышина Л. И. Селекция ячменя в Тюменской области // Современные научно-практические решения в АПК: сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Тюмень, 2017. С. 798–803.
10. Vaezi B., Pour-Aboughadareh A., Mohammadi R., Meh raban A., Hossein-Pour T., Koohkan. E. et al. Integrating different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high yielding barley genotypes // Euphytica. 2019. No. 215 (4). Article number 63. DOI: 10.1007/s10681-019-2386-5. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-019-2386-5> (date of reference: 02.04.2022).
11. Kendal E. Effects of ecological factors on spring barley genotypes // N. Eslem (ed.). *Hordeum vulgare: Production, Cultivation and Uses*. New-York, NY: Nova Science Publishers, 2021. Pp. 87–114.
12. Юсова О. А., Николаев П. Н. Изменение урожайности и качества зерна ячменя с повышением адаптивности сортов // Зерновое хозяйство России. 2021. № 2 (74). С. 75–80. DOI: 10/31367/2079-8725-2021-74-2-75-80.
13. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А., Липшин А. Г. Адаптивный потенциал ячменя Восточно-Сибирской селекции // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 5. С. 28–31.
14. Левакова О. В., Ерошенко Л. М., Ерошенко А. Н., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Дедушев И. А., Болдырев М. А. Оценка зерновой продуктивности и адаптивности отечественных и зарубежных сортов ярового ячменя в условиях Нечернозёмной зоны РФ // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 30–33. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33.
15. Creissen H. E., Jorgensen T. H., Brown J. K. M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes // Crop Protection. 2016. Vol. 85. Pp. 6–8.
16. Бакулина А. В., Широких И. Г. Подходы к повышению продуктивности и адаптивности ячменя с помощью технологий генетической модификации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 1. С. 5–19. DOI: 10.30766/2072-9081.20.1.05-19.
17. Борисов Б. Б., Исламова Ч. М., Фатыхов И. Ш., Мазунина Н. И. Экологическая пластичность и адаптивность сортов ярового ячменя в абиотических условиях Среднего Предуралья // Пермский аграрный вестник. 2020. № 2 (30). С. 31–38. DOI: 10.24411/2307-2873-2020-10031.
18. Герасимов С. А. Селекционно-ценные образцы ячменя коллекции ВИР по параметрам адаптивности, продуктивности и качества зерна // Вестник НГАУ. 2020. № 4 (57). С. 16–24. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-16-24.
19. Максимов Р. А., Киселев Ю. А. Сравнительная оценка адаптивности и стабильности нового сорта ячменя Памяти Чепелева // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 6. С. 33–36. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10608.
20. Гудзенко В. Н., Полищук Т. П., Бабий О. О., Худолий Л. В. Урожайность и адаптивность мироновских сортов ярового ячменя разных периодов селекционной работы // Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т. 14. № 2. С. 190–202. DOI: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766.

#### Об авторах:

Юрий Петрович Прыдун<sup>1</sup> кандидат сельскохозяйственных наук, и. о. заведующего лабораторией селекции ячменя, ORCID 0000-0003-3623-1110, AuthorID 966322; [yuriy.pryadun@mail.ru](mailto:yuriy.pryadun@mail.ru)

Любовь Петровна Шаталина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0002-8651-5288, AuthorID 618148; [lubashatalina@mail.ru](mailto:lubashatalina@mail.ru)

<sup>1</sup> Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Челябинск, Россия



## Results of ecological testing of spring barley varieties in the southern forest-steppe of the Southern Urals

Yu. P. Pryadun<sup>1✉</sup>, L. P. Shatalina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Chelyabinsk Research Institute of Agriculture, Chelyabinsk, Russia

✉E-mail: yuriy.pryadun@mail.ru

**Abstract.** The aim of the research was to adjust the direction of barley breeding towards the creation of semi-intensive and intensive varieties, for farms with different levels of agricultural culture, according to economically valuable characteristics adapted to the conditions of the Chelyabinsk region. An assessment of the ecological testing of spring barley varieties in the southern forest-steppe zone of the Southern Urals during sowing according to the fallow and grain predecessor for 2018 – 2020 of the parameters of ecological adaptability in yield was carried out. **Methods.** The studies were conducted from 2018 to 2020. In the conditions of the southern forest-steppe of the Chelyabinsk region, GP “Troitskoe”. A detailed analysis of the adaptability parameters is given: the coefficients of the environmental conditions index ( $I_j$ ), the coefficients of adaptation, genetic flexibility, plasticity ( $b_i$ ) and stability ( $\sigma^2_d$ ) are calculated. The selection of varieties for all studied parameters was obtained. **Results.** The results of this environmental test showed that of the whole set, the varieties have high ecological plasticity for this period: Omsk 95, Orda, Nutans 236C158, Nutans 272F677, Nutans 193C93 with an adaptability coefficient greater than 1. Nutans 236C158, Orda, Nutans 272F677, Nutans 193C93 showed the maximum adaptability for 3 years when sowing according to the grain predecessor, they had a consistently high yield and an adaptation coefficient greater than 1 under any weather conditions. An increase in the genetic flexibility of varieties was found when sowing in pairs from 1.61 to 3.09. For the zone of risky farming, the most plastic varieties with a high yield potential in any weather conditions were distinguished: Orda, Nutans 236C158, Nutans 272F677, Omsk 95, Nutans 193C93 and Nutans 207C74. Pallidum 297C151, Chelyabinsk 99, Chelyabinsk 96 and Nutans 103G177 varieties reacted sharply to changes in vegetation conditions. **Scientific novelty.** Groups of the studied varieties have been identified according to the parameters of ecological plasticity and stability, simplifying selection for further breeding process. Varieties Omsk 99 and Vakula can be used for breeding for drought resistance.

**Keywords:** varieties, spring barley, yield, adaptation coefficient, genetic flexibility, plasticity, weather conditions.

**For citation:** Pryadun Yu. P., Shatalina L. P. Rezul'taty ekologicheskogo ispytaniya sortov yarovogo yachmenya v yuzhnoy lesostepi Yuzhnogo Urala [Results of ecological testing of spring barley varieties in the southern forest-steppe of the Southern Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 12–20. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-12-20. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 04.04.2022, **date of review:** 15.04.2022, **date of acceptance:** 25.04.2022.

### References

1. Miralles D. J., Abeledo G. L., Prado S. A., Chenu K., Serrano R. A., Savin R. Barley // V. O. Sadras, D. F. Calderini (eds.). Crop Physiology Case Histories for Major Crops. Cambridge, MA: Academic Press; 2021. Pp. 164–195. DOI: 10.1016/B978-0-12-819194-1.00004-9.
2. Pryadun Yu. P. Modelirovaniye intensivnykh idiotipov sortov yarovogo yachmenya dlya Ural'skogo regiona [Modeling of intensive idiotypes of spring barley varieties for the Ural region] // IZVESTIA Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 4 (84). Pp. 57–63. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-84-4-57-63. (In Russian.)
3. Ivanenko A. S., Loginov Yu. P., Belkina R. I., Kazak A. A., Tobolova G. V., Yakubyshina L. I. Rasteniyevodstvo Severnogo Zaural'ya [Crop production of the Northern Trans-Urals]. Tyumen, 2017. 308 p. (In Russian.)
4. Eliseev I. P., Eliseeva L. V., Stepanov A. V. Dinamika produktivnosti yachmenya i stoimosti zerna v zavisimosti ot pogodnykh usloviy v Chuvashskoy respublike [Dynamics of barley productivity and grain cost depending on weather conditions in the Chuvash Republic] // Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2020. No. 2. Pp. 13–20. (In Russian.)
5. Wiegmann M., Maurer A., Pham A., March T. J., Al-Abdallat A., Thomas W. T. B., Bull H. J., Shahid M., Eglinton J., Baum M., Flavell A. J., Tester M., Pillen K. [e-resource]. Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues // Scientific Reports. 2019. Vol. 9. Article number. 6397. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-42673-1> (date of reference: 02.04.2022).
6. Gryaznov A. A., Romanova O. V., Gryaznova O. A. Netraditsionnyye sorta yachmenya v zhivotnovodstve (obzor) [Non-traditional varieties of barley in animal husbandry (review)] // Kormleniye sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo. 2018. No. 7. Pp. 47–56. (In Russian.)

7. Skorokhodov V. Yu. Urozhaynost' yachmenya v shestopol'nykh sevooborotakh na chernozemakh yuzhnykh stepnoy zony Yuzhnogo Urals [Barley yield in six-field crop rotations on southern chernozems of the steppe zone of the Southern Urals] // IZVESTIA Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 5 (79). Pp. 93–97. (In Russian.)
8. Mitrofanov D. V., Tkacheva T. A. Vozdeystviye agrometereologicheskikh usloviy, mineral'nykh udobreniy, predshestvennikov i vlazhnosti pochvy na urozhaynost' zerna yarovogo yachmenya v stepnoy zone Yuzhnogo Urals [The impact of agrometereological conditions, mineral fertilizers, precursors and soil moisture on the yield of spring barley grain in the steppe zone of the Southern Urals] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2021. No. 4 (64). Pp. 84–97. (In Russian.)
9. Yakubysheva L. I. Seleksiya yachmenya v Tyumenskoy oblasti [Barley breeding in the Tyumen region] // Sovremennyye nauchno-prakticheskiye resheniya v APK: sbornik statey vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tyumen, 2017. Pp. 798–803. (In Russian.)
10. Vaezi B., Pour-Aboughadareh A., Mohammadi R., Meh raban A., Hossein-Pour T., Koohkan. E. et al. Integrating different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high yielding barley genotypes [e-resource] // Euphytica. 2019. No. 215 (4). Article number 63. DOI: 10.1007/s10681-019-2386-5. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-019-2386-5> (date of reference: 02.04.2022).
11. Kendal E. Effects of ecological factors on spring barley genotypes // N. Eslem (ed.). *Hordeum vulgare: Production, Cultivation and Uses*. New-York, NY: Nova Science Publishers, 2021. Pp. 87–114.
12. Yusova O. A., Nikolayev P. N. Izmeneniye urozhaynosti i kachestva zerna yachmenya s povysheniyem adaptivnosti sortov [Changes in the yield and quality of barley grain with an increase in the adaptability of varieties] // Grain Economy of Russia 2021. No. 2 (74). Pp. 75–80. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-75-80. (In Russian.)
13. Surin N. A., Lyakhova N. E., Gerasimov S. A., Lipshin A. G. Adaptivnyy potentsial yachmenya Vostochno-Sibirskoy seleksii [Adaptive potential of East Siberian barley breeding] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2017. Vol. 31. No. 5. Pp. 28–31. (In Russian.)
14. Levakova O. V., Eroshenko L. M., Eroshenko A. N., Romakhin M. M., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Boldyrev M. A. Otsenka zernovoy produktivnosti i adaptivnosti otechestvennykh i zarubezhnykh sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Nechernozemnoy zony RF [Evaluation of grain productivity and adaptability of domestic and foreign varieties of spring barley in the conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation] // The Agrarian Scientific Journal. 2021. No. 3. Pp. 30–33. DOI: 10.28983/asj.y2021i3pp30-33. (In Russian.)
15. Creissen H. E., Jorgensen T. H., Brown J. K. M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes // Crop Protection. 2016. Vol. 85. Pp. 6–8.
16. Bakulina A. V., Shirokikh I. G. Podkhody k povysheniyu produktivnosti i adaptivnosti yachmenya s pomoshch'yu tekhnologiy geneticheskoy modifikatsii [Approaches to increasing the productivity and adaptability of barley using genetic modification technologies] // Agricultural Science Euro-North-East. 2019. Vol. 20. No. 1. Pp. 5–19. DOI: 10.30766/2072-9081.20.1.05-19. (In Russian.)
17. Borisov B. B., Islamova Ch. M., Fatykhov I. Sh., Mazunina N. I. Ekologicheskaya plastichnost' i adaptivnost' sortov yarovogo yachmenya v abioticheskikh usloviyakh Srednego Predural'ya [Ecological plasticity and adaptability of spring barley varieties in abiotic conditions of the Middle Urals] // Perm Agrarian Journal. 2020. No. 2 (30). Pp. 31–38. DOI: 10.24411/2307-2873-2020-10031. (In Russian.)
18. Gerasimov S. A. Seleksionno-tsennyye obraztsy yachmenya kolleksii VIR po parametram adaptivnosti, produktivnosti i kachestva zerna [Selection-valuable samples of barley from the VIR collection according to the parameters of adaptability, productivity and grain quality] // Bulletin of NSAU. 2020. No. 4 (57). Pp. 16–24. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-16-24. (In Russian.)
19. Maksimov R. A., Kiselev Yu. A. Sravnitel'naya otsenka adaptivnosti i stabil'nosti novogo sorta yachmenya Pamyati Chepeleva [Comparative assessment of adaptability and stability of a new variety of barley in memory of Chepelev] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2019. Vol. 33. No. 6. Pp. 33–36. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10608. (In Russian.)
20. Gudzenko V. N., Polishchuk T. P., Babiy O. O., Khudoliy L. V. Urozhaynost' i adaptivnost' mironovskikh sortov yarovogo yachmenya raznykh periodov seleksionnoy raboty [Productivity and adaptability of Mironov varieties of spring barley of different periods of breeding work] // Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Vol. 14. No. 2. Pp. 190–202. DOI: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766. (In Russian.)

#### Authors' information:

Yuriy P. Pryadun<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, acting head of the barley breeding laboratory, ORCID 0000-0003-3623-1110, AuthorID 966322; [yuriy.pryadun@mail.ru](mailto:yuriy.pryadun@mail.ru)

Lyubov P. Shatalina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID 0000-0002-8651-5288, AuthorID 618148; [lubashatalina@mail.ru](mailto:lubashatalina@mail.ru)

<sup>1</sup> Chelyabinsk Research Institute of Agriculture, Chelyabinsk, Russia

## Влияние биопрепаратов на показатели биологической активности чернозема типичного слабоэродированного

Н. А. Чуян<sup>1</sup>✉, Г. М. Брескина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

✉ E-mail: natalia-chuyan@yandex.ru

**Аннотация.** Цель – изучение влияния биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens*, азотных удобрений (N10 кг д. в. на 1 т соломы) на фоне поверхностной заделки измельченной побочной продукции в почву на показатели биологической активности чернозема типичного слабоэродированного. **Методы.** Исследования проводили в 2018–2020 гг. в полевом опыте с биопрепаратами ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская обл., Медвенский р-н, с. Панино) на черноземе типичном слабоэродированном в звене зернового (ячмень – гречиха – кормовые бобы) и зернопропашного (подсолнечник – ячмень – соя) севооборота. Показатели биологической активности (продуцирование C–CO<sub>2</sub> почвой, целлюлозолитическая активность чернозема типичного) представлены за вегетационный период 2020 г. в посевах сои и кормовых бобов. **Результаты.** Установлено, что использование биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* обеспечивало увеличение эмиссии двуокси углерода в среднем за период вегетации сои на 43 % и на 65 % по кормовым бобам по отношению к контролю. Выявлено, что наибольшая активность микроорганизмов, участвующих в минерализации побочной продукции, наблюдалась в фазу всходов по сое: при действии азотных удобрений на 7,5 кг/ч/га и совместного их внесения с биопрепаратами на 4,6 кг/ч/га по отношению к контролю. Для кормовых бобов процесс эмиссии C–CO<sub>2</sub> почвы интенсивнее проходил на варианте с внесением биопрепаратов на 3,8 кг/ч/га и совместного их использования с азотными удобрениями на 4,7 кг/ч/га по сравнению с контролем. Показано, что значительная доля вклада в варьирование целлюлозолитической активности почвы по сое принадлежала азотным удобрениям (80,6 %). Для кормовых бобов основная доля участия в варьировании интенсивности разложения целлюлозы определялась биопрепаратами, которая была в 3 раза выше по отношению к азотным удобрениям.

**Ключевые слова:** биопрепараты, азотные удобрения, побочная продукция, продуцирование C–CO<sub>2</sub>, целлюлозолитическая активность, соя, кормовые бобы.

**Для цитирования:** Чуян Н. А., Брескина Г. М. Влияние биопрепаратов на показатели биологической активности чернозема типичного слабоэродированного // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 21–32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-21-32.

**Дата поступления статьи:** 05.04.2022, **дата рецензирования:** 14.04.2022, **дата принятия:** 20.04.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

К важным ресурсам воспроизводства плодородия пахотных почв можно отнести послеуборочные остатки сельскохозяйственных культур. Одним из самых целесообразных способов их использования является заделка в почву в целях воспроизводства органического вещества и сохранения функциональных свойств почв в агроценозах [1, с. 83; 2, с. 35]. В отличие от большинства органических удобрений применение соломы весьма технологично и не требует значительных дополнительных затрат. Как любое органическое удобрение, она активизирует почвенную микрофлору [3, с. 154].

Но одним из факторов, ограничивающих более широкое использование соломы в качестве удобрения, является низкая скорость ее разложения из-за высокого содержания лигнина и целлюлозы и низкого содержания азота. Растительные материалы, характеризующиеся высоким отношением C:N, не обеспечивают достаточного количества азота для метаболизма микроорганизмов при их высокой активности [4, с. 27].

Поэтому одним из способов ускорения разложения и повышения коэффициента гумификации послеуборочных остатков, который получает распространение в последние годы в практике сельскохозяйственного производства, является

инокуляция их микробиологическими препаратами-деструкторами перед заделкой в почву, обеспечивающая интродукцию активных штаммов микроорганизмов на солому и в дальнейшем – в почву [5, с. 75].

Но экспериментальные данные некоторых исследователей [6, с. 90] свидетельствуют об отсутствии стабильного устойчивого эффекта при применении биопрепаратов в отношении разложения соломы. Результаты исследований [7, с. 130] показывают, что значительное усиление минерализации пшеничной соломы при внесении целлюлозоразлагающей микробной системы отмечено лишь на ранней стадии инкубации (1–2 недели), в дальнейшем производительность и выживаемость их резко изменяется. По-видимому, конкуренция с сообществом аборигенной микрофлоры, а также буферность почвенной экосистемы по отношению к внедренным модификаторам являются основными ограничивающими факторами получения стойкого положительного их эффекта [8, с. 5].

Важным параметром, по величине которого можно судить о напряженности микробиологических процессов в почве и интенсивности минерализации органического вещества, является интенсивность эмиссии  $\text{CO}_2$ , [9, с. 1184].

Почвенное дыхание представляет собой суммарный поток двух основных компонентов: дыхание корней и дыхание почвенной микрофлоры [10, с. 1091]. Дыхание почвенных микроорганизмов (микробное дыхание) составляет существенную долю эмиссии  $\text{CO}_2$ . Увеличению продуцирования углекислоты способствуют усиленные процессы минерализации органического вещества и уменьшение содержания гумуса [11, с. 314]. Интенсивность дыхания почвы во времени зависит не только от роста надземной и корневой массы растений, но и от температуры и влажности почвы [12, с. 302].

Общую направленность микробиологических процессов в почве достаточно полно отражает скорость разложения клетчатки. Скорость разложения послеуборочных растительных остатков зависит от видовой представительности и биомассы микроорганизмов, специализирующихся на деградации органических молекул [13, с. 669], от состава и структуры послеуборочных растительных остатков.

Показано, что стимулирующее действие на целлюлозоразрушающую активность почвенных микроорганизмов оказывают регуляторы роста и водорастворимые микробиодобрения [14, с. 37]. Экспериментально установлено, что численность микроорганизмов, участвующих в разложении растительных остатков, в целом была выше при инокуляции соломы биопрепаратами по сравнению с необработанной соломой. Отмечено, что эффективность биопрепаратов увеличивается в

комбинации с компенсирующими дозами азота [8, с. 7].

Поэтому биопрепараты в полной мере влияют не только на развитие растений, но и на биологическое состояние почвы, определяемое, согласно нашему эксперименту, по интенсивности целлюлолитической активности, являющейся интегральным показателем биологической активности почвы.

Основным фактором, определяющим скорость разложения соломы, является содержание в почве минерального азота. Внесение азотных удобрений восполняет дефицит азота, минерализуемого из почвенного органического вещества с меньшей скоростью при неблагоприятных гидротермических условиях [15, с. 84]. Стимулирующая роль минерального азота, внесенного в форме аммиачной селитры в процессе биотрансформации растительных остатков, экспериментально подтверждена в нашем опыте.

Цель исследований – изучить влияние биопрепаратов на интенсивность продуцирования углекислоты почвой и активность целлюлолитической активности чернозема типичного слабоэродированного в течение вегетационного периода бобовых культур.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ «Курский ФАНЦ» (Курская обл., Медвенский р-н, с. Панино), расположенном в стационарном полевом опыте с биопрепаратами на северном склоне в звеньях зернового и зернопропашного севооборотов. Влияние обработки семян, почвы и измельченной побочной продукцией культур биопрепаратами на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* и совместного их использования с азотными удобрениями из расчета 10 кг д. в. N на 1 т соломы на показатель эмиссии  $\text{C}-\text{CO}_2$ , отражающего интенсивность минерализации органического вещества и активность целлюлозоразрушающей микрофлоры, изучали на четырех вариантах научно-производственного опыта в трехкратной повторности. В 2020 г. на опыте звена зернового севооборота «ячмень – гречиха – кормовые бобы» возделывали кормовые бобы (*Vicia faba* L.) сорта Стрелецкие ранние, в звене зернопропашного севооборота «подсолнечник – ячмень – соя» размещалась соя (*Glycine ax. L.*) сорта Казачка.

Уравнительным посевом для двух севооборотов являлась озимая пшеница. Опыты закладывали в соответствии с общепринятыми методиками [16] в трехкратной повторности, культуры выращивали по рекомендуемым агротехнологиям.

На всех вариантах опыта после уборки предшествующих культур всю побочную продукцию (измельченные растительные остатки) использовали



в качестве удобрения путем поверхностной заделки их в почву [17].

**Схема опыта** включала следующие варианты:

1. Измельченная побочная продукция культур.
2. Измельченная побочная продукция культур + азотные удобрения из расчета 10 кг д. в. N на 1 т соломы.
3. Измельченная побочная продукция + биопрепараты (БП) (обработка семян БП на основе *Trichoderma viride* (2 л/т) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/т) перед посевом + обработка почвы перед посевом БП на основе *Trichoderma viride* (5 л/га) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/га) + обработка посевов 2 раза в течение вегетации БП на основе *Trichoderma viride* (5 л/га) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/га) + обработка побочной продукции перед заделкой БП на основе *Trichoderma viride* (5 л/га) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/га).
4. Измельченная побочная продукция + БП (обработка семян БП на основе *Trichoderma viride* (2 л/т) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/т) перед посевом + обработка почвы перед посевом БП на основе *Trichoderma viride* (5 л/га) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/га) + обработка посевов 2 раза в течение вегетации БП на основе *Trichoderma viride* (5 л/га) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/га) + обработка побочной продукции перед заделкой БП на основе *Trichoderma viride* (5 л/га) и *Pseudomonas aureofaciens* (3 л/га) + азотные удобрения из расчета 10 кг д. в. N на 1 т соломы.

Во избежание конфликта интересов производителей не указываются марки препаратов и наименования производителей.

В опыте представлено совместное действие двух биологических препаратов: биопрепарат, содержащий споры и мицелий гриба *Trichoderma viride*, а также продуцируемые грибом в процессе производственного культивирования биологически активные вещества (антибиотики, ферменты, витамины, фитогормоны), экологически безопасный, обладающий биофунгицидным, ростстимулирующими и фосфатмобилизирующими свойствами; вторым являлся биологический препарат, содержащий ризосферные бактерии *Pseudomonas aureofaciens*, биофунгицид, ростостимулятор, фосфатмобилизатор контактного и системного действия [18, с. 30].

Обработку почвы и побочной продукции культур биопрепаратами проводили опрыскивателем ОП-2000/24. Внесение аммиачной селитры осуществляли навесным разбрасывателем РН-0,8 перед заделкой пожнивных-корневых остатков. Измельченные растительные остатки заделывали в почву дисковой бороной на глубину 10–12 см. Через 40 дней после этого проводили основную отвальную обработку почвы под зерновые культуры на глубину 20–22 см.

Анализ эмиссии  $\text{CO}_2$  (дыхание почвы) в полевых условиях на участках с посевами сои и кормовых бобов изучали во время всходов, ветвления (бутонизации) и перед уборкой по методу Л. О. Карпачевского [19]. Целлюлозолитическая активность почвы – широко принятый показатель биологической активности, который определяется методом аппликации [20, с. 100].

Результаты по интенсивности разложения целлюлозы даны в среднем за 2 срока закладки полотен – с 06 мая по 22 июня и с 22 июня по 28 августа, так как из-за сложившихся неблагоприятных гидротермических условий 2020 г. целлюлозолитическая активность была слабой.

Почва опытного поля – чернозем типичный малогумусный слабоэродированный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке. При закладке эксперимента в пахотном слое почвы среднее содержание гумуса (по Тюрину) составляло  $4,98 \pm 0,15$  %. Реакция почвенной среды нейтральная или близкая к нейтральной ( $\text{pH}_{\text{сол}}$  6,3–6,5). Содержание обменного кальция составляло 22,0–23,3 мг·экв / 100 г почвы, подвижных (по Чирикову) форм фосфора и калия – 8,8–12,0 мг/кг и 9,7–11,2 мг/кг соответственно, общего азота (по Кьельдалю) – 0,22–0,23 %, обменного аммония (по методу ЦИНАО (ГОСТ 26487-85) – 10,9–13,2 мг/кг, нитратного азота (по методу Гранвальд – Ляжу) – 4,8–5,1 мг/кг почвы.

Агрометеорологические условия 2020 г. в период вегетации культур сои и кормовых бобов характеризовались неустойчивыми влагообеспеченностью и температурным режимом. Апрель и май были холоднее обычного. Среднемесячная температура в апреле и мае отклонялась от нормы на 0,6–2,6 °С. Суммы осадков в апреле составили 59 %, в мае – 183 % от нормы. Температура июня, августа и сентября соответствовала среднемноголетним значениям. Осадков в июне и июле выпало больше обычного, август был сухим. Сумма осадков в августе составила 20 % от нормы.

Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием программных средств Microsoft Office Excel 2010.

### Результаты (Results)

При использовании биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* для обработки побочной продукции отмечено увеличение эмиссии двуокси углерода в среднем за период вегетации сои на 43 % и на 65 % по кормовым бобам по сравнению с контролем (неинкулированной соломы).

Определение активности микробного дыхания в нашем исследовании показало, что данная составляющая микробиологической деятельности зависела как от факторов опыта (биопрепаратов и

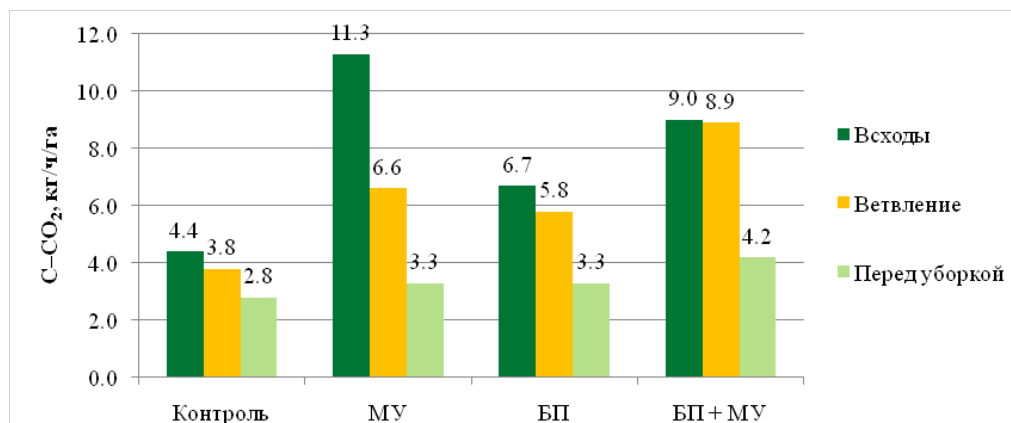


Рис. 1. Динамика продуцирования  $C-CO_2$  (кг/ч/га) в течение вегетационного периода сои (*Glycine hispida* L.): (всходы – ветвление – перед уборкой (ПУ)); МУ – минеральные (азотные) удобрения, БП – биопрепараты

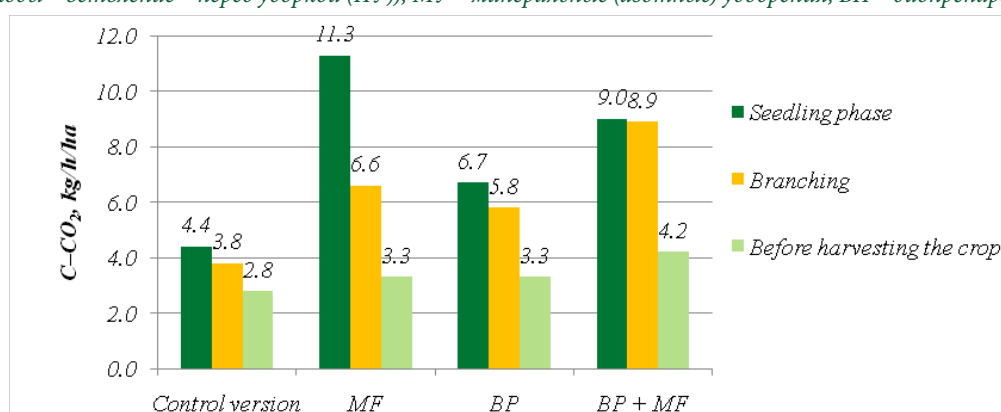


Fig. 1. Dynamics of  $C-CO_2$  (kg/h/ha) production during the soybean growing season (*Glycine hispida* L.): (sprouting – branching – before harvesting (BH)); MF – mineral (nitrogen) fertilizers, BP – biofertilizers

азотных удобрений), так и от сроков проведения анализа (периоды вегетации культур), характеризующихся различными погодными условиями.

В период всходов по сое азотные удобрения значительно активизировали метаболическую активность микрофлоры в 2,8 раза по отношению к контролю и на 2,3 кг/ч/га ускоряли процесс минерализации углерода по сравнению с комплексным внесением биопрепаратов с азотными удобрениями. Микробиологические препараты в 1,7 раза уступали варианту с внесением азотных удобрений, но значительно превышали показатель эмиссии  $C-CO_2$  на контрольном варианте ( $HCP_{05} = 1,61$  кг/ч/га) (рис. 1).

Максимальные величины скорости разложения соломы в фазу ветвления сои отмечены в варианте, где инокуляция соломы биопрепаратами сочеталась с внесением азотных удобрений – 8,9 кг/ч/га, что 2,5 раза превышало контроль. Следует отметить, что при более близкой эффективности внесения азотных удобрений и биопрепаратов без добавления азота минеральные удобрения оказали более заметное влияние на минерализационные процессы разложения соломы на 0,8 кг/ч/га по сравнению с биопрепаратами на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* и несколько уступали на 2,3 кг/ч/га приему комплексного вне-

сения азотных удобрений и биопрепаратов на фоне поверхностной заделки послеуборочных остатков.

Период проведения анализа перед уборкой культур сои и кормовых бобов складывался не лучшим образом: отсутствие осадков, пересыхание верхнего слоя пашни способствовали слабому развитию минерализационного процесса, чему свидетельствуют результаты по продуцированию  $C-CO_2$  почвы. В этот период по сое наблюдалось некоторое увеличение эмиссии  $C-CO_2$  от 2,8 кг/ч/га на контрольном варианте до 4,2 кг/ч/га на варианте совместного применения биопрепаратов с азотными удобрениями.

По кормовым бобам в период всходов наблюдалась тенденция увеличения эмиссии  $C-CO_2$ . Совместное применение азотных удобрений с биопрепаратами обеспечивало более интенсивный процесс продуцирования  $CO_2$  почвой (9,0 кг/ч/га), что в 2 раза превышало контроль, где вносили послеуборочные остатки без инокуляции биопрепаратами. Действие биопрепаратов несколько опережало процесс минерализации на варианте с внесением измельченной соломы с азотными удобрениями. Выявлена эффективность по отношению к контролю как азотных удобрений, так и биопрепаратов в повышении уровня продуцирования  $C-CO_2$  на 3,6 и 3,8 кг/ч/га соответственно (рис. 2).

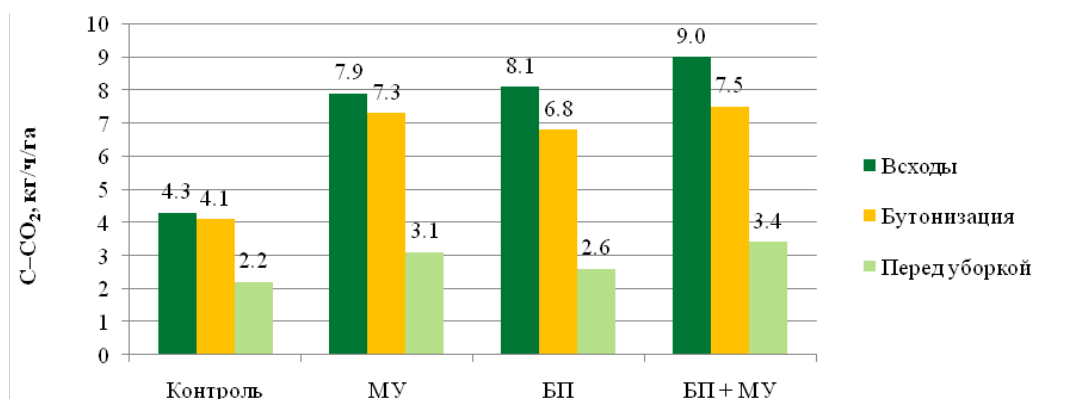


Рис. 2. Динамика продуцирования  $C-CO_2$  (кг/ч/га) в течение вегетационного периода кормовых бобов (*Vicia faba* L.)

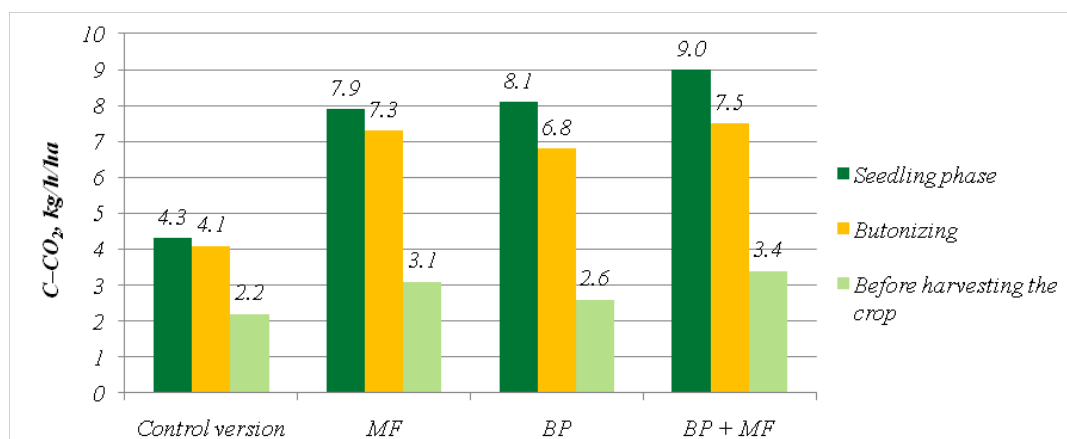


Fig. 2. Dynamics of  $C-CO_2$  (kg/h/ha) production during the growing season of forage beans (*Vicia faba* L.)

Фаза бутонизации кормовых бобов характеризовалась активным действием азотных удобрений с измельченными растительными остатками (7,3 кг/ч/га) и совместного их применения с биопрепаратами (7,5 кг/ч/га) на минерализационную активность почвы. Применение одних биопрепаратов несколько уступало данным вариантам по степени продуцирования  $C-CO_2$ , но инокуляция растительных остатков биопрепаратами стимулировала эффективность эмиссии  $C-CO_2$  на 2,7 кг/ч/га по отношению к контролю.

Процесс минерализации побочной продукции в период перед уборкой кормовых бобов проходил в спокойном режиме, но все же максимальный синергический эффект, фиксируемый по количеству выделившегося  $C-CO_2$ , отмечен при применении азотных удобрений и совместного их внесения с биопрепаратами на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* с поверхностной заделки измельченной соломы. Внесение биопрепаратов несколько уступало по интенсивности эмиссии  $CO_2$  данным вариантам на 0,5 и 0,8 кг/ч/га соответственно действию азотных удобрений и комплексному внесению их с биопрепаратами.

Таким образом, из результатов исследований интенсивности эмиссии  $C-CO_2$  по двум опытным участкам следует, что наибольшая активность про-

цессов разложения и минерализации растительного субстрата наблюдалась при действии азотных удобрений и совместного их внесения с биопрепаратами независимо от сроков определения в течение вегетации и культур. Но наибольшие величины продуцирования  $C-CO_2$  почвы были приурочены к периоду всходов растений сои и кормовых бобов, чему благоприятствовали погодные условия в данный период, хотя среднемесячная температура в мае отклонялась от нормы на 0,6–2,6 °C, но сумма осадков в мае составила 183 % от нормы при ГТК = 2,7. При данных условиях активизируются процессы разложения и минерализации органических остатков, больше наблюдается прирост биомассы, поэтому в этот период выше было микробное дыхание и больше продуцируется  $C-CO_2$ .

Для математической обработки полученных данных продуцирования углекислого газа почвой в качестве дополнительного фактора был представлен срок определения (физиологические фазы вегетации культур сои и бобовых культур).

По результатам статистической обработки выявлена прямая связь изменений интенсивности эмиссии  $C-CO_2$  почвы от исследуемых факторов (сроков определения, биопрепаратов, азотных удобрений и взаимодействия биопрепаратов с азотными удобрениями) для сои и кормовых бобов.

**Соя**

$C-CO_2$  (кг/ч/га) =  $6,01 - 0,41x_1 + 1,83x_2 + 4,13x_3 - 3,45x_2x_3$ ;  $R = 0,86$ ,  $F = 16,96$ ,  $P < 10^{-4}$ .

**Кормовые бобы**

$C-CO_2$  (кг/ч/га) =  $8,03 - 2,25x_1 + 2,33x_2 + 2,59x_3 - 1,80x_2x_3$ ;  $R = 0,89$ ,  $F = 28,93$ ,  $P < 10^{-4}$ .

$x_1$  – сроки определения,  $x_2$  – биопрепараты,  $x_3$  – азотные удобрения,  $R$  – коэффициент корреляции,  $F$  – критерий Фишера,  $P$  – наименьшее значение уровня значимости.

Исходя из анализа нелинейной зависимости эмиссии  $C-CO_2$  почвой от сроков ее определения по сое, можно заключить, что к периоду уборки культуры происходило затухание интенсивности разложения соломы при воздействии всех факторов опыта. По-видимому, в процессе трансформации растительного субстрата часть органических соединений минерализовалось до  $C-CO_2$ , что зафиксировано в периоды всходов и цветения растения, а часть использовалась микроорганизмами для формирования биомассы почвы, чему есть объяснение снижения продуцирования почвой углекислоты к концу периода вегетации культур за счет замедления минерализационного процесса и снижения эмиссии  $C-CO_2$ . Аналогичная ситуация складывалась на опытном участке с кормовыми бобами.

Следовательно, чем выше эффективность усвоения микроорганизмами углерода разлагаемого субстрата, тем меньше его теряется из почвы в виде  $CO_2$ , то есть низкие значения кумулятивной эмиссии углерода могут быть обусловлены более эффективной ассимиляцией его в микробной биомассе [3, с. 155]. Возможно, это объясняет снижение показателя эмиссии  $C-CO_2$  по опыту в период перед уборкой сои и кормовых бобов. Важным фактором в снижении эмиссии  $CO_2$  послужили и сложившиеся неблагоприятные гидротермические условия при ГТК = 0,18.

Результаты исследований показали, что внесение в почву органических (заделка послеуборочных остатков культур в поверхностный (8–10 см) слой почвы) и азотных удобрений ( $N_{10}$  действующего вещества аммиачной селитры) и обработка семян, посевов культур кормовых культур микроорганизмическими препаратами повлияло на интенсивность целлюлозолитической активности почвы. Это обосновывается различными показателями разложения льняных полотен, заложенных в 2 срока за период вегетации культур сои и кормовых бобов.

Активность микроорганизмов биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* проявилась по кормовым бобам, где целлюлозолитическая активность была в среднем за период вегетации культуры выше на 26,0 % по сравнению с таковой по сое на варианте с ис-

пользованием микробиологических препаратов. Данное обстоятельство связано с тем, что влажность почвы под кормовыми бобами была выше на 3,5–4,7 % по сравнению с опытным участком, занятым соей, что благоприятствовало развитию целлюлозоразрушающей микрофлоры почвы. На скорость и интенсивность разложения целлюлозы существенное влияние оказывают условия температуры и влагообеспеченности, определяющие активность почвенных микроорганизмов [14, с. 38].

К тому же в поверхностном слое почвы по кормовым бобам отмечено наибольшее накопление негумифицированного органического вещества (на 0,56–1,88 т/га по сравнению с участком сои независимо от факторов опыта), которое служит источником питания и развития микрофлоры, разлагающей целлюлозу [13, с. 670].

Наибольший эффект целлюлозоразрушающей активности почвенных микроорганизмов наблюдался по сое на варианте с внесением азотных удобрений и совместного внесения их с биопрепаратами, где степень разложения превышала на 11,0 % и 9,0 % соответственно показатели тех же вариантов по кормовым бобам (рис. 3).

Внесение азотных удобрений на фоне поверхностной заделки побочной продукции в посевах сои способствовало увеличению целлюлозолитической активности по отношению к контролю и внесению микробиологических препаратов на 15,3 и 7,2 % соответственно. Совместное применение азотных удобрений с биопрепаратами действовало на 9,8 % интенсивнее на процесс разложения целлюлозы, чем биопрепараты. Те, в свою очередь, оказались более эффективными в процессе активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов (на 8,1 % по отношению к контролю).

В посевах кормовых бобов максимальные величины целлюлозолитической активности отмечены на варианте с внесением биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens*, где интенсивность разложения ткани превышала контрольный вариант в 2,1 раза. Применение азотных удобрений с измельченной побочной продукцией уступало действию биопрепаратов на 29,5 %. Интенсивность целлюлозолитической активности при совместном внесении биопрепаратов и азотных удобрений также уступала биопрепаратам на 26,2 %, но была несколько выше, чем в варианте с азотными удобрениями. Использование азотных удобрений и их совместное внесение с биопрепаратами обеспечило более интенсивный процесс биологической активности по отношению к контролю: на 14 и 25 % соответственно (рис. 3).

Интенсивному процессу разложения побочной продукции способствовал азот минеральных удобрений, что обусловило максимальный антагонистический эффект биопрепаратов на основе *Tricho-*



*derma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* и азотных удобрений на деятельность целлюлозоразрушающих микроорганизмов, поэтому комплексное действие удобрений и инокулянтов спровоцировало снижение активности почвенных микроорганизмов, разлагающих целлюлозу, например, в посевах кормовых бобов. Это способствовало замедлению дальнейшего процесса биологической деструкции растительных остатков, хотя несколько превышало показатель целлюлозолитической активности по отношению к варианту с внесением одних азотных удобрений.

Тесная зависимость интенсивности процесса разложения целлюлозы чернозема типичного от рассматриваемых факторов (азотных удобрений и биопрепаратов) на фоне поверхностной заделки побочной продукции культур подтверждена следующими уравнениями корреляционно-регрессионного анализа.

#### Соя

ЦА (%) =  $32,47 + 8,07x_1 + 15,3x_2 - 6,07x_1x_2$ ;  $R = 0,97$ ,  $F = 296,8$ ,  $P < 2 \cdot 10^{-4}$ .

#### Кормовые бобы

ЦА (%) =  $32,4 + 34,1x_1 + 5,03x_2 - 31,07x_1x_2$ ;  $R = 0,98$ ,  $F = 441,6$ ,  $P < 12 \cdot 10^{-4}$ .

$x_1$  – биопрепараты,  $x_2$  – азотные удобрения,  $R$  – коэффициент корреляции,  $F$  – критерий Фишера,  $P$  – наименьшее значение уровня значимости.

Исследованиями установлена тесная связь целлюлозолитической активности почвы в посевах сои и кормовых бобов со средней влажностью почвы за рассматриваемый период согласно коэффициентам корреляции ( $r = 0,90$ ;  $r = 0,89$ ), значит, на интенсивность разложения целлюлозы существенное влияние оказывали условия влагообеспеченности почвы.

Статистическая обработка данных с учетом факторов опыта (срока определения показателя эмиссии  $\text{CO}_2$  почвы, биопрепаратов и азотных удобрений) по сое показала, что максимальный вклад в варьирование интенсивности продуцирования  $\text{C}-\text{CO}_2$  наблюдался по азотными удобрениями (49,0 %), далее располагался срок вегетационного периода (43,9 %). По доле вклада на процесс дыхания почвы биопрепараты на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* значительно (в 8 раз) уступали вышеуказанным факторам. По кормовым бобам преимущество в варьировании показателя интенсивности продуцирования  $\text{C}-\text{CO}_2$  почвы сохранялось за сроком проведения анализа (фазы развития культуры) (60 %), азотные удобрения

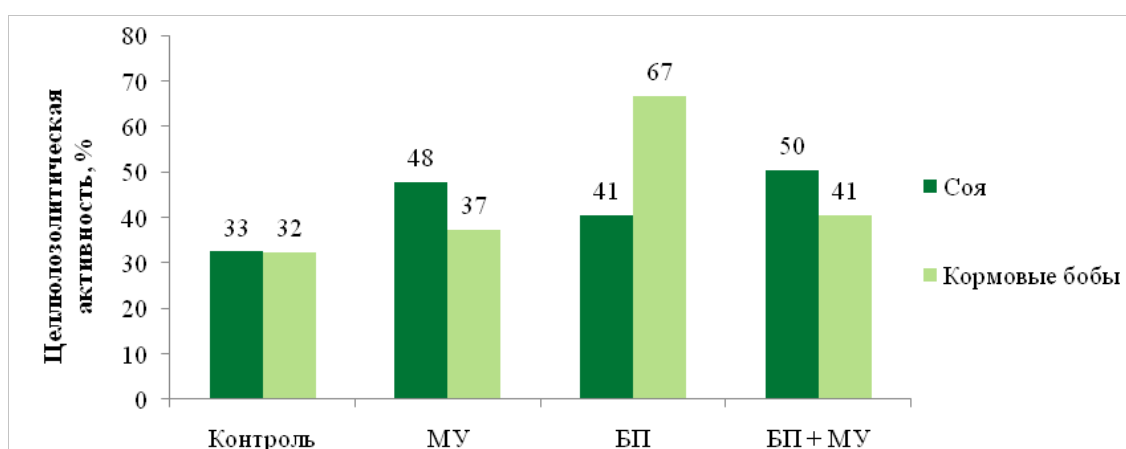


Рис. 3. Целлюлозолитическая активность (%) чернозема типичного в среднем за вегетационный период по сое и кормовым бобам



Fig. 3. Cellulosolitic activity (%) of typical chernozem on average for the growing season for soybean and forage beans

ния в 3 раза уступали фактору «срок проведения анализа». Действие биопрепаратов по доле вклада в интенсивность эмиссии  $\text{CO}_2$  было несколько ниже (на 2,6 %) по отношению к азотным удобрениям и на 43,8 % уступало фактору срока проведения анализа (рис. 4).

Низкая доля участия биопрепаратов в продуцировании  $\text{C}-\text{CO}_2$  почвой, по-видимому, обусловлена неблагоприятными гидротермическими условиями развития бобовых культур, как ранее отмечено в статье, в фазы ветвления (для сои), бутонизации (для кормовых бобов) и в период уборки культур.

По результатам дисперсионного анализа по сое со взаимодействием факторов (азотных удобрений и биопрепаратов) и сроков (различные фазы развития культур) в целом по влиянию на процесс эмиссии  $\text{C}-\text{CO}_2$  почвы исследуемые факторы располагались в следующем порядке: срок вегетационного периода (40,8 %) > азотные удобрения (29,8 %) > совместное внесение азотных удобрений и биопрепаратов (10,4 %) > биопрепараты (5,8 %).

По кормовым бобам преимущество в варьировании показателя интенсивности продуцирования  $\text{C}-\text{CO}_2$  также сохранялось за сроками периодов вегетации культуры – 57,7 %. Здесь наблюдалась аналогичная ситуация в действии рассматриваемых факторов в варьировании показателя эмиссии  $\text{C}-\text{CO}_2$  почвы, за исключением слабого влияния комплексного внесения азотных удобрений и биопрепаратов, далее факторы размещались в следующем

порядке: азотные удобрения (14,9 %) > биопрепараты (8,7 %) > совместное внесение азотных удобрений и биопрепаратов (2,8 %).

Статистический анализ с учетом сроков определения степени минерализации соломы показал, что максимальный вклад в варьирование интенсивности продуцирования  $\text{C}-\text{CO}_2$  почвой внесли азотные удобрения независимо от сроков определения в течение периода вегетации сои. Фаза всходов сои характеризовалась высокой активностью действия азотных удобрений на процесс биодеградации соломы, что на 5,2 % выше активности биопрепаратов. Взаимодействие факторов значительно (на 62,6 %) уступало азотным удобрениям. Но уже в фазу ветвления значительно активизировалась метаболическая активность микрофлоры при совместном внесении азотных удобрений и биопрепаратов, что превышало их действие на 28,4 % по отношению к биопрепаратам. Но преимущество сохранялось за действием азотных удобрений – 53,2 % (таблица 1).

Лишь к периоду уборки сои наблюдалось нивелирование доли вклада биопрепаратов и азотных удобрений на интенсивность минерализационного процесса – 40,3 и 45,9 % соответственно. На участке с кормовыми бобами аналогично: биопрепараты как фактор по-своему действию на показатель продуцирования углекислоты почвой уступали азотным удобрениям в 2 раза в фазу всходов и почти в 5,8 раза в период перед уборкой.

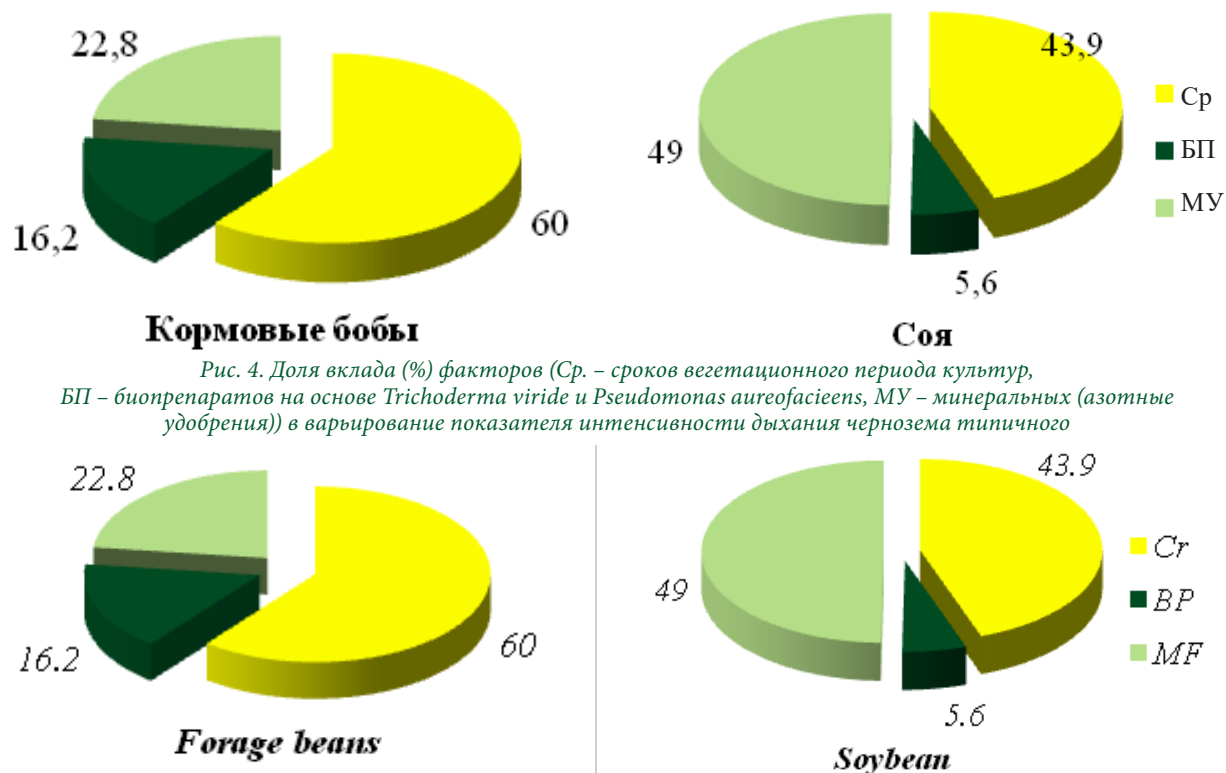


Рис. 4. Доля вклада (%) факторов (Cr – сроков вегетационного периода культур, BP – биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens*, MF – минеральных (азотных удобрений)) в варьирование показателя интенсивности дыхания чернозема типичного

Fig. 4. Contributions (%) of factors (Cr – crop vegetation period, BP – biopreparations based on *Trichoderma viride* and *Pseudomonas aureofaciens*, MF – mineral (nitrogen fertilizers) in variation of respiration intensity index of typical chernozem

Таблица 1

Доля вклада (%) изучаемых факторов в варьирование биологических показателей по фазам вегетации бобовых культур

| Культуры                                 | Факторы                          | Доля вклада, %              |             |               |                                   |
|------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------|---------------|-----------------------------------|
|                                          |                                  | C–CO <sub>2</sub> , кг/ч/га |             |               | Целлюлозолитическая активность, % |
|                                          |                                  | Всходы                      | Ветвление   | Перед уборкой |                                   |
| Соя<br>( <i>Glycine hispida</i> L.)      | Биопрепараты                     | 17,7                        | 7,3         | 40,3          | 13,6                              |
|                                          | Азотные удобрения                | 70,5                        | 53,2        | 45,9          | 80,6                              |
|                                          | Биопрепараты + азотные удобрения | 7,9                         | 35,7        | 13,0          | –                                 |
| Кормовые бобы<br>( <i>Vicia faba</i> L.) | Факторы                          | Всходы                      | Бутонизация | Перед уборкой | Целлюлозолитическая активность, % |
|                                          | Биопрепараты                     | 24,4                        | 25,6        | 14,6          | 49,2                              |
|                                          | Азотные удобрения                | 48,0                        | 37,8        | 83,1          | 15,7                              |
|                                          | Биопрепараты + азотные удобрения | –                           | 14,2        | –             | –                                 |

Table 1

Share of contribution (%) of the studied factors in the variation of biological indicators by vegetative phase of legume crops

| Cultures                                | Factors                                | Share of deposit, %         |             |                     |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-------------|---------------------|----------------------------|
|                                         |                                        | C–CO <sub>2</sub> , kg/h/ha |             |                     | Cellulosolitic activity, % |
|                                         |                                        | Sprouting                   | Branching   | Before you clean up |                            |
| Soybean<br>( <i>Glycine hispida</i> L.) | Biopreparations                        | 17.7                        | 7.3         | 40.3                | 13.6                       |
|                                         | Nitrogen fertilizers                   | 70.5                        | 53.2        | 45.9                | 80.6                       |
|                                         | Biopreparations + nitrogen fertilizers | 7.9                         | 35.7        | 13.0                | –                          |
| Forage beans<br>( <i>Vicia faba</i> L.) | Factors                                | Sprouting                   | Boutonation | Before you clean up | Cellulosolitic activity, % |
|                                         | Biopreparations                        | 24.4                        | 25.6        | 14.6                | 49.2                       |
|                                         | Nitrogen fertilizers                   | 48.0                        | 37.8        | 83.1                | 15.7                       |
|                                         | Biopreparations + nitrogen fertilizers | –                           | 14.2        | –                   | –                          |

В среднем за период вегетации культур сои по результатам статистической обработки установлено, что значительная доля вклада в варьирование показателя биологической активности отмечена по азотным удобрениям – 80,6 %.

Биопрепараты как фактор значительно (на 67,0 %) уступали по своему действию на биологические процессы разложения целлюлозы по отношению азотным удобрениям, что обусловлено сложившимися климатическими условиями вегетации культур. Менее активно проявили себя азотные удобрения по кормовым бобам, где доля их участия в интенсивности разложения целлюлозы была в 3 раза меньше, чем микробиологических препаратов.

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

Таким образом, наибольшую эффективность все изучаемые факторы (биопрепараты и азотные удобрения) проявили в период всходов, то есть в начальные сроки инокуляции биопрепаратами семян, почвы и всходов культур, чему благоприятствовали гидротермические условия проведения исследований. Максимальное количество выделившегося C–CO<sub>2</sub> установлено при совместном внесении биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas aureofaciens* с азотными удобрениями (из расчета 10 кг д. в. N на 1 т соломы) независимо от культур (соя и кормовых бобов) и сроков проведения исследова-

ований (фаза всходов, для сои – фаза ветвления, для кормовых бобов – фаза цветения и фаза перед уборкой бобовых культур). Лишь по сое на варианте с внесением азотных удобрений в фазу всходов наблюдалась наибольшая интенсивность продуцирования C–CO<sub>2</sub> почвой, что составило 11,3 кг/ч/га.

Представленные данные по целлюлозолитической активности свидетельствуют о том, что действие микробиологических биопрепаратов, азотных удобрений и их совместное применение на фоне поверхностной заделки побочной продукции по сое и кормовым бобам способствовали увеличению биологической (целлюлозолитической) активности чернозема типичного. Максимальная доля участия азотных удобрений в варьировании целлюлозолитической активности на 67,0 % отмечена по сое по отношению к биопрепаратам, по доле варьирования биологической активности по кормовым бобам азотные удобрения на 33,5 % уступали действию микробиологических препаратов.

Отсюда следует, что анализ интенсивности эмиссии углекислого газа почвой и целлюлозолитической активности чернозема типичного по сое и кормовым бобам позволит оценить активность развития микробных сообществ, участвующих в разложении побочной продукции сельскохозяйственных культур.

## Библиографический список

1. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Яшин А. Е. Влияние соломы и сидерита на баланс элементов питания в черноземе типичного Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 79–84. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-79-84.
2. Чуян Н. А., Брескина Г. М. Оптимизация содержания и состава органического вещества чернозема типичного // Агрохимический вестник. 2018. № 3. С. 35–39.
3. Rusakova I. V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod-podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield // Agricultural biology. 2020. Vol. 55. No. 1. Pp. 153–162. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.153rus.
4. Русакова И. В. Эффективность различных доз и сроков внесения азота при заделке соломы под ячмень и тритикале // Владимирский земледелец. 2020. № 2 (92). С. 27–33. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10115.
5. Брыкина Ю. В., Осипов И. О., Черников В. С. Изучение влияния биопрепаратов Стернифаг СП на скорость разложения соломы в условиях лесостепной зоны Липецкой области // Агропромышленные технологии центральной России. 2019. № 3 (123). С. 72–77. DOI: 10.24888/2541-7835-2019-13-63-71.
6. Бирюков Е. В. Возможность применения биопрепарата триходермин в качестве микробиологического удобрения в условиях Тамбовской области // Вопросы современной науки и практики. 2008. Т. 1. № 1 (11). С. 84–92.
7. Li P., Zhang D. D., Wang X. J., Cuat Z. J. Survival and performance of two cellulose-degrading microbial systems inoculated into wheat straw-amended soil // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2012. Iss. 22. Pp. 126–132.
8. Русакова И. В. Биопрепараты для разложения растительных остатков в агроэкосистемах // JUVENIS-SCIENTIA. 2018. № 9. С. 4–9. DOI: 10.32415/jscientia. 2018.09.01.
9. Semenov V. M., Pautova N. B., Lebedeva T. N., Khromyckina D. P., Semenova N. A., Lopes de Gerenyu V. O. Plant residues decomposition and formation of active organic matter in the soil of the incubation experiments // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 10. Pp. 1183–1194. DOI: 10.1134/S1064229319100119.
10. Sushko S. V., Ananyeva N. D., Ivashchenko K. V., Kudryarov V. N. Soil CO<sub>2</sub> emission, microbial biomass, and basal respiration of chernozems under different land uses // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 9. Pp. 1091–1100. DOI: 10.1134/S1064229319090096.
11. Hossain M. B., Rahman M. M., Biswas J. et al. Carbon mineralization and carbon dioxide emission from organic matter added soil under different temperature regimes // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2017. No. 6. Pp. 311–319 DOI: 10.1007/s40093-017-0179-1.
12. Иванов А. В., Браун М., Татауров В. А. Сезонная и суточная динамика эмиссии CO<sub>2</sub> из почв кедровых лесов Южного Сихотэ-Алиня // Почвоведение. 2018. № 3. С. 297–303.
13. Свиридова О. В., Воробьева Н. И., Проворов Н. А., Орлова О. В., Русакова И. В., Андронов Е. Е., Пищик В. Н., Попов А. А., Круглов Ю. В. Выравнивание почвенных условий для развития растений при деструкции растительных остатков микробными биопрепаратами // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 664–672. DOI: 10.15389/Agrobiology. 2016. 5. 664 rus.
14. Мнатсаканян А. А., Лукьяненко П. П., Мухина М. Т. Действие микроудобрения и регулятора роста на изменение микробиологической активности чернозема, выщелоченного на посевах озимой пшеницы // Плодородие. 2017. № 1 (94). С. 35–37.
15. Романенков В. А., Павлова В. Н., Беличенко М. В. Оценка климатических рисков при возделывании зерновых культур на основе региональных данных и результатов длительных опытов Геосети // Агрохимия. 2018. № 1. С. 77–86.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Технология эффективного использования растительных остатков как органических удобрений на черноземах Лесостепи ЦЧЗ. Курск, 2005. 20 с.
18. Брескина Г. М., Чуян Н. А. Влияние приемов биологизации на урожайность сельскохозяйственных культур // Земледелие. 2020. № 3. С. 30–33. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10308.
19. Карпачевский Л. О. Экологическое почвоведение. Москва: Изд-во МГУ, 1993. 184 с.
20. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. Москва: Наука, 2005. 252 с.

## Об авторах:

Наталья Анатольевна Чуян<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0002-4212-3143, AuthorID 597312; +7 920 711-28-56, natalia-chuyan@yandex.ru

Галина Михайловна Брескина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2381-312X, AuthorID 280213; +7 920 703-65-09, breskina-galina@yandex.ru

<sup>1</sup> Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия



## The effect of biological preparations on the indicators of biological activity of typical slightly eroded chernozem

N. A. Chuyan<sup>1✉</sup>, G. M. Breskina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

✉ E-mail: natalia-chuyan@yandex.ru

**Abstract.** The purpose is to study the effect of biological preparations based on *Trichoderma viride* and *Pseudomonas aureofaciens*, nitrogen fertilizers ( $N_{10}$  kg a. v. per 1 t of straw) on the surface incorporation of crushed by-products into the soil on the indicators of biological activity of typical slightly eroded chernozem. **Methods.** The studies were carried out in 2018-2020 in field experiments with biological preparations of FGBNU "Kursk FANTS" (Kursk region, Medvensky district, Panino village) on typical poorly eroded chernozem in the grain (barley – buckwheat – fodder beans) and grain-tilled (sunflower – barley – soybean) crop rotation. The indices of biological activity (C-CO<sub>2</sub> production by soil, cellulolytic activity of typical chernozem) are presented for the vegetation period of 2020 in soybean and fodder bean crops. **Results.** It was found that the use of biopreparations based on *Trichoderma viride* and *Pseudomonas aureofaciens*, provided an increase in carbon dioxide emissions on average for the growing season of soybean by 43 % and by 65 % for forage beans in relation to the control. It was revealed that the highest activity of microorganisms participating in mineralization of by-products was observed in soybean during shoots: when nitrogen fertilizers were applied by 7.5 kg/h/ha and when they were mixed with biopreparations by 4.6 kg/h/ha relative to the control. For forage beans, the process of soil C-CO<sub>2</sub> emission was more intense in the variant with the application of biopreparations by 3.8 kg/h/ha and their combined use with nitrogen fertilizers by 4.7 kg/h/ha compared to the control. It was shown that a significant proportion of the contribution to the variation of cellulolytic activity in soybeans belonged to nitrogen fertilizers – 80.6 %. For forage beans the main share of participation in variation of cellulosic decomposition intensity was determined by biopreparations, which was 3 times higher in relation to nitrogen fertilizers.

**Keywords:** biopreparations, nitrogen fertilizers, by-products, C-CO<sub>2</sub> production, cellulolytic activity, soybean, fodder beans.

**For citation:** Chuyan N. A., Breskina G. M. Vliyanie biopreparatov na pokazateli biologicheskoy aktivnosti chernozema tipichnogo slaberozirovannogo [The effect of biological preparations on the indicators of biological activity of typical slightly eroded chernozem] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 21–32. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-21-32. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 05.04.2022, **date of review:** 14.04.2022, **date of acceptance:** 20.04.2022.

### References

1. Kulikova A. Kh., Yashin E. A., Yashin A. E. Vliyanie solomy i siderita na balans elementov pitaniya v chernozeme tipichnogo Srednego Povolzh'ya [Effect of straw and siderite on the balance of nutrients in the typical chernozem of the Middle Volga region] // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019. No. 2 (46). Pp. 79–84. DOI: 10.18286/1816-4501-2019-2-79-84. (In Russian.)
2. Chuyan N. A., Breskina G. M. Optimizatsiya soderzhaniya i sostava organicheskogo veshchestva chernozema tipichnogo [Optimization of the content and composition of the organic matter of typical chernozem] // Agrochemical Bulletin. 2018. №3. P. 35-39. (In Russian)
3. Rusakova I. V. Microbiological and ecophysiological parameters of sod-podzolic soil upon long-term application of straw and mineral fertilizers, the correlation with the yield // Agricultural biology. 2020. Vol. 55. No. 1. Pp. 153–162. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.1.153rus.
4. Rusakova I. V. Effektivnost' razlichnykh doz i srokov vneseniya azota pri zadelke solomy pod yachmen' i tritikale [Effectiveness of different doses and timing of nitrogen applications for straw under barley and triticale] // Vladimirskiy arable farmer. 2020. No. 2 (92). Pp. 27–33. DOI: 10.24411/2225-2584-2020-10115. (In Russian.)
5. Brykina Yu. V., Osipov I. O., Chernikov V. S. Izuchenie vliyaniya biopreparatov Sternifag SP na skorost' razlozheniya solomy v usloviyakh lesostepnoy zony Lipetskoy oblasti [Study of the effect of Sternifag SP biopreparation on straw decomposition rate in the forest-steppe zone of the Lipetsk region] // Agroindustrial technologies of central Russia. 2019. No. 3 (123). Pp. 72–77. DOI: 10.24888/2541-7835-2019-13-63-71. (In Russian.)
6. Biryukov E. V. Vozmozhnost' primeneniya biopreparata trikhodermin v kachestve mikrobiologicheskogo udobreniya v usloviyakh Tambovskoy oblasti [Possibility of Trichodermin biopreparation application as a microbio-

- logic al fertilizer in the Tambov region] // Issues of modern science and practice. 2008. № 1 (11). Vol. 1. Pp. 84–92. (In Russian.)
7. Li P., Zhang D. D., Wang X. J., Cuat Z. J. Survival and performance of two cellulose-degrading microbial systems inoculated into wheat straw-amended soil // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2012. Iss. 22. Pp. 126–132.
  8. Rusakova I. V. Biopreparaty dlya razlozheniya rastitel'nykh ostatkov v agroekosistemakh [Biopreparations for decomposition of plant residues in agroecosystems] // JUVENISSCIENTIA. 2018. No. 9. Pp. 4–9. DOI: 10.32415/jscientia. 2018.09.01. (In Russian.)
  9. Semenov V. M., Pautova N. B., Lebedeva T. N., Khromyckina D. P., Semenova N. A., Lopes de Gerenyu V. O. Plant residues decomposition and formation of active organic matter in the soil of the incubation experiments // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 10. Pp. 1183–1194. DOI: 10.1134/S1064229319100119.
  10. Sushko S. V., Ananyeva N. D., Ivashchenko K. V., Kudryarov V. N. Soil CO<sub>2</sub> emission, microbial biomass, and basal respiration of chernozems under different land uses // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 9. Pp. 1091–1100. DOI: 10.1134/S1064229319090096.
  11. Hossain M. B., Rahman M. M., Biswas J. et al. Carbon mineralization and carbon dioxide emission from organic matter added soil under different temperature regimes // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2017. No. 6. Pp. 311–319 DOI: 10.1007/s40093-017-0179-1.
  12. Ivanov A. V., Braun M., Tataurov V. A. Sezonnaya i sutochnaya dinamika emissii CO<sub>2</sub> iz pochv kedrovyykh lesov Yuzhnogo Sikhote-Alinya [Seasonal and diurnal dynamics of CO<sub>2</sub> emission from soils of cedar forests of the Southern Sikhote] Alin // Soil Science. 2018. No. 3. Pp. 297–303. (In Russian.)
  13. Sviridova O. V., Vorob'eva N. I., Provorov N. A., Orlova O. V., Rusakova I. V., Andronov E. E., Pishchik V. N., Popov A. A., Kruglov Yu. V. Vyravniwanie pochvennykh usloviy dlya razvitiya rasteniy pri destruktzii rastitel'nykh ostatkov mikrobnymi biopreparatami [Leveling of soil conditions for plant development during degradation of plant residues by microbial biopreparations] // Agricultural Biology. 2016. Vol. 51 (5). Pp. 664–672. DOI: 10.15389/Agrobiologia.2016.5.664rus. (In Russian.)
  14. Mnatsakanyan A. A., Luk'yanenko P. P., Mukhina M. T. Deystvie mikroudobreniya i regulatora rosta na izmenenie mikrobiologicheskoy aktivnosti chernozema, vyzhelochennogo na posevakh ozimoy pshenitsy [Effect of microfertilizer and growth regulator on changes in microbiological activity of leached chernozem on winter wheat crops] // Plodorodie. 2017. No. 1 (94). Pp. 35–37. (In Russian.)
  15. Romanenkov V. A., Pavlova V. N., Belichenko M. V. Otsenka klimaticheskikh riskov pri vozdeystvii zernovykh kul'tur na osnove regional'nykh dannyykh i rezul'tatov dlitel'nykh opytov Geoseti [Assessment of climatic risks in the cultivation of grain crops based on regional data and the results of long-term experiments GeoNet] // Agrochemistry. 2018. No. 1. Pp. 77–86. (In Russian.)
  16. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
  17. Tekhnologiya effektivnogo ispol'zovaniya rastitel'nykh ostatkov kak organicheskikh udobreniy na chernozemakh Lesostepi TsChZ [Technology of Efficient Use of Plant Residues as Organic Fertilizers on Black Earth of Black Steppe of Central Black Earth Zone]. Kursk, 2005. 20 p. (In Russian.)
  18. Breskina G. M., Chuyan N. A. Vliyanie priemov biologizatsii na urozhaynost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Influence of biologicalization techniques on crop yields] // Zemledelie. 2020. No. 3. Pp. 30–33. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10308. (In Russian.)
  19. Karpachevskiy L. O. Ekologicheskoe pochvovedenie [Ecological Soil Science]. Moscow: Izd-vo MGU, 1993. 184 p. (In Russian.)
  20. Khaziev F. Kh. Metody pochvennoy enzimologii [Methods of soil enzymology]. Moscow: Nauka, 2005. 252 p. (In Russian.)

#### Authors' information:

Nataliya A. Chuyan<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agropedology, ORCID 0000-0002-4212-3143, AuthorID 597312; +7 920 711-28-56, natalia-chuyan@yandex.ru

Galina M. Breskina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agropedology, ORCID 0000-0003-2381-312X, AuthorID 280213; +7 920 703-65-09, breskina-galina@yandex.ru

<sup>1</sup> Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

## Использование мультикомплекса при выращивании бычков черно-пестрой породы

М. И. Васильева<sup>1</sup>✉, Ю. В. Исупова<sup>1</sup>, М. И. Смолякова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

✉E-mail: marinaroshya@gmail.com

**Аннотация.** Цель исследования – определить влияние биологически активной добавки «Белавит-ФОРТЕ» на формирование мясной продуктивности бычков черно-пестрой породы в Колхозе (СХПК) имени Мичурина Удмуртской Республики, где проводился научно-производственный опыт. **Методы.** Объектом исследования стали бычки черно-пестрой породы на заключительном этапе откорма. Опыты по определению экономической эффективности использования мультикомплекса «Белавит-ФОРТЕ» при производстве говядины проводились на основании классических зоотехнических, экономических и биометрических методов. **Результаты.** Гематологические показатели крови опытных животных находились в пределах физиологической нормы, но в 16-месячном возрасте содержание лейкоцитов в крови опытных бычков было выше на 30,7 %, а гемоглобина и красных кровяных телец – ниже на 2,36 % и 4,8 % соответственно. Тяжеловесные туши были получены от бычков опытной группы, масса которых в среднем была выше на 4,1 % показателей контрольной группы. Бычки, получавшие мультикомплекс, превосходили контрольных сверстников по убойному выходу на 0,7 %. Говядина, полученная от опытных бычков, выгодно отличалась по технологическим свойствам: влагоудерживающая и влагосвязывающая способности мякоти были выше аналогичных контрольных величин на 0,5 и 3,2 % соответственно. По уровню водородного показателя пробы мышечной ткани анализируемых бычков можно идентифицировать как сырье с признаками NOR. **Научная новизна.** Впервые в условиях Колхоза (СХПК) имени Мичурина Вавожского района произведена оценка влияния препарата «Белавит-ФОРТЕ» в рационах бычков черно-пестрой породы в заключительный период откорма на формирование мясной продуктивности и технологические качества говядины.

**Ключевые слова:** бычки черно-пестрой породы, мультикомплекс, эритроциты, лейкоциты, продуктивность, убойная масса, убойный выход, активная кислотность.

**Для цитирования:** Васильева М. И., Исупова Ю. В., Смолякова М. И. Использование мультикомплекса при выращивании бычков черно-пестрой породы // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 33–41. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-33-41.

**Дата поступления статьи:** 01.03.2022, **дата рецензирования:** 18.03.2022, **дата принятия:** 14.04.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Обеспечение населения качественным белком животного происхождения, основным источником которого является говядина, – насущная задача отечественного агропромышленного комплекса. Согласно Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг., для удовлетворения внутренней потребности россиян в продукции животноводства к 2025 г. необходимо производить не менее 12 млн тонн мяса в убойной массе [1, с. 95; 2, с. 115; 3, с. 6].

Решающим фактором в развитии животноводства является устойчивое развитие кормовой базы и организация на ее основе сбалансированного кормления животных [4, с. 64]; в себестоимости любой продукции животноводства затраты на корма составляют достаточно высокий удельный вес. К тому

же повышенные экономические требования к рентабельности производства в нынешних рыночных условиях вынуждают специалистов отрасли АПК внедрять прогрессивные технологии, направленные на получение максимальной продуктивности животных и технологичного мяса с приемлемыми затратами [1, с. 95; 5, с. 102].

Большая концентрация поголовья на ограниченной территории, безвыгульный, а часто и беспастибишный способ содержания животных, необходимость приспосабливаться к машинным способам обслуживания и одновременно высокий уровень интенсификации процессов требуют нового подхода к технологии кормления, который предусматривает изыскание путей дальнейшего повышения эффективности кормления, лучшего использования питательных веществ кормов [6, с. 86; 7, с. 126].

Важно отметить, что текущее состояние кормопроизводства во многих животноводческих организациях не способно в полной мере реализовать генетический потенциал животных, напротив, восполнение некачественных объемистых кормов сопровождается затратами концентрированных, что приводит к нарушению рубцового пищеварения, росту заболеваний и затратам на ведение данной отрасли [8; 9].

Многочисленными исследованиями подтверждено, что в улучшении условий кормления животных определенная роль отводится биологическим препаратам, адаптированным с учетом почвообразовательных процессов [10, с. 153].

В последние годы разработаны и находят широкое практическое применение экологически безопасные комплексные препараты нового поколения – синтезированные органические соединения, состоящие из витаминов, аминокислот, минералов, пребиотиков и других активных биологических веществ, использование которых позволяет направленно влиять на обменные процессы, функции отдельных органов и систем организма, профилирует адинамическое стрессовое состояние животных [11, с. 322; 12, с. 98].

Отечественные и зарубежные ученые выявили, что биостимуляторы в синергетических комплексах работают в разы эффективнее, чем используемые в отдельности [13, с. 153].

В связи с этим изучение влияния использования кормовой добавки на основе минерального сырья в рационах крупного рогатого скота в условиях селендефицитной Удмуртской Республики является актуальным.

Цель работы – определить влияние биологически активной добавки «Белавит-ФОРТЕ» на формирование мясной продуктивности бычков чернопестрой породы в Колхозе (СХПК) имени Мичурина Удмуртской Республики.

Задачи исследований:

1. Проанализировать морфологические показатели крови опытных животных в период заключительного откорма.
2. Оценить убойные показатели бычков чернопестрой породы.
3. Изучить влияние кормовой добавки на функционально-технологические показатели говядины.

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

Научно-хозяйственный опыт проводился в Колхозе (СХПК) имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики в 2020–2021 гг.

Исследования проводились на бычках чернопестрой породы в период заключительного откорма. Методом пар-аналогов были сформированы две группы животных по 10 голов в каждой: одна контрольная, другая опытная. Животные были схожи по возрасту, живой массе и состоянию здоровья.

Бычки контрольной и опытной групп содержались в равных условиях, но контрольной группе скармливали основной рацион, принятый в хозяйстве, а опытной – дополнительно в рацион вводилось биологически активное вещество «Белавит-ФОРТЕ».

«Белавит-ФОРТЕ» – мультикомплекс с содержанием витаминов, хелатных соединений микроэлементов, органических веществ, антиоксидантов, пропиленгликоля, пептидов, заменимых и незаменимых аминокислот. Норма ввода добавки была взята из рекомендаций производителя по применению, животные опытной группы в период заключительного откормочного периода (12–16 месяцев) получали биопрепарат в количестве 5 мл в день на голову в течение 5–7 дней раз в месяц до 16-месячного возраста.

Морфологические показатели крови – эритроциты, лейкоциты (лимфоциты, моноциты, гранулоциты) и гемоглобин – определяли с использованием автоматизированного гематологического анализатора BC-2800Vet.

Оценку убойных качеств бычков проводили по результатам убоя животных в возрасте 16 месяцев (по 3 головы из каждой группы) в условиях Увинского мясокомбината ОАО «Увамясопром» (п. Ува Удмуртской Республики) по методике ВИЖ и ВНИИМП (1977). При этом учитывали живую массу при снятии с откорма, предубойную живую массу, массу парной и охлажденной туши, выход туши и убойный выход.

Технологические свойства говядины оценивали в лаборатории «Переработка продукции животноводства» кафедры «Технология переработки продукции животноводства» ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» по показателям: активная реакция мясного фильтрата (рН – с помощью рН-метра), влагосвязывающая способность (ВСС, % – по методу Грау и Хамма), влагоудерживающая способность (ВУС, % – по методике Л. В. Антиповой, 2004).

#### **Результаты (Results)**

В организме животных кровь, омывая клеточные структуры, питает их жизненно важными веществами и утилизирует от них продукты жизнедеятельности, предоставляя защиту от патогенных микроорганизмов; осуществляет связь всех органов и тканей, создавая необходимый режим их существования. Поэтому очевидно, что нарушения в деятельности систем организма и органов будут отражаться на составляющей крови, которая находится в относительном постоянстве, состав же при этом будет влиять на характер протекания физиологических процессов – как нормальных, так и патологических.

Кровь как составляющая интерьера животного на 55–60 % состоит из плазмы и на 40–45 % из взвешенных в плазме форменных элементов – красных безъядерных клеток и белых кровяных телец, объ-



единяющих элементы моноцитарного, лимфоцитарного и гранулоцитарного ряда.

Благодаря высокой удельной поверхности красные кровяные клетки адсорбируют на себе органические элементы и минералы, включая газы, и транспортируют их к тканям. Дыхательная функция эритроцитов реализуется присутствием в составе хромопротеида – гемоглобина А.

Наличие ядра в лейкоцитах позволяет продуцировать в них белки, в том числе и специфический фермент, назначение которого – разрушение полисахаридных комплексов бактериальных клеток с последующим перевариванием их (фагоцитоз). При этом все формы лейкоцитов проявляют защитную функцию: моноциты, гранулоциты (базофилы, нейтрофилы и эозинофилы) несут неспецифические защитные механизмы (фагоцитоз, выработка интерферона, гепарина, гистамина, лизоцима), лимфоциты же участвуют в специфических защитных реакциях [14, с. 88].

Ценность морфологических показателей крови в том, что при их систематическом контроле удастся своевременно обнаружить изменения в орга-

низме на ранних этапах нарушения обмена веществ [15, с. 41].

Состав крови опытных животных за анализируемый период (таблица. 1) был довольно постоянен и отражал общее состояние организма, связанное с отправлением жизненно важных функций и условиями питания.

Все изучаемые показатели крови в процессе опыта были в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о нормальном развитии органов кроветворения у животных исследуемых групп.

При этом в 16-месячном возрасте у бычков обеих групп отмечено повышение содержания эритроцитов в крови на  $0,54-1,05 \cdot 10^{12}/л$  (7,76–15,37 %), которое совпало с переходом на весенний период по сравнению с показаниями зимнего периода у годовалых бычков. Аналогичная закономерность установлена и по содержанию дыхательного пигмента в крови. Так, повышение концентрации гемоглобина в анализируемый период составило 11,6–19,2 г/л (12,08–21,09 %). В то же время общее содержание лейкоцитов в крови контрольных животных в весенний период уменьшилось на  $1,16 \cdot 10^9/л$  (10,08 %).

Таблица 1  
Гематологические показатели опытных животных

| Показатель              | Контрольная группа | Опытная группа    |
|-------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>12 месяцев</b>       |                    |                   |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | $6,83 \pm 0,32$    | $6,96 \pm 0,38$   |
| Лейкоциты, $10^9/л$ :   | $11,5 \pm 0,69$    | $10,3 \pm 0,79$   |
| – лимфоциты             | $3,5 \pm 0,59$     | $3,1 \pm 0,83$    |
| – моноциты              | $0,7 \pm 0,25$     | $1,1 \pm 0,18$    |
| – гранулоциты           | $7,3 \pm 0,35$     | $6,1 \pm 0,17$    |
| Гемоглобин, г/л         | $91,0 \pm 5,2$     | $96,0 \pm 3,18$   |
| <b>16 месяцев</b>       |                    |                   |
| Эритроциты, $10^{12}/л$ | $7,88 \pm 0,28$    | $7,50 \pm 0,35$   |
| Лейкоциты, $10^9/л$ :   | $10,34 \pm 0,58$   | $13,52 \pm 3,96$  |
| – лимфоциты             | $3,30 \pm 0,30$    | $6,14 \pm 3,60$   |
| – моноциты              | $0,98 \pm 0,09$    | $0,94 \pm 0,05$   |
| – гранулоциты           | $6,06 \pm 0,38$    | $6,44 \pm 0,48$   |
| Гемоглобин, г/л         | $110,20 \pm 3,35$  | $107,60 \pm 2,69$ |

Table 1  
Hematological parameters of experimental animals

| Indicator                 | Control group     | Experienced group |
|---------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>12 months</b>          |                   |                   |
| Erythrocytes, $10^{12}/l$ | $6.83 \pm 0.32$   | $6.96 \pm 0.38$   |
| Leukocytes, $10^9/l$ :    | $11.5 \pm 0.69$   | $10.3 \pm 0.79$   |
| – lymphocytes             | $3.5 \pm 0.59$    | $3.1 \pm 0.83$    |
| – monocytes               | $0.7 \pm 0.25$    | $1.1 \pm 0.18$    |
| – granulocytes            | $7.3 \pm 0.35$    | $6.1 \pm 0.17$    |
| Hemoglobin, g/l           | $91.0 \pm 5.2$    | $96.0 \pm 3.18$   |
| <b>16 months</b>          |                   |                   |
| Erythrocytes, $10^{12}/l$ | $7.88 \pm 0.28$   | $7.50 \pm 0.35$   |
| Leukocytes, $10^9/l$ :    | $10.34 \pm 0.58$  | $13.52 \pm 3.96$  |
| – lymphocytes             | $3.30 \pm 0.30$   | $6.14 \pm 3.60$   |
| – monocytes               | $0.98 \pm 0.09$   | $0.94 \pm 0.05$   |
| – granulocytes            | $6.06 \pm 0.38$   | $6.44 \pm 0.48$   |
| Hemoglobin, g/l           | $110.20 \pm 3.35$ | $107.60 \pm 2.69$ |

Таблица 2

## Показатели мясной продуктивности подопытных бычков (n = 3)

| Показатель                  | Группа       |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|
|                             | Контрольная  | Опытная      |
|                             | $X \pm m$    | $X \pm m$    |
| Съемная живая масса, кг     | 470,5 ± 3,45 | 483,5 ± 3,94 |
| Предубойная живая масса, кг | 456,4 ± 3,17 | 468,9 ± 3,64 |
| Масса парной туши, кг       | 242,3 ± 2,46 | 252,7 ± 7,84 |
| Выход туши, %               | 53,0 ± 0,59  | 53,8 ± 0,58  |
| Масса внутреннего жира, кг  | 10,1 ± 0,45  | 10,2 ± 0,26  |
| Выход внутреннего жира, %   | 2,3 ± 0,08   | 2,2 ± 0,03   |
| Убойная масса, кг           | 252,4 ± 6,91 | 262,9 ± 8,10 |
| Убойный выход, %            | 55,3 ± 0,67  | 56,0 ± 0,61  |

Table 2

## Indicators of meat productivity of experimental bulls (n=3)

| Indicator                   | Group        |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|
|                             | Control      | Experienced  |
|                             | $X \pm m$    | $X \pm m$    |
| Removable live weight, kg   | 470.5 ± 3.45 | 483.5 ± 3.94 |
| Ante-mortem live weight, kg | 456.4 ± 3.17 | 468.9 ± 3.64 |
| Steam carcass weight, kg    | 242.3 ± 2.46 | 252.7 ± 7.84 |
| Carcass yield, %            | 53.0 ± 0.59  | 53.8 ± 0.58  |
| Mass of internal fat, kg    | 10.1 ± 0.45  | 10.2 ± 0.26  |
| Yield of internal fat, %    | 2.3 ± 0.08   | 2.2 ± 0.03   |
| Slaughter weight, kg        | 252.4 ± 6.91 | 262.9 ± 8.10 |
| Slaughter yield, %          | 55.3 ± 0.67  | 56.0 ± 0.61  |

Согласно научным данным, в весенне-летний период эритроциты в крови более насыщены гемоглобином, чем в осенне-зимний период. Поэтому полагаем, что такие изменения обусловлены воздействием условий окружающей среды, особенно если учесть то обстоятельство, что содержание лейкоцитов в организме характеризует иммунологическую реакцию организма: повышенное содержание их в зимний период и меньшее в весенний период вызвано реакцией защитной функции организма на изменяющиеся условия окружающей среды. В особенности это заметно по динамике показателей крови контрольных бычков, что, в свою очередь, подтверждает их лабильность и реактивность на паратипические факторы.

Ученые также поясняют, что в 12 месяцев наступает период затухания роста животных, который характеризуется низкими морфологическими показателями крови по отношению к 16-месячному возрасту [6, с. 89].

В возрасте 16 месяцев в крови опытных бычков содержание гемоглобина и эритроцитов было ниже на 2,6 г/л (2,36 %) и на  $0,38 \cdot 10^{12}/л$  (4,8 %), соответственно, а лейкоцитов – на  $3,18 \cdot 10^9/л$  выше по сравнению с контрольными показателями. Полученные различия в показаниях можно объяснить напряженностью процессов обмена веществ у бычков, получавших препарат «Белавит-ФОРТЕ»: животные характеризовались более интенсивным приростом живой массы в период заключительного откорма.

По лейкоцитарной формуле не обнаружено определенной закономерности в изменении количества лимфоцитов, моноцитов и гранулоцитов с возрастом.

В наших исследованиях в крови бычков анализируемых групп как в 12 месяцев, так и в 16 месяцев наибольшую долю среди элементов белых кровяных телец занимают гранулоциты (59,2–63,4 % и 47,63–58,61 % соответственно), проявляющие неспецифические защитные механизмы.

Качество мясной продуктивности и ее формирование можно оценить по живой массе, массе туши, убойному выходу, выходу туши и т. д. Туши, в свою очередь, оцениваются по развитию мускулатуры, наличию жировых отложений, морфологическому составу [7, с. 127]. Мясная продуктивность опытных бычков представлена в таблице 2.

Сравнительный анализ убойных показателей бычков показал, что живая масса в конце заключительного периода у бычков опытной группы составила 483,5 кг, что на 2,7 % (13 кг) больше, чем у контрольной группы. Контрольные бычки уступили по массе парной туши на 4,1 % (10,4 кг), при этом выход туши колеблется на одинаковом уровне и составляет 53,0–53,8 %. При определении мясной продуктивности животных большое значение имеет характер отложения внутреннего жира: у контрольных бычков содержание жира составило 10,1 кг, у опытных – 10,2 кг. Убойная масса бычков, получавших биологически активную добавку «Белавит-ФОРТЕ», превосходила аналогичные контрольные величины на 3,9 % (10,5 кг).

Таблица 3

Технологические свойства мяса подопытных бычков ( $n = 3$ )

| Группа      | Показатели       |                                  |                                               |
|-------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
|             | pH <sub>24</sub> | Влагоудерживающая способность, % | Влагосвязывающая способность к общей влаге, % |
| Контрольная | 5,74 ± 0,03      | 62,40 ± 1,05                     | 76,09 ± 0,91                                  |
| Опытная     | 5,82 ± 0,02      | 62,91 ± 1,91                     | 79,29 ± 0,82                                  |

Table 3

Technological properties of the meat of experimental bulls ( $n = 3$ )

| Group       | Indicators       |                           |                                                |
|-------------|------------------|---------------------------|------------------------------------------------|
|             | pH <sub>24</sub> | Water holding capacity, % | Moisture binding capacity to total moisture, % |
| Control     | 5.74 ± 0.03      | 62.40 ± 1.05              | 76.09 ± 0.91                                   |
| Experienced | 5.82 ± 0.02      | 62.91 ± 1.91              | 79.29 ± 0.82                                   |

Одним из важных показателей учета мясной продуктивности животных является убойный выход. Его определяют в процентах как отношение массы туши с внутренним жиром к предубойной живой массе. Отмечено, что лучшей продуктивностью считается, когда убойный выход больше, а доля несъедобных частей меньше.

Тем не менее мировая практика показывает, что животные, дающие высокий выход мяса в тушах, часто имеют специфические конституциональные недостатки, у них наблюдается повышенная нервная возбудимость, приводящая к ощутимым потерям продуктивности и снижению качественных характеристик мяса.

На сегодняшний день при покупке мяса и мясной продукции для покупателя наиболее важным фактором считается качество мясного сырья, то есть его технологические свойства. Поэтому основной задачей для перерабатывающих предприятий является производство качественной и полезной продукции, которая должна отвечать действующим стандартам.

В отечественных мясоперерабатывающих предприятиях по активной кислотности миофибрилл выявляют нормальное мясо – NOR, обозначаемое в соответствии с английским термином; бледное, мягкое и водянистое – PSE; темное, жесткое и сухое мясо – DFD. Основной причиной формирования мяса со свойствами DFD и PSE является выращивание скота при ограниченной подвижности, к тому же промышленный откорм и селекция, направленная на повышение мясной продуктивности, приводят к психической неустойчивости животных и их повышенной подверженности стрессу. С последним связаны значительное количество адреналина в крови, что является причиной ускоренного распада гликогена [4, с. 66].

При утомлении либо стрессах перед забоем животные расходуют внушительную часть мышечного углевода, что приводит к получению сырья с высоким конечным уровнем pH. DFD-мясо с тех-

нологической точки зрения более привлекательно: по завершении rigor mortis будет обладать высокой растворимостью белков, обусловленной низкой кислотностью среды, и более высоким объемом свободных миофибриллярных белков – миозина и актина, не связанных в актомиозиновый комплекс. При этом щелочная среда в таком мясе ограничивает сроки хранения мяса, так как практически для всех видов бактерий мышечная ткань недостаточной кислотности является благоприятной средой для их развития. Мясо с щелочной средой рекомендуется использовать при выработке эмульсионных колбас с небольшими сроками хранения и замороженных изделий [13, с. 154].

Синдром PSE связан с ускоренным разложением мышечного углевода с образованием молочной кислоты и падением pH в первые 60 мин. с 7,0–7,3 ед. до 5,5–5,9 ед. Повышенная кислотность в еще функционирующих клетках мышц совместно с высокой температурой, обусловленной недостаточным поступлением в кровь сосудорасширяющих гормонов, вызывают нарушения и денатурацию белков, что сопровождается ухудшением технологических свойств мякоти. Такое сырье непригодно для изготовления колбас, консервирования и длительного хранения.

Нормальное мясо без ограничений можно использовать для производства любых мясопродуктов. Технологические свойства говядины исследуемых бычков представлены в таблице 3.

Важным критерием мышечной ткани является водородный показатель, или активная кислотность (pH), по величине которой определяют технологичность мяса, характер его созревания и принадлежность сырья к сортовой группе.

Водородный показатель мяса зависит от содержания в нем углеводов в момент убоя животного, а также от активности внутримышечных ферментов. В процессе ферментации реакция среды мышц достигает уровня 5,6–5,8 ед., такое мясо принято называть «созревшим».

Таблица 4

Экономическая эффективность производства говядины

| Показатель                                         | Группа животных |           |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                                                    | Контрольная     | Опытная   |
| Средняя живая масса на начало учетного периода, кг | 320,00          | 320,00    |
| Средняя живая масса на конец учетного периода, кг  | 470,50          | 483,50    |
| Валовой прирост живой массы за весь период, кг     | 150,50          | 163,50    |
| Затраты на выращивание 1 гол., руб.                | 13 436,64       | 13 916,64 |
| в т. ч. затраты на препараты                       | —               | 480       |
| Себестоимость 1 кг прироста живой массы, руб.      | 89,28           | 85,11     |
| Цена реализации 1 кг живой массы, руб.             | 112,69          | 112,69    |
| Выручка от реализации прироста, руб.               | 16 959,84       | 18 424,81 |
| Прибыль, руб.                                      | 3 523,2         | 4 508,17  |
| Уровень рентабельности, %                          | 26,2            | 32,3      |

Table 4

Economic efficiency of beef production

| Indicator                                                         | Group of animals |              |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|
|                                                                   | Control          | Experimental |
| Average live weight at the beginning of the accounting period, kg | 320.00           | 320.00       |
| Average live weight at the end of the accounting period, kg       | 470.50           | 483.50       |
| Gross weight gain for the entire period, kg                       | 150.50           | 163.50       |
| The cost of growing 1 head. rub.                                  | 13 436.64        | 13 916.64    |
| including drug costs                                              | —                | 480          |
| Cost of 1 kg of live weight gain, rub.                            | 89.28            | 85.11        |
| Selling price of 1 kg of live weight, rub.                        | 112.69           | 112.69       |
| Proceeds from the sale of growth, rub.                            | 16 959.84        | 18 424.81    |
| Profit, rub.                                                      | 3 523.2          | 4 508.17     |
| Profitability level, %                                            | 26.2             | 32.3         |

Концентрация ионов  $H^+$  в мясном фильтрате исследуемых бычков свидетельствует об оптимальном уровне водородного показателя, что идентифицирует пробы мяса как сырье с признаками NOR.

Значение pH также оказывает влияние на формирование цвета и вкуса, микробиологическую стабильность, выход и консистенцию мяса. От точки расположения pH, а следовательно, от состояния мышечного белка также в прямой зависимости находится влагосвязывающая способность мяса (BCC). Максимальной BCC обладают волокна при pH = 7,0 ед., в этой точке белки находятся в набухом состоянии и поэтому способны связать содержащееся в мясе воду и впитывать дополнительную влагу. Минимальная BCC в стадии посмертного окоченения – при pH = 5,3 ед.

Поэтому от влагосвязывающей и влагоудерживающей способностей мяса зависят органолептические и физико-химические параметры продукта – сочность, нежность, потери при тепловой обработке.

Влагоудерживающая способность в пробе мякоти опытных бычков составила 62,91 %, это выше на 0,51 %, чем у контрольных бычков. Разница по влагосвязывающей способности в пользу опытной

группы составила 3,2 %, что свидетельствует о лучшем расщеплении белковой молекулы под влиянием протеолитических ферментов с образованием фрагментов, действующих как основания.

Введение в рацион бычков черно-пестрой породы концентрированного раствора «Белавит-ФОРТЕ», представляющего собой комбинацию натуральных функционирующих ингредиентов, действие которых направлено на улучшение метаболических функций организма животных, повышение общего энергетического статуса организма, нормализации общих показателей обмена веществ, способствовало повышению экономической эффективности производства говядины.

В таблице 4 представлена экономическая эффективность исследований.

В условиях анализируемой технологии содержания и откорма валовой прирост живой массы у бычков в период заключительного откорма опытной группы составил 163,50 кг, что на 7,9 % выше аналогичной величины у бычков контрольной группы. От реализации 1 головы животного опытной группы была получена прибыль в размере 4508,17 руб., что выше по сравнению с контрольной группой на 21,8 %.



Использование биологически активного вещества «Белавит-ФОРТЕ» в рационах молодняка крупного рогатого скота позволяет снизить такой экономический показатель, как себестоимость 1 кг прироста живой массы, на 4,8 % (4,17 руб.) и повысить уровень рентабельности производства говядины на 6,1 %.

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

Таким образом, сбалансированное витаминно-минерально-аминокислотным комплексом питание оказывает значительное воздействие на обмен веществ, активизирует окислительно-восстановительные процессы, повышает общую резистентность животных и способствует увеличению количества лейкоцитов в крови бычков опытной группы.

На фоне применения биологически активного вещества предубойная живая масса бычков опытной группы составила 468,9 кг, что выше показателей бычков контрольной группы на 2,7 %. Масса парной туши бычков опытной группы превосходила контрольную на 4,1 % при убойном выходе 53,8 %.

Мясное сырье опытных бычков отличается технологическими свойствами: в созревшем мясе миофибриллы лучше удерживают влагу, и такое сырье может быть рекомендовано в производстве всех видов мясопродуктов.

Полученные результаты исследования позволяют рекомендовать в технологии производства говядины введение кормовой добавки «Белавит-ФОРТЕ» в рацион бычков на заключительной стадии откорма.

#### Библиографический список

1. Кузьмина И. Ю., Игнатович Л. С. Обогащение рационов молодняка крупного рогатого скота натуральной биологически активной кормовой добавкой // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. № 22 (1). С. 94–103.
2. Приступа В. С., Кротова О. Е., Савенков К. С. Влияние кормовых добавок «Валопро» и «Рупрокол» на мясную продуктивность бычков герефордской породы // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2021. № 1. С. 113–122.
3. Prokhorov I. P., Kalmykova O. A., Kubatbekov T. S., Yuldashbaev Y. A., Kaledin A. P., Savchuk S. V. Features of the bone system formation of carcasses of simmental and crossbreed steers // *Journal of biochemical technology*. 2021. No. 2. Vol. 12. Pp. 6–11. DOI: 10.51847/2XQS6HObDZ.
4. Казанцева Н. П., Васильева М. И., Сергеева И. Н. Влияние генотипа на формирование качественных характеристик мяса свиней // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2020. № 3 (63). С. 10–16.
5. Слепцов И. И., Мартынов А. А., Алексеева Н. И., Васильев Я. В. Влияние минеральной добавки «Хелавит А» на прирост и показатели крови молодняка калмыцкой породы в первые месяцы жизни // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2021. № 1. С. 101–105.
6. Джуламанов К. М., Колпаков В. И., Ворожейкин А. М., Бактыгалиева А. Т., Натиров А. К. Гематологические показатели молодняка разных генотипов // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 3 (99). С. 86–90.
7. Текеев М. Э., Текеева Х. Э., Коротов А. А. Мясная продуктивность помесных бычков // *Молочнохозяйственный вестник*. 2019. № 4 (36). С. 125–132.
8. Kudrin M. R., Izhboldina S. N., Shklyayev K. L., Nikolaev V. A., Selezneva N. V. Beef production of black-and-white breed depending on the degree of fattening [e-resource] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk, 2019. Vol. 315 (7). Article number 072028. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/7/072028> (date of reference: 25.02.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/315/7/072028.
9. Kurilkina M. Ya., Muslyumova D. M., Zavyalov O. A., Atlanderova K. N. Testing of the technology of cavitation treatment of sunflower oil sludge to increase the digestibility of feed for calf bulls // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020. No. 624. Article number 012112. URL <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/624/1/012112> (date of reference: 25.02.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012112.
10. Каратунов В. А., Тузов И. Н., Мартыненко Я. Н., Ратников А. Р., Тузов А. И. Влияние кормления на рост мышечной и костной ткани голштинских бычков // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2019. № 78. С. 152–157.
11. Gaitov Ch. R., Gappoeva V. S., Temiraev R. B., Chabaev M. G., Dzhaboeva A. S., Osikina R. V., Plieva E. A. Effect of probiotic additive in quail diet on nutritional quality of meat // *Journal of livestock science*. 2021. No. 12. Pp. 321–325. DOI: 10.33259/JLivestSci.2021.321-325.
12. Семенов В. Г., Кузнецов А. Ф., Никитин Д. А. Повышение мясной продуктивности бычков новыми отечественными биопрепаратами // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2018. № 1. С. 98–101.
13. Васильева М. И. Функционально-технологические свойства мясного сырья при использовании в рационе бычков селенорганических комплексов // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2018. № 43. С. 153–155.

14. Левахин В. И., Ажмулдинов Е. А., Титов М. Г., Поберухин М. М., Бабичева И. А. Морфологические и биохимические показатели крови бычков при технологических стрессах // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2 (98). С. 88–91.

15. Кизаев М. А., Ажмулдинов Е. А., Титов М. Г., Соболева Н. В. Физиологические показатели бычков черно-пестрой породы при воздействии транспортного стресса // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 39–44.

#### Об авторах:

Марина Ивановна Васильева<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства, ORCID 0000-0002-1778-9808, AuthorID 753708; +7 950 823-44-91, [marinaroshya@gmail.com](mailto:marinaroshya@gmail.com)

Юлия Викторовна Исупова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных, ORCID 0000-0003-3753-3188, AuthorID 333197; +7 965 841-27-75, [korm@izhgsha.ru](mailto:korm@izhgsha.ru)

Мария Игоревна Смолякова<sup>1</sup>, магистр, ORCID 0000-0001-7707-7346, AuthorID 1146179; +7 912 450-82-15, [smolakovamaria29@gmail.com](mailto:smolakovamaria29@gmail.com)

<sup>1</sup> Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

## The use of multicomplex in the cultivation of black-and-white bulls

M. I. Vasilyeva<sup>1</sup>✉, Yu. V. Isupova<sup>1</sup>, M. I. Smolyakova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

✉ E-mail: [marinaroshya@gmail.com](mailto:marinaroshya@gmail.com)

**Abstract.** Purpose is to determine the influence of the biologically active additive “Belavit-FORTE” on the formation of meat productivity of black-and-white bulls in the Michurin Collective Farm of the Udmurt Republic where was carried research and production experience. **Methods.** The object of the study was black-and-white bulls at the final stage of fattening. Studies to determine the economic efficiency of using the multi-complex “Belavit-FORTE” in the production of beef were carried out on the basis of classical zootechnical, economic and biometric methods. **Results.** The hematological parameters of the blood of experimental animals were within the physiological norm, but at the age of 16 months, the content of leukocytes in the blood of experimental bulls was higher by 30.7 %, and hemoglobin and red blood cells were lower by 2.36 % and 4.8 %, respectively. Heavy carcasses were obtained from the bulls of the experimental group, the weight of which was on average 4.1 % higher than in the control group. The bulls that received the multicomplex surpassed the control peers in slaughter yield by 0.7 %. Beef obtained from experimental bulls favorably differed in technological properties: the moisture-retaining and moisture-binding abilities of the pulp were higher than the similar control values by 0.5 and 3.2 %, respectively. According to the pH level of the sample of the muscle tissue of the analyzed bulls, it can be identified as a raw material with NOR signs. **The scientific novelty.** For the first time in the conditions of the Michurin Collective Farm, Vavozhsky District, the influence of the “Belavit-FORTE” preparation in the diets of black-and-white bulls in the final fattening period on the formation of meat productivity and technological qualities of beef was assessed. **Keywords:** bulls of black-and-white breed, multi-complex, erythrocytes, leukocytes, productivity, slaughter weight, slaughter yield, active acidity.

**For citation:** Vasilyeva M. I., Isupova Yu. V., Smolyakova M. I. Ispol'zovanie mul'tikompleksa pri vyrashchivanii bychkov cherno-pestroy porody [The use of multicomplex in the cultivation of black-and-white bulls] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 33–41. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-33-41. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 01.03.2022, **date of review:** 18.03.2022, **date of acceptance:** 14.04.2022.

#### References

1. Kuz'mina I. Yu., Ignatovich L. S. Obogashchenie ratsionov molodnyaka krupnogo rogatogo skota natural'noy biologicheskoy kormovoy dobavkoy [Enrichment of diets of young cattle with natural biologically active feed additive] // Agricultural Science Euro-North-East. 2021. No. 22 (1). Pp. 94–103. (In Russian.)

2. Pristupa V. S., Krotova O. E., Savenkov K. S. Vliyanie kormovykh dobavok "Valopro" i "Ruprokol" na myasnuyu produktivnost' bychkov gereforskoy porody [Effect of feed additives "Valopro" and "Ruprocol" on meat productivity of bull calves of the hereford breed] // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021. No. 1. Pp. 113–122. (In Russian.)
3. Prokhorov I. P., Kalmykova O. A., Kubatbekov T. S., Yuldashbaev Y. A., Kaledin A. P., Savchuk S. V. Features of the bone system formation of carcasses of simmental and crossbreed steers // *Journal of biochemical technology*. 2021. No. 2. Vol. 12. Pp. 6–11. DOI: 10.51847/2XQS6HObDZ.
4. Kazantseva N. P., Vasil'eva M. I., Sergeeva I. N. Vliyanie genotipa na formirovanie kachestvennykh kharakteristik myasa sviney [Influence of genotype on the formation of qualitative characteristics of pig meat] // *Journal of Proceedings of the Gorsky SAU*. 2020. No. 3 (63). Pp. 10–16. (In Russian.)
5. Sleptsov I. I., Martynov A. A., Alekseeva N. I., Vasil'ev Ya. V. Vliyanie mineral'noy dobavki "Khelavit A" na prirost i pokazateli krovi molodnyaka kalmytskoy porody v pervye mesyatsy zhizni [The influence of "Helavit A" mineral additives on the gain and the indicators of blood of the kalmyk breed's young growth in the first months of life] // *Bulletin of KrasGAU*. 2021. No. 1. Pp. 101–105. (In Russian.)
6. Dzhulamanov K. M., Kolpakov V. I., Vorozheykin A. M., Baktygalieva A. T., Natyrov A. K. Gematologicheskie pokazateli molodnyaka raznykh genotipov [Hematological indicators of young animals of different genotypes] // *Herald of beef cattle breeding*. 2017. No. 3 (99). Pp. 86–90. (In Russian.)
7. Tekeev M. E., Tekeeva Kh. E., Korotov A. A. Myasnaya produktivnost' pomesnykh bychkov [Meat productivity of cross-bred bull-calves] // *Molochnokhozyaistvenny Vestnik*. 2019. No. 4 (36). Pp. 125–132. (In Russian.)
8. Kudrin M. R., Izhboldina S. N., Shklyayev K. L., Nikolaev V. A., Selezneva N. V. Beef production of black-and-white breed depending on the degree of fattening [e-resource] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk, 2019. Vol. 315 (7). Article number 072028. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/315/7/072028> (date of reference: 25.02.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/315/7/072028.
9. Kurilkina M. Ya., Muslyumova D. M., Zavyalov O. A., Atlanderova K. N. Testing of the technology of cavitation treatment of sunflower oil sludge to increase the digestibility of feed for calf bulls // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2020. No. 624. Article number 012112. URL <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/624/1/012112> (date of reference: 25.02.2022). DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012112.
10. Karatunov V. A., Tuzov I. N., Martynenko Ya. N., Ratnikov A. R., Tuzov A. I. Vliyanie kormleniya na rost myshechnoy i kostnoy tkani golshtinskikh bychkov [Influence of feeding on the growth of muscular and bone tissues of golshtin bulls] // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. No. 78. Pp. 152–157. (In Russian.)
11. Gaitov Ch. R., Gappoeva V. S., Temiraev R. B., Chabaev M. G., Dzhaboeva A. S., Osikina R. V., Plieva E. A. Effect of probiotic additive in quail diet on nutritional quality of meat // *Journal of livestock science*. 2021. No. 12. Pp. 321–325. DOI: 10.33259/JLivestSci.2021.321-325.
12. Semenov V. G., Kuznetsov A. F., Nikitin D. A. Povyshenie myasnoy produktivnosti bychkov novymi otechestvennymi biopreparatami [Increase in meat efficiency of bull-calves new domestic biological preparations] // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2018. No. 1. Pp. 98–101. (In Russian.)
13. Vasil'eva M. I. Funktsional'no-tekhnologicheskie svoystva myasnogo syr'ya pri ispol'zovanii v ratsione bychkov selenorganicheskikh kompleksov [Functional and technological properties of meat raw materials when using in the diet of bulls the selenorganic complexes] // *Izvestiya Mezhdunarodnoy akademii agrarnogo obrazovaniya*. 2018. No. 43. Pp. 153–155. (In Russian.)
14. Levakhin V. I., Azhmuldinov E. A., Titov M. G., Poberukhin M. M., Babicheva I. A. Morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krovi bychkov pri tekhnologicheskikh stressakh [Morphological and biochemical indicators of blood of bulls at technological stresses] // *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2017. No. 2 (98). Pp. 88–91. (In Russian.)
15. Kizaev M. A., Azhmuldinov E. A., Titov M. G., Soboleva N. V. Fiziologicheskie pokazateli bychkov chernopstroy porody pri vozdeystvii transportnogo stressa [Physiological indices of Black Spotted bulls under transportation stress] // *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018. Vol. 101. No. 3. Pp. 39–44. (In Russian.)

#### Authors' information:

Marina I. Vasilyeva<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of technology of livestock processing, ORCID 0000-0002-1778-9808, AuthorID 753708; +7 950 823-44-91, [marinaroshya@gmail.com](mailto:marinaroshya@gmail.com)

Yuliya V. Isupova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor of the Department of feeding and breeding of agricultural animals, ORCID 0000-0003-3753-3188, AuthorID 333197; +7 965 841-27-75, [korm@izhgsha.ru](mailto:korm@izhgsha.ru)

Mariya I. Smolyakova<sup>1</sup>, master student, ORCID 0000-0001-7707-7346, AuthorID 1146179; +7 912 450-82-15, [smolakovamaria29@gmail.com](mailto:smolakovamaria29@gmail.com)

<sup>1</sup> Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

## Microstructural assessment of organs and tissues in experimental immunosuppression and correction in animals

M. N. Drozd<sup>1</sup>, V. M. Usevich<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: vus5@yandex.ru

**Abstract.** Modern technological conditions of keeping and exploitation of animals and poultry do not exclude the negative impact of stress on their body. This leads to a decrease in the body's resistance, an increase in morbidity and mortality. In addition, the quantity and quality of the products obtained are reduced. Stress prevention helps to increase the natural resistance of the body. The search for effective means of preventing stress reactions of the body in animal husbandry and poultry farming is an urgent problem of practical veterinary medicine. Polymineral feed additives of natural and artificial origin may exhibit adaptogenic properties. **The purpose** of this study was to give a microhistochemical assessment of the effectiveness of a mineral feed additive on some internal organs during experimental immunosuppression in laboratory animals. In the conditions of experimental immunosuppression, to identify the effect of a feed additive on the structure of organ cells and their metabolism. **Materials and methods.** To confirm the effectiveness of the mineral adaptogen, histological, morphometric and histochemical studies of stress-determining organs (adrenal glands), organs of excretion of metabolic products (kidneys) and the central organ of homeostasis (liver) were performed. **As a result** of the conducted studies, the organoprotective role of the mineral adaptogen was revealed. The most sensitive organs to the action of adverse factors (liver, kidneys, adrenal glands) have been identified. Morphometrically determined the reliability of morphological changes in them. During prophylactic feeding of mineral adaptogen in the studied organs, the revealed changes did not have total destruction, approaching the structure and metabolic processes in cells to the structure of these organs in intact animals. **Scientific novelty.** For the first time, a comparative microstructural, histochemical and morphometric assessment of some internal organs in the body of laboratory animals under conditions of artificially induced immunosuppression was carried out, confirming the organoprotective effect of a mineral adaptogen – a feed mineral additive of domestic production.

**Keywords:** stress, immunosuppression, prevention, adaptogen, histology, histochemistry, morphometry, feed additives.

**For citation:** Drozd M. N., Usevich V. M. Microstructural assessment of organs and tissues in experimental immunosuppression and correction in animals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 42–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-42-48. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 24.03.2022, **date of review:** 08.04.2022, **date of acceptance:** 20.04.2022.

### Introduction

The modern development of animal husbandry has an increased technogenic load on the body of animals and birds, which is accompanied by an increased stress load. Constant stress reduces the immunity of animals. Against the background of reduced immunity, infectious, invasive and non-communicable diseases can develop. Any diseases reduce the productivity of animals and poultry, and also negatively affect the quality of the obtained products. In addition, poor quality feed, microclimate disturbances and violations in the technology of keeping animals and birds are unfavorable factors. For successful work on the elimination of negative factors that reduce the efficiency of animal

husbandry and poultry farming, a complete understanding of where, when and why certain veterinary measures are necessary is necessary. By conducting an experimental study and studying the structure of internal organs, under various physiological and pathological conditions, at the microscopic level, one can understand the mechanism of the development of the pathological process, which structures are more susceptible to destruction and what allows them to be preserved. By simulating pathological processes in laboratory animals, it is possible to track at what stage in the development of pathology the changes become fatal and when it is possible to change the direction of anagenesis of a negative process to a positive one by drugs or other



manipulations and actions. By studying histochemical changes in tissues and cells, you can see a color chart of biochemical processes, which will allow you to compare immunobiochemical processes with the results of biochemical studies of blood serum.

Currently, to level the negative consequences of these factors, various drugs, feed additives, multivitamin complexes, probiotics, medicinal plants and biologically active substances are used in veterinary practice [4–6]. All of these funds can be attributed to the group of adaptogens, which is divided into mineral, organic – animals, microbiological, vegetable – natural and synthetic – pharmaceutical preparations. All these adaptogens increase the body's natural resistance. The most interesting are those adaptogens that have the widest possible effect and are effective in relation to the natural resistance and safety of the livestock, as well as having a positive effect on the quantity and quality of the products obtained [1–3].

For a long time there has been a search for cheap and effective means of animal protection. Adaptogens of domestic production are obtained from by-products of the pharmaceutical, processing livestock, natural resources and metallurgical industries [1; 3]. The quality and safety of adaptogens for the life and health of humans, animals and birds is determined by the laboratories of medical and veterinary institutions. A large number of studied natural mineral adaptogens were used as enterosorbents that absorb enterotoxins of various origins. The mineral adaptogens used today belong to the group of zeolites of natural and artificial origin [2; 3].

Their main common advantage lies in the structure of the crystal lattice, capable of absorbing toxic and harmful substances, as well as the mechanism for enriching the body with essential minerals according to the principle of ion exchange. [3]. The fundamental difference between them lies not only in the quantitative and qualitative chemical composition, but also in the possibilities of their enrichment with the necessary minerals, as well as the stability of the mineral composition. All natural zeolites have a variable chemical composition, which depends on the depth of the formation being mined. Its chemical composition is influenced by the climatic conditions of the period of its formation. As a result of technological processing, artificial zeolites have a constant chemical composition, which can be changed in accordance with the requirements of technical regulations or animal husbandry requests. For artificial zeolites, the raw material is a by-product of aluminum production, the natural resource for which is natural bauxite. The level of occurrence of these minerals is much deeper; these are more ancient structures with constant formation conditions. In this regard, the most interesting mineral adaptogen with a stable mineral composition [3]. Previous studies on the chemical composition showed that the amount of minerals in it is more than thirty, four of which are neutral in relation to metabolic processes in the body. In addition, the min-

eral adaptogen is enriched with stabilized iodine. But until recently, there is no definitive information about the immuno- and organoprotective action of mineral adaptogens at the level of metabolic processes in general, at the cellular and intraorgan level.

In connection with all of the above, the search for effective means of preventing the negative effects of stress is an urgent task of practical veterinary medicine. As such a means, a feed mineral additive is used under the trade name “BSh-VIT”, produced by LLC “Sor-bent-K” Russia. Previously used as an enterosorbent and a source of macro- and microelements. The positive results obtained from its use have led to its deeper study at the level of organs, tissues and cells.

The aim of the study was to give a microstructural and histochemical evaluation of the effectiveness of a mineral feed additive on some internal organs in experimental immunosuppression in laboratory animals.

The objectives of the study were:

- to determine the morphological structure of organs against the background of artificial immunosuppression and prophylactic use of mineral feed additives;
- to find out at the microscopic and histochemical level changes in the cells of the liver, the central organ of homeostasis, against the background of artificial immunosuppression and the prophylactic use of mineral feed additives.

### Methods

Experimental studies were carried out in the laboratory of the Department of Infectious and Non-Contagious Pathology of the Ural State Agrarian University, in the laboratory of immunobiochemistry of the FSBNU Urfa Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, the histological laboratory of the Central Scientific Research Laboratory of the Ural State Medical University. For the study, white outbred rats of 3 months of age were selected with a live weight of 250 grams of both sexes equally, 15 heads in each group. Animals were selected into groups according to the principle of analogues, they were divided into 2 groups, control and experimental. In the experimental study, the control group included healthy intact animals that were not exposed to any effects for 3 weeks, the experimental group included animals that received a feed mineral supplement throughout the entire study period. The scheme of experience is presented in table 1.

At the beginning of the study, 6 animals, 3 heads of females and males, were taken out of the experiment to determine the morphological picture of the internal organs in intact animals. Throughout the study period, all animals received the same diet and drink ad libitum from automatic drinkers. Specialized feed “Little-one-rats” was used as feed. Animals of the experimental group were fed with the mineral feed additive “BSh-VIT”, at the rate of 0.3 g per 1 kg of live weight of the rat (0.075 g per head) once a day throughout the entire study period. Feeding animals in groups twice a day.

Table 1  
Scheme of experience

| Group                                                                             | "Little-one-rats" food and artesian drinking water | Immunosuppression for 21 <sup>st</sup> day from the start of the study |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Experimental group mineral feed additive constantly at a dose of 0.075 g per head | +                                                  | +                                                                      |
| Control – intact animals                                                          | +                                                  | +                                                                      |

On 21<sup>st</sup> day from the start of the experiment, artificial immunosuppression was induced in animals of both groups by simultaneous intramuscular administration of 0.5 mg of dexamethasone and 2.5 % suspension of hydrocortisone acetate at the rate of 20 mg per 100 grams of rat live weight. The drugs used cause the involution of the organs of the immune system and the development of the process of glycolysis in the liver, while increasing the level of glucose in the blood [9].

After the creation of immunosuppression on the 14th day, 6 animals (3 females and 3 males) were removed from each group from the experiment. From these animals, material was collected for histological and histochemical studies. For microscopic studies, the liver, kidneys and adrenal glands were taken. Pieces of the selected organs were fixed with a formalin solution, dehydrated with alcohols of increasing concentration, and embedded in paraffin. All histological studies were performed according to generally accepted methods. To obtain histosections, a rotary microtome HM-450 Microm was used. The prepared sections were stained with hematoxylin and eosin according to standard methods. For the detection of mucopolysaccharides – PAS-reaction with Schiff's reagent.

To study histosections, an Olympus CX41 light microscope was used at a magnification of x 100, 200, 400. Microphotography was carried out with a Levenhuk C130 NG digital camera to document the most common changes in the comparison groups.

The resulting digital material was subjected to statistical processing in the Excel program. The arithmetic mean error ( $M$ ) and the arithmetic mean error ( $m$ ) were read. The significance of the difference was assessed by Student's t-test. The results were considered reliable at  $P \leq 0.05$ .

### Results

To assess the immunosuppressive effect, we assessed the microstructure of the stress-modulating organ, the adrenal glands. The adrenal glands are classified as organs of the endocrine system, tk. they produce hormones. The morphostructure of the adrenal gland has a two-layer structure, while the cortical and medulla have a different origin, respectively, different functions and structure.

The cortical zone occupies a large area, corticosteroid hormones are synthesized in it, and catecholamines are synthesized in the medulla. The cortical substance is represented by three zones: the outer – glomerular, represented by adrenocorticocytes, the middle – bundle, and on the border with the medulla there is a mesh

zone, represented by endocrinocytes. Adrenalin produced by the adrenal cortex stimulates glycogenesis in the liver, and glucocorticoids stimulate gluconeogenesis. Therefore, the ratio of hormones produced by the adrenal glands ensures the development of suppressive states in target organs and tissues, and, in general, the development of a state of immunosuppression in the body. Chromaffin cells located in the medulla produce epinephrine and norepinephrine.

Mineralocorticoids (aldosterone) are produced by cells of the zona glomeruli, and cells of the zona fasciculata produce glucocorticoids (cortisol). Cortisol is a hormone that has the ability to suppress the function of the immune system and affects carbohydrate metabolism. The cells of the zona reticularis produce sex hormones. When studying the microstructure of the reticular zone, no noticeable changes were noted in all animals of the studied groups.

The cells of the medulla produce epinephrine and norepinephrine. Adrenaline is capable of aggregation in individual granules and bind to the phospholipids of the cell membrane. They are immediate type hormones, so they do not work for a long time. Also, under microscopy at the level of conventional light microscopy, they did not suffer noticeable changes.

In this regard, our attention was drawn to the morphostructure of the adrenal cortex and its glomerular and fascicular zones.

Since the structure was identical in the microstructure of the reticular zone in all groups of animals, it was not described separately. Artificially reproduced immunosuppression primarily affects the structure of the upper layer of the adrenal gland - the cortical layer and, to a lesser extent, the lower zones of the cortical and medulla layers. Probably, long-term chronic immunosuppression can lead to a change in the microstructure of all layers of the adrenal gland and have a greater effect on the microstructure of organs and systems of the animal body.

At the same time, it was found that the micropicture of the organ did not undergo changes in comparison with the control group of animals (intact healthy animals). The structure of the adrenal glands had a characteristic structure on the outside covered with a capsule, represented by connective tissue and divided into cortical (Fig. 1, 4) and cerebral zones.

With induced immunosuppression, there is a slight thickening of the connective tissue capsule of the organ and a slight increase in the number of lymphoid cells in the cortical zone (Fig. 2, 5). The brain area had a typical structure.



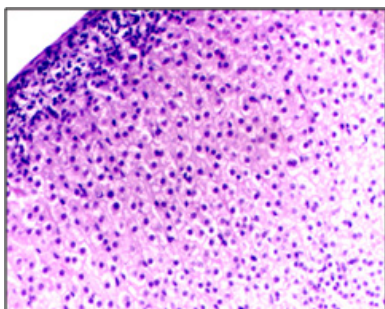


Fig. 1. The adrenal gland. Intact animals. Cortical layer (glomerular and bundle zones). Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 200

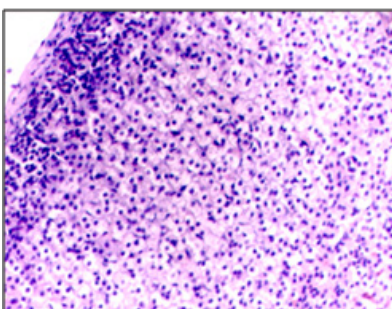


Fig. 2. The adrenal gland. Intact animals after immunosuppression. Cortical layer (glomerular and bundle zones). Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 200

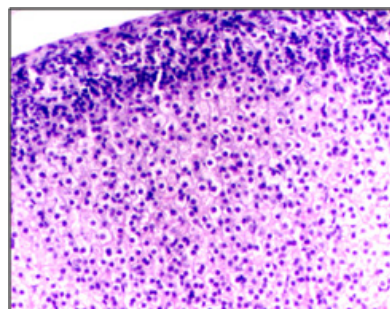


Fig. 3. The adrenal gland. Animals with immunosuppression on the background of feeding feed mineral additives. Cortical layer (glomerular and bundle zones). Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 200

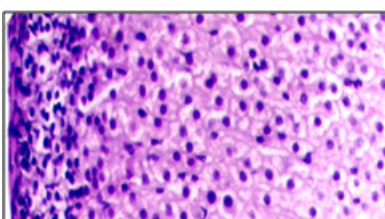


Fig. 4. The adrenal gland. Intact animals. Typical structure. Cortical layer (glomerular and bundle zones). Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

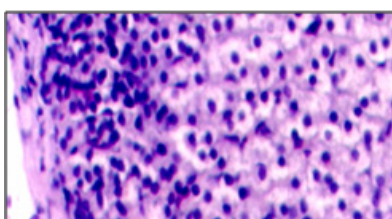


Fig. 5. The adrenal gland. Intact animals after immunosuppression. Cortical layer (glomerular and bundle zones). Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

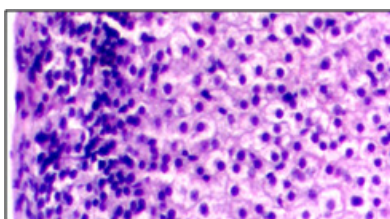


Fig. 6. The adrenal gland. Animals with immunosuppression on the background of feeding feed mineral additives. Cortical layer (glomerular and bundle zones). Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

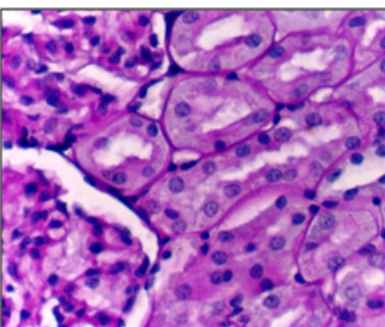


Fig. 7. Kidney. Intact animals. The condition of the brush border of the epithelium of the convoluted tubules. Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

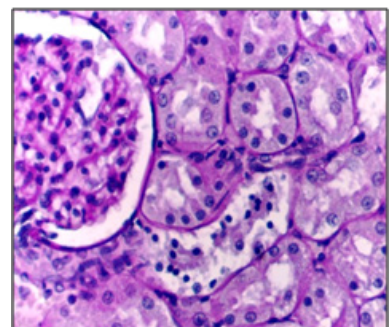


Fig. 8. Kidney. Intact animals after immunosuppression. The condition of the brush border of the epithelium of the convoluted tubules. Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

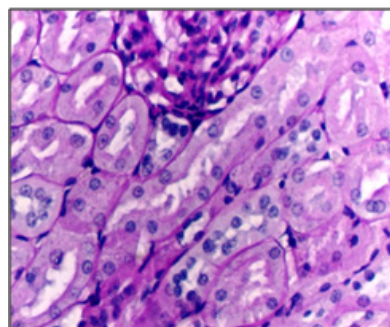


Fig. 9. Kidney. Animals with immunosuppression on the background of feeding feed mineral additives. The condition of the epithelium of convoluted tubules. Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

With artificially induced immunosuppression against the background of feeding a feed mineral supplement, thickening of the connective tissue capsule of the organ was also noted, a slight increase in the volume of the cortical zone due to the migration of lymphoid cells into it (Fig. 3, 6). At the same time, the structure of the cerebral zone had a typical structure.

In the study of the microstructure of the kidneys in the intact control group, a typical structure of the glomerular epithelium and convoluted tubules was noted, while the brush borders, the epithelium of the convoluted tubules in a functionally active state were clearly visible (Fig. 7).

With immunosuppression in the convoluted tubules, there are areas with violations of the brush border, degenerative changes in the epithelium and desquamation of epithelial cells (Fig. 8).

When studying the microstructure of the kidney of the cortical zone in the group of animals with artificially induced immunosuppression against the background of feeding a mineral feed additive, focal disorders of the brush border of the convoluted tubules were noted (Fig. 9). The loss of the brush border leads to a violation of the reabsorption of primary urine and the loss of vital substances (protein, amino acids, glucose, vitamins, salt, water (up to 85 % of the total reabsorption).



Table 2

*Kidneys. The condition of the brush border of the epithelium of the convoluted tubules of the kidney*

| Group                                               | Intact control | Immunosuppression | MA and Immunosuppression |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------------------|--------------------------|
| % loss of the brush border of the tubule epithelium | 19             | 51                | 29                       |

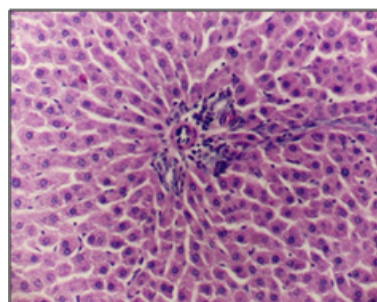


Fig. 10. Liver. Intact animals. Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

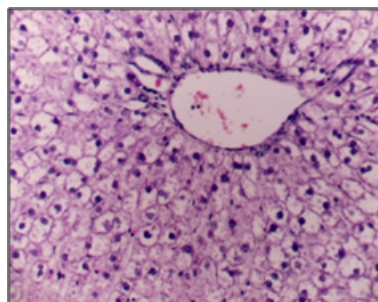


Fig. 11. Liver. Intact animals after immunosuppression. Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

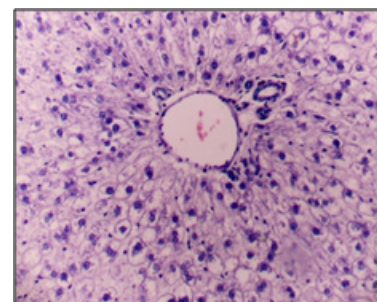


Fig. 12. Liver. Animals with immunosuppression on the background of feeding feed mineral additives. Staining by hematoxylin and eosin. Magnification 400

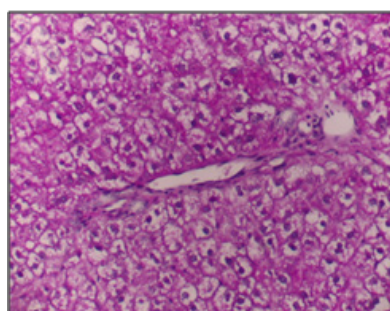


Fig. 13. Liver. Intact animals. PAS-reaction. Staining with Schiff's reagent. Magnification 400

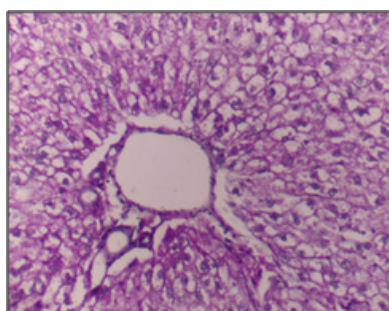


Fig. 14. Liver. Intact animals after immunosuppression. PAS-reaction. Staining with Schiff's reagent. Magnification 400

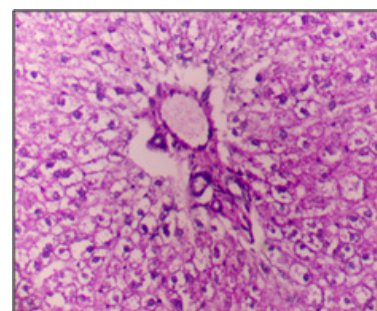


Fig. 15. Liver. Animals with immunosuppression on the background of feeding feed mineral additives. PAS-reaction. Staining with Schiff's reagent. Magnification 400

When conducting morphometric studies on the loss of the brush border per unit area occupied by the convoluted tubules, in the group of intact animals it was 19 %, in the group of intact animals after immunosuppression 51 %, and in the group that received a mineral adaptogen throughout the entire period of the study, these changes were 29 % (table 2).

Under immunosuppression, intact rats show dystrophic changes in the epithelium of the convoluted tubules; in the epithelium of the convoluted tubules, the percentage of loss of the brush border increases significantly compared with the intact control (differences are statistically significant).

When using a mineral supplement in the feed – in the convoluted tubules of the kidney, the loss of the brush border in the epithelium occurs more often than in the control (in 29 % versus 19 % in the control), but the changes are less pronounced than with immunosuppression in naive rats.

When studying the microstructure of the liver in naive rats, the structure of the organ has a typical structure. The lobules of the liver are well expressed, the vessels of the triad and the bile duct are visible and have a typical structure, the organ and hepatocytes are in a functionally active state. The cytoplasm of hepatocytes is fine-grained, the nuclei are round, small in size, there are single binuclear hepatocytes. The portal tracts are not dilated; single lymphocytes are visible in the portal stroma (Fig. 10). With induced immunosuppression in the liver of rats, pronounced dystrophic changes in hepatocytes are noted with the development of proteinaceous and small-drop fatty degeneration, the bile duct is significantly enlarged, and signs of vasodilation are noted (Fig. 11). In the group of immunosuppression against the background of feeding the mineral feed additive, dystrophic changes are also noticeable, but they are more smoothed. Hepatocytes undergo protein degeneration, the bile duct is moderately dilated. The vessels of the triad artery and vein are slightly dilated (Fig. 12).



When conducting a histochemical study on the content of glycogen and mucopolysaccharides (MPS) in hepatocytes and intercellular substance – the connective tissue stroma of the organ in intact animals, the PAS-reaction revealed a significant content of glycogen and MPS in hepatocytes and connective tissue stroma, the bile duct was slightly enlarged, which corresponds to the state of the liver healthy animals (Fig. 13).

With immunosuppression, there was noted a significant decrease in the amount of glycogen in hepatocytes, due to glycolysis caused by immunosuppression. A sharp depletion of hepatocytes in glycogen. Glycogen and MPS are partially determined only in the stroma of the organ. The cytoplasm of hepatocytes contains a greater amount of fatty inclusions. The bile duct is significantly dilated, there is perivascular edema (Fig. 14). Significant losses of glucose lead to energy problems of the cells of the whole organism, to its adequate regeneration, as well as to a decrease in its natural resistance.

When immunosuppressed against the background of feeding the mineral adaptogen, hepatocytes also lose glycogen, as a result of glycolysis caused by immunosuppression, but in some hepatocytes and liver stroma there is a small amount of glycogen and MPS, bile duct dilation and signs of edema in the triad region (Fig. 15).

#### Discussion and Conclusion

The analysis of the conducted studies showed that artificially induced immunosuppression has a negative

effect on the structure of the studied internal organs of the animal organism. Pronounced changes were noted in the structure of kidney and liver cells. Less pronounced changes were recorded in the adrenal glands. The revealed changes in the organs of the animals of the experimental group corresponded to the organoprotective effect of the mineral feed additive used for prophylactic purposes, which can characterize it as a mineral adaptogen. Histochemical studies have established a change in metabolic processes at the level of cells in the liver.

There can be drawn the following conclusions:

1. During prophylactic feeding of a feed mineral supplement, changes in the liver and kidneys did not have total destruction, approaching the structure of these organs in intact animals in terms of structure and metabolic processes in cells.

2. With prophylactic feeding of a mineral feed additive with subsequent immunosuppression and a morphometric analysis of the state of the brush border of the convoluted tubules of the kidneys, it statistically significantly shows the preservation of the structure of these cells.

3. The prophylactic use of a mineral feed additive in the feed showed its organoprotective effect.

4. The mineral feed additive used has pronounced organoprotective and stress-neutralizing properties, which makes it possible to attribute it to the group of mineral adaptogens.

#### References

1. Loretts O. G., Donnik I. M., Bykova O. A., Neverova O. P., Gumenyuk O. A., Shakirova S. S., Meshcheriakova G. V. Nonspecific resistance of broilers on the background of application of a herbal complex of biologically active compounds under the conditions of industrial technology // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 1679–1687.
2. Bepamyatnykh E. N., Krivonogova A. S., Donnik I. M., Isaeva A. G. Approaches to correction of the immunobiological profile of animals // *Veterinary medicine of Kuban*. 2018. No. 5. Pp. 10–13.
3. Donnik I. M., Neverova O. P., Gorelik O. V. The quality of colostrum and the safety of calves in the conditions of using natural enterosorbents // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2016. No. 7 (149). Pp. 4–8.
4. Donnik I. M., Loretts O. G., Barashkin M. I., Sadovnikov N. V., Shusharin A. D., Elesin A. V., Semenova N. N. Reviewing the influence of copper, lead and zinc accumulation on the morphofunctional liver and kidney state in broiler chickens under experimental toxicosis // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. T. 9. No. 6. Pp. 859–873.
5. Shatskikh E. V., Latypova E. N., Nesvat E. G., Koburneev I. V. Ispol'zovanie antistressovykh preparatov v yaichnom ptitsevodstve: monografiya [The use of anti-stress drugs in egg poultry farming: monograph]. Ekaterinburg: Izd-vo Ural'skogo GAU, 2016. 202 p. (In Russian.)
6. Cecchini S., Rossetti M., Caputo A., Bavoso A. Effect of dietary inclusion of a commercial polyherbal Formula-tion on some physiological and immune parameters in healthy and stressed hens [e-resource] // *Czech Journal of Animal Science*. 2019. No. 64. Pp. 448–458. URL: [https://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?type=article&id=189\\_2019-CJAS](https://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?type=article&id=189_2019-CJAS) (date of reference: 12.12.2020). DOI: 10.17221/189/2019-CJAS.
7. Cecchini S., Rossetti M., Di Tomaso F., Caputo A. R. Evaluation of the effects of dexamethasone induced stress on levels of natural antibodies in immunized laying hens // *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2016. Vol. 177. Pp. 35–41.
8. Galiev D. M., Shatskikh E. V. Vliyanie kormovoy dobavki BSh na myasnuyu produktivnost' tsyplyat-broylerov [The effect of the feed additive BS on the meat productivity of broiler chickens] // *Proizvodstvo plemennoy produktsii (materiala) po napravleniyam otechestvennogo plemennogo zhivotnovodstva na osnove uskorennoy*

selektzii: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Strategicheskie zadachi po nauchnotekhnologicheskomu razvitiyu APK”. Ekaterinburg, 2018. Pp. 33–37. (In Russian.)

9. Drozd M. N. Effektivnost’ mineral’nogo adaptogena v usloviyakh eksperimental’noy immunosupressii [The effectiveness of mineral adaptogen in experimental immunosuppression] // Agrarian Bulletin of the Urals, 2021. No. 12 (215). Pp. 29–40. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-29-40. (In Russian.)

10. Kundryukova U. I., Drozdova L. I. Veterinarno-sanitarnaya i morfologicheskaya otsenka muskulatury bedrennoy i grudnoy grupp myshts tsyplyat-broylerov s nizshey kategoriei upitannosti [Veterinary-sanitary and morphological assessment of the muscles of the femoral and pectoral muscle groups of broiler chickens with the lowest category of fatness] // Scientific life. 2018. No. 12. Pp. 222–231. (In Russian.)

11. Shatskikh E. V., Galiev D. M. Mineral’nyy sorbent v kombikormakh dlya tsyplyat-broylerov [Mineral sorbent in mixed feeds for broiler chickens] // Ptitsevodstvo. 2018. No. 11–12. Pp. 45–49. (In Russian.)

12. Tsaregorodtseva A. E., Valamina I. E., Usevich V. M. Morfo-funktsional’nye kharakteristiki immunnnoy sistemy pri indutsirovannoy immunosupressii v eksperimente // Aktual’nye voprosy sovremennoy meditsinskoy nauki i zdravookhraneniya: sbornik statey IV Mezhdunarodnoy (74 Vserossiyskoy) nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg, 2019. Pp. 1192–1196. (In Russian.)

13. Dhama K., Latheef S. K., Mani S., Samad H. A., Karthik K., Tiwari R., Khan R., Alagawany M., Farag M. R., Alam G. M., Laudadio V., Tufarelli V. Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production – A review // International Journal of Pharmacology. 2015. No. 11. Pp. 152–176.

14. Mamta J. K. K. Protective effects of *Tinospora condifolia* on clinical manifestations of experimental colibacillosis in broiler chicken // Haryana Veterinarian. 2016. Vol. 55. Pp. 145–148.

15. Shatskikh E. V., Korolkova-Subbotkina D. E., Galiev D. M. The influence of biologically active additives on the morpho-biochemical parameters of the blood of broiler chickens // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 04 (207). Pp. 93–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-93-98.

#### Authors’ information:

Marya N. Drozd<sup>1</sup>, assistant of the department of infectious and non-infectious pathology, ORCID 0000-0001-2345-6789, AuthorID 843196; +7 904 542-58-23, [umn100@yandex.ru](mailto:umn100@yandex.ru)

Vera M. Usevich<sup>1</sup>, candidate of veterinarian sciences, associate professor of the department of infectious and non-infectious pathology, ORCID 0000-0002-5389-9277, AuthorID 654193; +7 904 542-52-25, [vus5@yandex.ru](mailto:vus5@yandex.ru)

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

## Исследование антиоксидантных показателей плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области

В. М. Тиунов<sup>1</sup>✉, О. В. Чугунова<sup>1</sup>, А. В. Вяткин<sup>1</sup>

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

✉ E-mail: vladislav.tiunoff@yandex.ru

**Аннотация.** Плодово-ягодное сырье является ценным источником полезных веществ и антиоксидантов в рационе питания населения Свердловской области [2]. **Цель** исследования – определение общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья – сливы уссурийской и терновой, произрастающих на территории Свердловской области. Применялись общепринятые стандартные физико-химические **методы исследования**. Материалом для исследования являлись плоды сливы уссурийской сортов Пионерка, Достойная, Уральские зори, Шелест, Горлица, а также сливы терновой сортов Серго, Тагил, Исеть, Ермак, произрастающих в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН. **Результаты.** Установлено, что произрастающее плодово-ягодное сырье в Свердловской селекционной станции садоводства может являться важным источником антиоксидантных показателей. Наибольшие значения показали сорта сливы терновой: Исеть – 52,404 ммол/л × экв, Ермак – 45,416 ммол/л × экв, Серго – 32,748 ммол/л × экв, Тагил – 26,359 ммол/л × экв. Сорта сливы уссурийской обладают более низкими антиоксидантными показателями. Так, у сорта Достойная позднего срока созревания антиоксидантная активность составляет 23,993 ммол/л × экв, у сорта Пионерка – 21,644 ммол/л × экв. У сортов среднего срока созревания Горлица и Шелест антиоксидантная активность составляет 18,776 ммол/л × экв, и 17,842 ммол/л × экв. Наименьший показатель – у сорта раннего созревания Уральские зори – 4,713 ммол/л × экв. Кроме того, у всех представленных сортов сливы уссурийской и терновой были исследованы физико-химические показатели, такие как кислотность, массовая доля редуцирующих и общих сахаров, определены органолептические показатели плодов, представлены результаты сахарокислотного индекса. **Научная новизна.** Полученные новые данные указывают на то, что использование плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН в г. Екатеринбурге, в дальнейшем можно использовать в качестве перспективного источника функциональных веществ и антиоксидантов для разработки рецептур, а также для более корректного расчета пищевой ценности рационов с целью повышения антиоксидантной активности.

**Ключевые слова:** плодово-ягодное сырье, питание, антиоксидантная активность, пищевые системы, переработка и хранение.

**Для цитирования:** Тиунов В. М., Чугунова О. В., Вяткин А. В. Исследование антиоксидантных показателей плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 49–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-49-59.

**Дата поступления статьи:** 26.01.2022, **дата рецензирования:** 28.02.2022, **дата принятия:** 16.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Качественное сбалансированное питание немаловажно для организации здорового образа жизни человека, в связи с чем одной из приоритетных задач в связи с распоряжением Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021–2030 гг.)» является вопрос актуализации норм физиологиче-

ских потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, а также разработка технологий профилактики и лечения алиментарно-зависимых заболеваний человека с введением в рацион нового специализированного сырья и пищевых продуктов.

Ухудшение экологической ситуации привело к увеличению риска развития окислительного стресса у людей, в результате чего происходит резкое

усиление окислительных процессов в организме человека при недостаточном функционировании антиоксидантной системы. Как правило, сигналом для запуска данной реакции служит изменение внутриклеточной среды, которая в свое время приводит к смещению равновесия концентраций про-оксидантных и антиоксидантных компонентов с последующей активацией процессов окисления. В результате окислительный стресс вызывает накопление в организме свободных радикалов, которые приводят к усугублению заболеваний сердечно-сосудистой системы, нервной системы, легких, крови и ускоряет старение организма.

Основным источником антиоксидантов служат продукты питания растительного происхождения: овощи, фрукты, ягоды, соки, чай и т. д. [6, с. 45].

Именно поэтому возможность использования плодово-ягодного сырья, произрастающего на территории Свердловской области, в качестве перспективного источника функциональных и биологически активных веществ, а также антиоксидантов является важной и актуальной задачей.

Цель исследования – определение общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья

сливы уссурийской и терновой, произрастающих на территории Свердловской области.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1) изучить возможность использования плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в г. Екатеринбурге, с целью дальнейшего использования в качестве перспективного источника функциональных и биологически активных веществ, а также антиоксидантов;

2) исследовать плодово-ягодное сырье с помощью общепринятых стандартных физико-химических методов исследования;

3) получить новые данные об общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья.

Объектами исследования являлись плоды сливы уссурийской, представленной следующими сортами: Пионерка, Достойная, Уральские зори, Шелест, Горлица, а также сливы терновой Серго, Тагил, Исеть, Ермак, произрастающих в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в г. Екатеринбурге.

Таблица 1  
Характеристика плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области

| Сорт                     | Урожайность, кг с дерева | Масса плода, г | Органолептические показатели плода                                                                                                                    | Оценка, балл |
|--------------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Слива уссурийская</b> |                          |                |                                                                                                                                                       |              |
| Уральские зори           | Низкая, 10–12            | 25–30          | Широко-круглые, темно-красные, с густым восковым налетом. Мякоть желтая, нежная, сочная, очень хорошего кисло-сладкого вкуса                          | 4,5          |
| Горлица                  | Средняя, 25–50           | 20–25          | Округлые, темно-бордовые, восковой налет средний. Мякоть желтая, средней плотности, сочная, сладкая                                                   | 4,8          |
| Пионерка                 | Средняя, 15–30           | 15–20          | Овальные, темно-красные, с сильным восковым налетом. Мякоть золотисто-желтая, нежная, сочная, пресновато-сладкого вкуса                               | 4,5          |
| Шелест                   | Средняя, 20–40           | 25             | Овальные, бордовые, восковой налет средний. Мякоть желтая, среднеплотная, средней сочности, сладкого вкуса                                            | 4,8          |
| Достойная                | Средняя, 25–40           | 25–30          | Овальные, бордовые, восковой налет средний. Мякоть желтая, нежная, сочная, сладкого вкуса                                                             | 4,8          |
| <b>Слива терновая</b>    |                          |                |                                                                                                                                                       |              |
| Серго                    | Средняя, 20–30           | 9–11           | Округло-овальные, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости       | 4,4          |
| Тагил                    | Высокая, 30–60           | 9–11           | Округло-овальной формы, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости | 4,2          |
| Исеть                    | Высокая, 20–40           | 9–11           | Округло-овальной формы, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости | 4,0          |
| Ермак                    | Высокая, 25–50           | 9–11           | Округло-овальные, темно-синие, с сильным восковым налетом. Мякоть зеленая, средней плотности, сочная, вкус хороший кисло-сладкий, без терпкости       | 4,2          |



Table 1

**Characteristics of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk region**

| <i>Variety</i>        | <i>Yield, kg/tree</i> | <i>Fetal weight, g</i> | <i>Organoleptic parameters of the fetus</i>                                                                                                          | <i>Rating, point</i> |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Ussury plum</b>    |                       |                        |                                                                                                                                                      |                      |
| <i>Ural'skie zori</i> | <i>Low, 10–12</i>     | <i>25–30</i>           | <i>Wide-rounded, dark red, with a thick waxy coating. Flesh is yellow, tender; juicy, very good sweet and sour taste</i>                             | <i>4.5</i>           |
| <i>Gorlitsa</i>       | <i>Medium, 25–50</i>  | <i>20–25</i>           | <i>Rounded, maroon, medium wax coating. Flesh is yellow, medium density, juicy, sweet</i>                                                            | <i>4.8</i>           |
| <i>Pionerka</i>       | <i>Medium, 15–30,</i> | <i>15–20</i>           | <i>Oval, dark red, with a strong waxy coating. Flesh is golden yellow, tender, juicy, fresh-sweet taste</i>                                          | <i>4.5</i>           |
| <i>Shelest</i>        | <i>Medium, 20–40,</i> | <i>25</i>              | <i>Oval, burgundy, medium wax coating. Flesh is yellow, medium-dense, medium juiciness, sweet taste</i>                                              | <i>4.8</i>           |
| <i>Dostoy'naya</i>    | <i>Medium, 25–40</i>  | <i>25–30</i>           | <i>Oval, burgundy, medium wax coating. Flesh is yellow, tender, juicy, sweet taste</i>                                                               | <i>4.8</i>           |
| <b>Thorn plum</b>     |                       |                        |                                                                                                                                                      |                      |
| <i>Sergo</i>          | <i>Medium, 20–30</i>  | <i>9–11</i>            | <i>Round-oval, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i>       | <i>4.4</i>           |
| <i>Tagil</i>          | <i>High, 30–60</i>    | <i>9–11</i>            | <i>Round-oval shape, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i> | <i>4.2</i>           |
| <i>Iset'</i>          | <i>High, 20–40</i>    | <i>9–11</i>            | <i>Round-oval shape, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i> | <i>4.0</i>           |
| <i>Ermak</i>          | <i>High, 25–50</i>    | <i>9–11</i>            | <i>Round-oval, dark blue, with a strong waxy coating. Flesh is green, medium density, juicy, good taste sweet and sour without astringency</i>       | <i>4.2</i>           |

Благодаря увеличению в Свердловской области гибридного фонда плодовых и ягодных культур были выявлены и выделены отборные, элитные сеянцы. В гибридизацию включены образцы видов, имеющих длительный период глубокого покоя и характеризующихся в наших условиях относительной устойчивостью к выпреванию.

Представленная слива уссурийская является самым северным видом сливы, который в основном распространен на юге Дальнего Востока и в Маньчжурии (Китай).

Основное достоинство уссурийской сливы – это высокая морозоустойчивость. Даже после очень низких температур (до – 40 °С) некоторые генотипы отлично плодоносят, при этом побеги практически не подмерзают даже в самые суровые зимы.

Именно поэтому слива уссурийская широко применяется для скрещивания с другими видами с целью повышения их морозостойкости.

Урожай взрослого дерева составляет в среднем около 20–30 кг. Плоды созревают в начале сентября. Масса плода варьируется от 15 до 30 г, собирают их, как правило, слегка недозрелыми, как только они начнут окрашиваться и издавать легкий аромат. В теплом помещении они дозреют за 3–5 дней.

Плоды круглые, гладкие, с восковым налетом, диаметром более 2 см. Косточка мелкая. Цвет бывает, как желтый, так и с красными оттенками.

Тернослива является плодовым кустарником или деревом из рода слива (*Prunus*) семейства розовых (*Rosaceae*). В настоящее время считается подвидом сливы домашней (*Prunus domestica*). Распространена на всей территории Европы. Произрастает как в диком виде, так и в культурном. Выращивается в качестве плодового дерева в Европе, Западной Азии, Индии, Северной Африке и Северной Америке.

Урожай составляет от 20 до 60 кг в зависимости от сорта. Масса плода варьируется от 9 до 11 г. Срок потребления: середина сентября – первая половина октября. С поздним съемом вкус плодов улучшается.

Плоды овальные, диаметр до 4 см. На раннем этапе созревания плоды зеленого цвета, при созревании становятся фиолетово-черными с выраженным восковым налетом.

Характеристика плодово-ягодного сырья, произрастающего в Свердловской области, представлена в таблице 1.

Отобранные сорта сливы обладают рядом положительных свойств, начиная с высоких вкусовых качеств и заканчивая устойчивостью к болезням и вредителям, зимостойкостью, обладают высокими физико-химическими и биологически активными веществами.

На рис. 1 приведены изображения плодов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области.



Слива уссурийская:  
1 – Горлицца, 2 – Достойная, 3 – Пионерка, 4 – Уральские зори; 5 – Шелест  
Ussury plum:  
1 – Gorlitsa; 2 – Dostoinnaya; 3 – Pioneerka; 4 – Ural'skie zori; 5 – Shelest



Слива терновая:  
1 – Ермак; 2 – Исеть; 3 – Серго; 4 – Тагил  
Thorn plum:  
1 – Ermak; 2 – Iset'; 3 – Sergo; 4 – Tagil

Рис. 1. Изображения плодов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области:  
Fig. 1. Images of the fruits of the Ussury plum and thorn, growing in the Sverdlovsk region

#### Методология и методы исследования (Methods)

Применялись общепринятые стандартные физико-химические методы исследования.

Массовую долю редуцирующих сахаров определяли по ГОСТ 8756.13-87.

Определение массовой доли сахаров цианидным (титриметрическим) методом, который основан на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе гексацианоферрат (III) калия в гексацианоферрат (II) калия. Массовую долю редуцирующих сахаров до инверсии сахарозы или гидролиза крахмала  $X$  вычисляли по формуле (%)

$$X = \frac{1,6 \cdot (n - m) \cdot Y_1 \cdot 100}{Y_2 \cdot A},$$

где  $n$  – количество стандартного раствора глюкозы, пошедшее на титрование 25 см<sup>3</sup> щелочного раствора гексацианоферрата калия при холостом опыте, см<sup>3</sup>;

$m$  – количество стандартного раствора глюкозы, пошедшее на дотитрование, см<sup>3</sup>;

1,6 – количество глюкозы в 1 см<sup>3</sup> стандартного раствора глюкозы, мг;

$Y_1$  – объем мерной колбы, использованной для приготовления водной вытяжки, см<sup>3</sup>;

$Y_2$  – объем водной вытяжки, взятой для анализа, см<sup>3</sup>;

$A$  – масса навески объекта исследования, мг.

Для того чтобы получить массовую долю сахара (%), найденное значение массовой доли редуцирующих сахаров необходимо умножить на 0,95 – коэффициент перерасчета инвертного сахара в сахарозу.

Титр  $n$  определяли по формуле

$$n = 10 + Y,$$

где  $Y$  – массовая доля общего сахара в сахарозе, см<sup>3</sup>.

Кислотность определяли по ГОСТ 6687.4-86.

Определение общей (титруемой) кислотности осуществляли методом титрования. Кислотность  $X$  рассчитывали по формуле (град.):

$$X = \frac{V \cdot R \cdot V_1 \cdot 100}{m \cdot V_2 \cdot 10},$$

где  $V$  – количество 0,1 Н раствора щелочи, израсходованное на титрование, см<sup>3</sup>;

$K$  – поправочный коэффициент к 0,1 Н раствору щелочи;

$V_1$  – объем колбы, в которую перенесена навеска, см<sup>3</sup>;

$m$  – масса навески, г;

$V_2$  – количество фильтрата, взятое на титрование, см<sup>3</sup>;

10 – коэффициент перевода 0,1 Н раствора щелочи в 1 Н.

Антиоксидантную активность измеряли методом инверсионной потенциометрии с помощью потенциометрического анализатора МПА-1 (НПВП «Ива», Россия). Рабочим электродом служил платиновый планарный электрод (НПВП «Ива», Россия), электрод сравнения – стандартный хлорсеребряный [5, с. 731]. Ниже приведена схема измерения общей антиоксидантной активности исследуемого плодово-ягодного сырья.

Порядок измерения общей антиоксидантной активности исследуемого плодово-ягодного сырья

1. Заполнение стеклянной электрохимической ячейки 10 мл К–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 антиоксидантной активности ведется с использованием выражения

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

где  $\alpha = 10^{[(E_1 - E_2)/b]} \cdot C_{red}/C_{ox}$ ;

$$b = 2,3RT \ln F;$$

$E_1, E_2$  – 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, ммоль·экв/л.

### Результаты (Results)

Авторами установлено, что плодово-ягодное сырье, произрастающее на территории Свердловской области, является источником витаминов, антиоксидантов, макро- и микроэлементов, а также других полезных веществ. Биологические активные вещества, находящиеся в плодово-ягодном сырье, являются необходимым сырьем, которое, осуществляет ряд функций – от метаболических процессов в человеческом организме до синтеза и построения клеток.

Ниже приведены результаты органолептической оценки сортов сливы, произрастающих в Свердловской области в соответствии с ГОСТ 29187 – 91 (рис. 2).

Установлено, что сорта сливы уссурийской обладают лучшими органолептическими показателями по сравнению с сортами сливы терновой. Наибольший балл среди уссурийской сливы получили сорта Горлица и Достойная – по 4,8. Также еще можно отметить сорт Шелест – 4,7 балла, у остальных сортов уссурийской сливы – Пионерка и Уральские зори – количество баллов составляет 4,5. Из терновой сливы можно выделить сорт Серго – 4,4 балла, у остальных сортов диапазон баллов варьируется от 4,0 до 4,2.

Ниже представлены таблицы, в которых приведены результаты физико-химических показателей, исследуемых образцов сливы уссурийской и терновой (таблицы 2, 3).

Из данных, представленных в таблице 2, можно сделать вывод, что наиболее высокой кислотностью обладают сорта Горлица – 32,5 град., Пионерка – 30,0 град. и Достойная – 30,0 град., наименьшей кислотностью – сорта Уральские зори (27,5 град.) и Шелест (20,0 град.). Содержание общих сахаров у всех сортов в основном варьируется в диапазоне 8–13 %, наименьшим из которых обладает сорт Уральские зори (2,7 %).

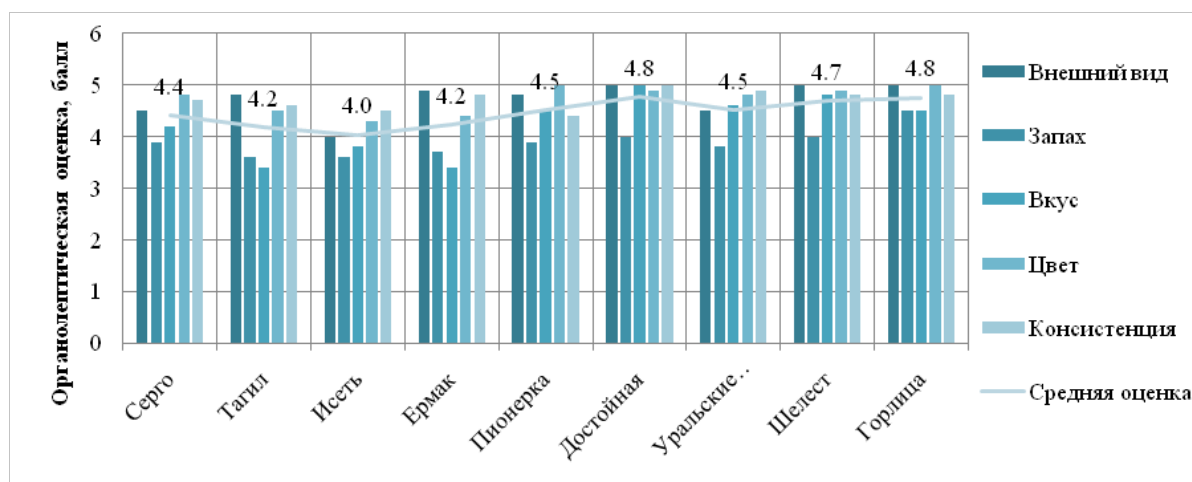


Рис. 2. Результаты органолептической оценки сортов сливы, произрастающих в Свердловской области, в соответствии с ГОСТ 29187-91

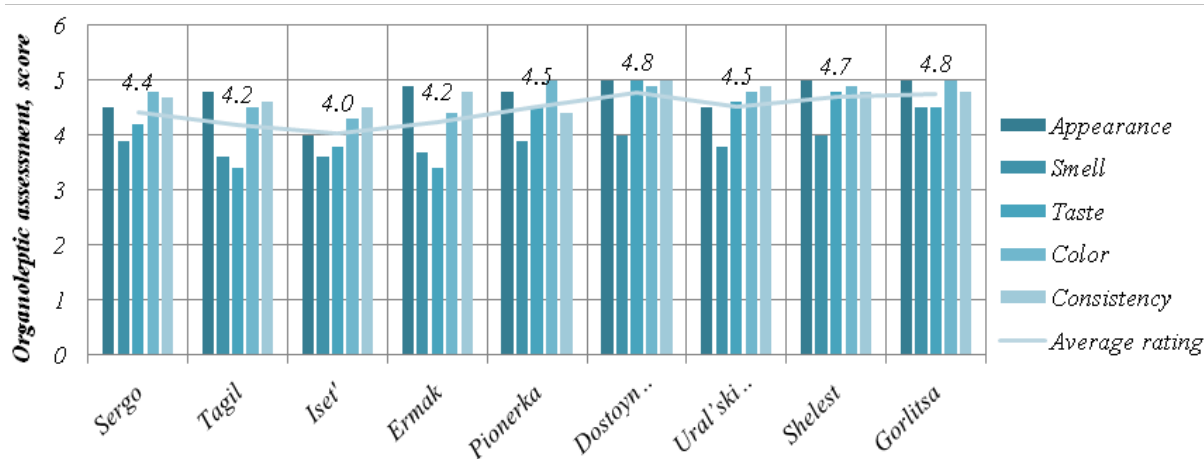


Fig. 2. Results of organoleptic evaluation of plum berries growing in the Sverdlovsk region in accordance with GOST 29187 – 91

Таблица 2  
Физико-химические показатели образцов сливы уссурийской (n = 3)

| Наименование образцов | Показатель      |                                |                                       |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|
|                       | Кислотность, °Т | Массовая доля общих сахаров, % | Массовая доля редуцирующих сахаров, % |
| Пионерка              | 30,0 ± 0,3      | 10,3 ± 1,5                     | 3,2 ± 1,5                             |
| Достойная             | 30,0 ± 0,3      | 9,7 ± 1,5                      | 2,8 ± 1,0                             |
| Уральские зори        | 27,5 ± 0,2      | 2,7 ± 1,0                      | 1,2 ± 1,0                             |
| Шелест                | 20,0 ± 0,2      | 10,9 ± 2,5                     | 9,9 ± 2,5                             |
| Горлица               | 32,5 ± 0,4      | 9,6 ± 1,0                      | 1,6 ± 0,8                             |

Table 2  
Physical and chemical parameters of Ussury plum samples (n = 3)

| Name of samples | Indicator   |                                  |                                     |
|-----------------|-------------|----------------------------------|-------------------------------------|
|                 | Acidity, °T | Mass fraction of total sugars, % | Mass fraction of reducing sugars, % |
| Pioneerka       | 30.0 ± 0.3  | 10.3 ± 1.5                       | 3.2 ± 1.5                           |
| Dostoyная       | 30.0 ± 0.3  | 9.7 ± 1.5                        | 2.8 ± 1.0                           |
| Ural'skie zori  | 27.5 ± 0.2  | 2.7 ± 1.0                        | 1.2 ± 1.0                           |
| Shelest         | 20.0 ± 0.2  | 10.9 ± 2.5                       | 9.9 ± 2.5                           |
| Gorlitsa        | 32.5 ± 0.4  | 9.6 ± 1.0                        | 1.6 ± 0.8                           |



Таблица 3

Физико-химические показатели образцов сливы терновой ( $n = 3$ )

| Наименование образцов | Показатель      |                                |                                       |
|-----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------|
|                       | Кислотность, °Т | Массовая доля общих сахаров, % | Массовая доля редуцирующих сахаров, % |
| Серго                 | $20,0 \pm 0,3$  | $20,3 \pm 2,0$                 | $18,8 \pm 2,0$                        |
| Тагил                 | $32,5 \pm 0,3$  | $18,2 \pm 1,5$                 | $12,8 \pm 1,5$                        |
| Исеть                 | $22,5 \pm 0,4$  | $24,6 \pm 2,0$                 | $20,1 \pm 2,5$                        |
| Ермак                 | $30,0 \pm 0,2$  | $25,6 \pm 3,0$                 | $24,9 \pm 3,0$                        |

Table 3

Physical and chemical parameters of thorn plum samples ( $n = 3$ )

| Name of samples | Indicator      |                                  |                                     |
|-----------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------------|
|                 | Acidity, °T    | Mass fraction of total sugars, % | Mass fraction of reducing sugars, % |
| Sergo           | $20.0 \pm 0.3$ | $20.3 \pm 2.0$                   | $18.8 \pm 2.0$                      |
| Tagil           | $32.5 \pm 0.3$ | $18.2 \pm 1.5$                   | $12.8 \pm 1.5$                      |
| Iset'           | $22.5 \pm 0.4$ | $24.6 \pm 2.0$                   | $20.1 \pm 2.5$                      |
| Ermak           | $30.0 \pm 0.2$ | $25.6 \pm 3.0$                   | $24.9 \pm 3.0$                      |

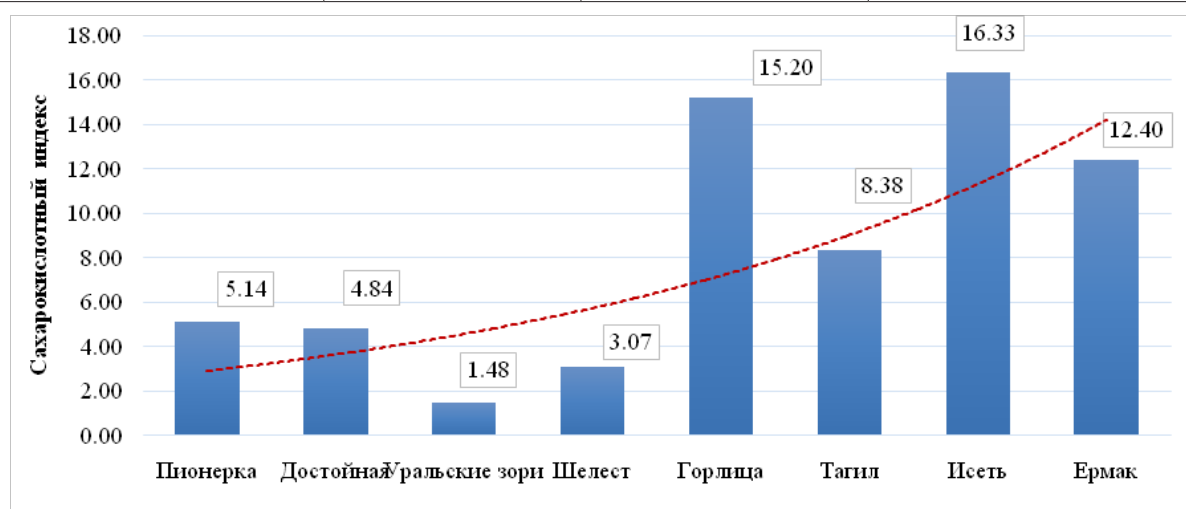


Рис. 3. Результат исследования сахарокислотного индекса сортов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области

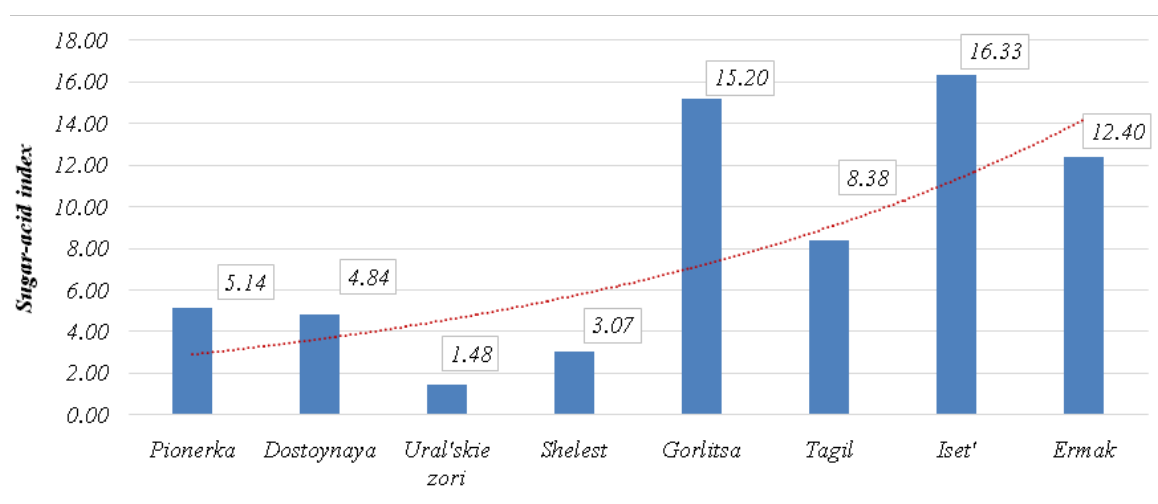


Fig. 3. The result of the study of the sugar-acid index of the plum of the Ussury and thorn varieties growing in the Sverdlovsk region

Физико-химические данные указывают на то, что наиболее высокой кислотностью обладают сорта Тагил (32, 5 град.), Ермак (30,0 град.), у остальных сортов показатель кислотности варьируется в диапазоне 20,0–25,0 град. Наименьшим содержанием общих сахаров обладает сорт Тагил – 18,2 %, у остальных образцов массовая доля общих сахаров варьируется от 20 до 26 %.

Вкусовые качества плодово-ягодного сырья зависят от содержания в них сахаров и кислот, на которые, в свою очередь, сильно влияют гидротермические условия года и региона возделывания. Чем выше сахарокислотный индекс (отношение содержания общего сахара к органическим кислотам), тем слаще плодово-ягодное сырье. Выше представлен результат исследования сахарокислотного индекса (СКИ) сортов сливы уссурийской и терновой, произрастающих в Свердловской области (рис. 3.)

Установлено, что наиболее высокие значения данного показателя (16,33) – у сорта сливы терновой Исеть, которые характеризуют десертный вкус плодово-ягодного сырья. Самый низкий показатель СКИ (5,14) имеет сорт сливы уссурийской Пионерка, однако в то же время он обладает хорошим кисло-сладким вкусом. Полученные результаты указывают на целесообразность дальнейшего ис-

пользования сортов сливы терновой и уссурийской с учетом повышения антиоксидантной активности и органолептических показателей в различных изделиях: напитках, пюре, мучных и кондитерских изделиях.

Ниже представлены рис. 4 и 5 на которых приведены результаты антиоксидантной активности исследуемых образцов сливы уссурийской и терновой.

Из данных, полученных на рис. 4 и 5, можно сделать вывод, что наибольшие значения показали сорта сливы терновой Исеть (52,404 ммол/л × экв) и Ермак (45,416 ммол/л × экв).

Антиоксидантная активность у сортов сливы уссурийской значительно ниже чем, у терновой. Так, лучшими показателями обладают сорта Достойная (23,993 ммол/л × экв) и Пионерка (21,644 ммол/л × экв).

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

Благодаря увеличению в Свердловской области гибридного фонда плодовых и ягодных культур были выявлены и выделены отборные, элитные сеянцы. Для исследования были отобраны 5 сортов уссурийской сливы и 4 сорта сливы терновой, произрастающих в Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН.

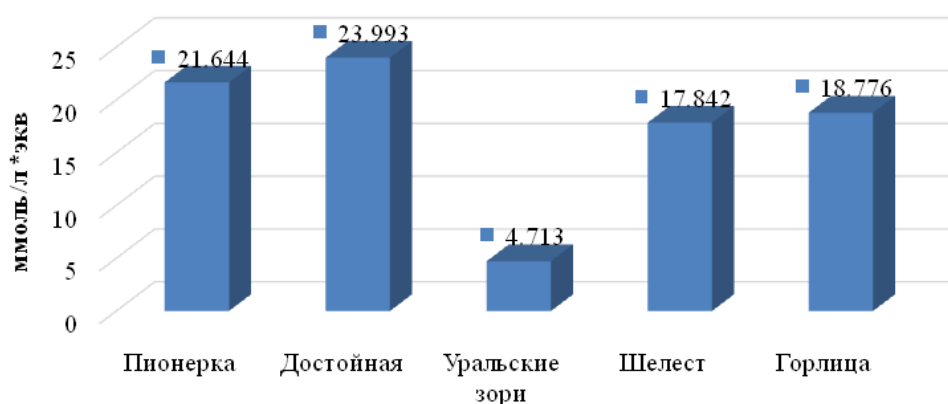


Рис. 4. Результаты исследования антиоксидантной активности сортов сливы уссурийской, произрастающих в Свердловской области, ммол/л × экв

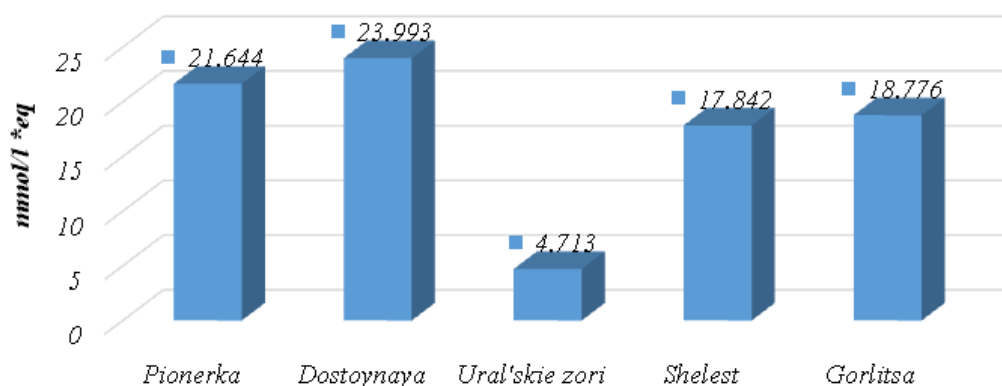


Fig. 4. The results of the study of the antioxidant activity of Ussurian plum varieties growing in the Sverdlovsk region, mmol/l × eq

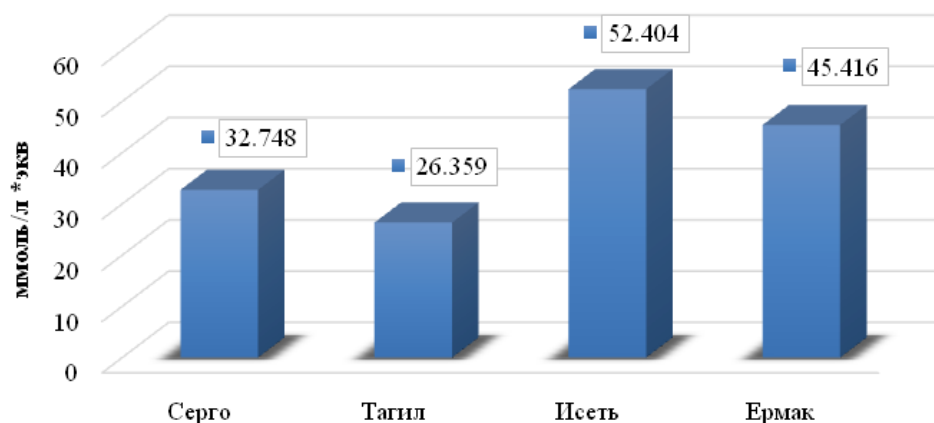


Рис. 5. Результаты исследования антиоксидантной активности сортов сливы терновой, произрастающих в Свердловской области, ммоль/л × экв

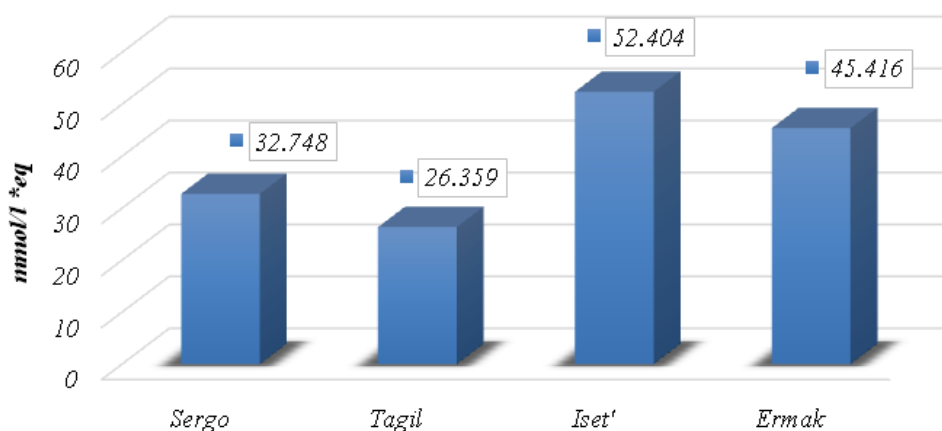


Fig. 5. The results of the study of the antioxidant activity of thorn plum varieties growing in the Sverdlovsk region, mmol/l × eq

В ходе исследования были получены новые данные по общей антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья, кислотности, содержанию редуцирующих и общих сахаров, представлены результаты сахарокислотного индекса.

Установлено, что изученные сорта сливы обладают рядом положительных свойств – от высоких вкусовых качеств до устойчивости к болезням и

вредителям, зимостойкости, а также характеризуются высокими физико-химическими показателями, в то же время достаточно широко используются в пищевой промышленности.

Полученные данные антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья могут быть применены для оценки качества и соблюдения технологии при производстве и хранении продуктов питания [2, с. 63].

#### Библиографический список

1. Тиунов В. М. FoodTech и цифровизация сферы общественного питания в России // Современная наука и инновации. 2020. № 3 (31). С. 20–27.
2. Чугунова О. В., Заборохина 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.
3. Mirto A., Iannuzzi F., Carillo P., Loredana C. F., Woodrow P., Fuggi A. Metabolic characterization and antioxidant activity in sweet cherry (*Prunus avium* L.) Campania accessions: Metabolic characterization of sweet cherry accessions // Food Chemistry. 2018. 15. No. 240. Pp. 522–527.
4. Dziadek K. Potential of sweet cherry (*Prunus avium* L.) by-products: bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles // European Food Research and Technology. 2019. No. 245. Pp. 763–772.
5. Lee K.-W. Comparison of Components and Antioxidant Activity of Cherry, Aronia, and Maquiberry // The Korean Journal of Food And Nutrition. 2018. Vol. 31. No. 5. Pp. 729–736.
6. Феофилактова О. В., Стоянова О. Н., Мотовилов К. Я. Использование растительного сырья Уральского региона в производстве продукции предприятий общественного питания // Индустрия питания. 2019. Т. 4. № 4. С. 44–52.

7. Акимов М. Ю., Бессонов В. В. [и др.] Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89 (4). С. 220–232.
8. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И., Немзер Б. В. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность // Аналитика. 2019. Т. 9 (3). С. 222–230.
9. Рожнов Е. Д. Антиоксидантный потенциал плодов облепихи крушиновидной и продуктов ее переработки // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 1. С. 23–30.
10. Ersoy N., Kupe M., Muttalip G., Gulce I., Sezai E. Phytochemical and Antioxidant Diversity in Fruits of Currant (*Ribes* spp.) // Notulae Botanicae Horti Cluj-Napoca Agrobotanic. 2018. Vol. 46. No. 2. Pp. 381–387.
11. Diaconescu Z et al. Phytochemical Characterization of Commercial Processed Blueberry, Blackberry, Blackcurrant, Cranberry, and Raspberry and Their Antioxidant Activity. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 540–555.
12. Srednicka-Tober D. The Profile and Content of Polyphenols and Carotenoids in Local and Commercial Sweet Cherry Fruits (*Prunus avium* L.) and Their Antioxidant Activity In Vitro // *Antioxidants*. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 534–548.
13. Kruszewski B., Zawada K., Karpiński P. Characteristics, Bioactive Compounds Content, and Antioxidant Capacity of Blackcurrant Juice // *Molecules*. 2021. Vol. 26. No. 6. Pp. 1802–1818.
14. Orsavová J. et al. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits // *Food Chemistry*. 2019. Vol. 284. Pp. 323–333.
15. Laczkó-Zöld E. et al. Extractability of polyphenols from black currant, red currant and gooseberry and their antioxidant activity // *Acta Biologica Hungarica*. 2018. Vol. 69. Pp. 156–169.

#### Об авторах:

Владислав Михайлович Тиунов<sup>1</sup>, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии питания, ORCID 0000-0002-7741-3503, AuthorID 806649; +7 (343) 283-13-28, [vladislav.tiunoff@yandex.ru](mailto:vladislav.tiunoff@yandex.ru)

Ольга Викторовна Чугунова<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор кафедры технологии питания, ORCID 0000-0002-7039-4047, AuthorID 132758; +7 (343) 283-13-28, [chugun.ova@yandex.ru](mailto:chugun.ova@yandex.ru)

Антон Владимирович Вяткин<sup>1</sup>, кандидат технических наук, ассистент кафедры туристического бизнеса и гостеприимства, ORCID 0000-0003-0214-2398, AuthorID 1006386; +7 (343) 283-13-28, [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

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

## Study of antioxidant indicators of fruit and berry raw materials zoned in the Sverdlovsk region

V. M. Tiunov<sup>1</sup>✉, O. V. Chugunova<sup>1</sup>, A. V. Vyatkin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation

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

**Abstract.** Fruit and berry raw materials are a valuable source of nutrients and antioxidants in the diet of the population of the Sverdlovsk region [2]. **The aim** of the study is to determine the total antioxidant activity of the fruit and berry raw materials of the Ussury plum and thorn growing in the territory of the Sverdlovsk region. Generally accepted standard physico and chemical **research methods** were used. The material for the study was the fruits of the Ussury plum, represented by the following varieties: Pioneerka, Dostoynaya, Ural'skie zori, Shelest, Gorlitsa, as well as thorn plum Sergo, Tagil, Iset', Ermak growing in the Sverdlovsk Horticulture Breeding Station – a structural subdivision of the Ural Federal Agrarian Research Center – Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in Ekaterinburg. **Results.** It is established that the growing fruit and berry raw materials in the Sverdlovsk horticulture breeding station can be an important source of antioxidant indicators. The largest values were shown by varieties of thorn plum: Iset' – 52,404 mmol/l × eq, Ermak – 45,416 mmol/l × eq, Sergo – 32,748 mmol/l × eq, Tagil – 26,359 mmol/l × eq. Varieties of Ussury plum have lower antioxidant indicators. Thus, the antioxidant activity of the Dostoynaya late ripening variety is 23.993 mmol/l × eq, in the Pioneerka variety – 21.644 mmol/l × eq. In the varieties Gorlitsa and Shelest of the average ripening period, the antioxidant activity is 18.776 mmol/l × eq, and 17.842 mmol/l × eq. The lowest index in the early ripening variety Ural'skie zori is 4,713 mmol/l × eq. In addition, physico and chemical parameters such as acidity, mass fraction of reducing and total sugars were studied in all the presented varieties of Ussury and thorn plums, organoleptic indicators of fruits were given, the results of the sugar-acid index were presented. **Scientific novelty.** The new data obtained indicate that the use of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk Horticulture Breeding Station – a structural subdivision of the Ural Federal Agrarian Research Center – Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in Ekaterinburg, in the future can be used as a promising source of functional and biologically active substances, antioxidants for the



development of formulations, as well as for a more correct calculation of the nutritional value of diets in order to increase antioxidant activity.

**Keywords:** fruit and berry raw materials, nutrition, antioxidant activity, food systems, processing and storage.

**For citation:** Tiunov V. M., Chugunova O. V., Vyatkin A. V. Issledovanie antioksidantnykh pokazateley plodovo-yagodnogo syr'ya proizrastaychih v sverdlovskoy oblasti [Research of antioxidant indicators of fruit and berry raw materials growing in the Sverdlovsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 49–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-49-59. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 26.01.2022, **date of review:** 28.02.2022, **date of acceptance:** 16.03.2022.

### References

1. Tiunov V. M. FoodTech i tsifrovizatsiya sfery obshchestvennogo pitaniya v Rossii [FoodTech and digitalization of public catering in Russia] // Sovremennaya nauka i innovatsii. 2020. No. 3 (31). Pp. 20–27. (In Russian.)
2. Chugunova O. V., Zavorokhina N. V., Vyatkin A. V. Issledovanie antioksidantnoy aktivnosti i ee izmeneniya pri khraneni plodovo-yagodnogo syr'ya Sverdlovskoy oblasti [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. (In Russian.)
3. Mirto A., Iannuzzi F., Carillo P., Loredana C. F., Woodrow P., Fuggi A. Metabolic characterization and antioxidant activity in sweet cherry (*Prunus avium* L.) Campania accessions: Metabolic characterization of sweet cherry accessions // Food Chemistry. 2018. 15.No. 240. Pp. 522–527.
4. Dziadek K. Potential of sweet cherry (*Prunus avium* L.) by-products: bioactive compounds and antioxidant activity of leaves and petioles // European Food Research and Technology. 2019. No. 245. Pp. 763–772.
5. Lee K.-W. Comparison of Components and Antioxidant Activity of Cherry, Aronia, and Maquiberry // The Korean Journal of Food And Nutrition. 2018. Vol. 31. No. 5. Pp. 729–736.
6. Feofilaktova O. V., Stoyanova O. N., Motovilov K. Ya. Ispol'zovanie rastitel'nogo syr'ya Ural'skogo regiona v proizvodstve produktii predpriyatiy obshchestvennogo pitaniya [The use of vegetable raw materials of the Ural region in the production of products of public catering enterprises] // Food Industry. 2019. Vol. 4. No. 4. Pp. 44–52. (In Russian.)
7. Akimov M. Yu., Bessonov V. V. et al. Biologicheskaya tsennost' plodov i yagod rossiyskogo proizvodstva [Biological value of Russian-made fruits and berries] // Problems of nutrition. 2020. Vol. 89. No. 4. Pp. 220–232. (In Russian.)
8. Yashin A. Ya., Vedenin A. N., Yashin Ya. I., Nemzer B. V. Yagody: khimicheskiy sostav, antioksidantnaya aktivnost' [Berries: chemical composition, antioxidant activity] // Analytics. 2019. Vol. 9. No. 3. Pp. 222–230. (In Russian.)
9. Rozhnov E. D. Antioksidantnyy potentsial plodov oblepikhi krushinovidnoy i produktov ee pererabotki [Antioxidant potential of buckthorn buckthorn fruits and products of its processing] // Food Industry. 2021. Vol. 6. No. 1. Pp. 23–30. (In Russian.)
10. Ersoy N., Kupe M., Muttalip G., Gulce I., Sezai E. Phytochemical and Antioxidant Diversity in Fruits of Currant (*Ribes* spp.) // Notulae Botanicae Horti Cluj-Napoca Agrobotanic. 2018. Vol. 46. No. 2. Pp. 381–387.
11. Diaconeasa Z et al. Phytochemical Characterization of Commercial Processed Blueberry, Blackberry, Blackcurrant, Cranberry, and Raspberry and Their Antioxidant Activity. Antioxidants. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 540–555.
12. Srednicka-Tober D. The Profile and Content of Polyphenols and Carotenoids in Local and Commercial Sweet Cherry Fruits (*Prunus avium* L.) and Their Antioxidant Activity In Vitro // Antioxidants. 2019. Vol. 8. No. 11. Pp. 534–548.
13. Kruszewski B., Zawada K., Karpiński P. Characteristics, Bioactive Compounds Content, and Antioxidant Capacity of Blackcurrant Juice // Molecules. 2021. Vol. 26. No. 6. Pp. 1802–1818.
14. Orsavová J. et al. Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits // Food Chemistry. 2019. Vol. 284. Pp. 323–333.
15. Laczkó-Zöld E. et al. Extractability of polyphenols from black currant, red currant and gooseberry and their antioxidant activity // Acta Biologica Hungarica. 2018. Vol. 69. Pp. 156–169.

### Authors' information:

Vladislav M. Tiunov<sup>1</sup>, candidate of technical sciences, senior lecturer of the food technology department, ORCID 0000-0002-7741-3503, AuthorID 806649; +7 (343) 283-13-28, [vladislav.tiunoff@yandex.ru](mailto:vladislav.tiunoff@yandex.ru)

Olga V. Chugunova<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor, head of the food technology department, ORCID 0000-0002-7039-4047, AuthorID 132758; +7 (343) 283-13-28, [chugun.ova@yandex.ru](mailto:chugun.ova@yandex.ru)

Anton V. Vyatkin<sup>1</sup>, candidate of technical sciences, assistant of the tourism business and hospitality department, ORCID 0000-0003-0214-2398, AuthorID 1006386; +7 (343) 283-13-28, [3dognight2009@mail.ru](mailto:3dognight2009@mail.ru)

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

## Межлинейные кроссы в цигайском овцеводстве

П. С. Остапчук<sup>1</sup>✉, Е. Н. Усманова<sup>1</sup>, Т. А. Куевда<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

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

**Аннотация.** Потенциал отечественных пород овец необходимо сохранять в племенных хозяйствах, а основной метод улучшения породы – это работа с селекционными линиями. Специализированные линии формируют генетическую изменчивость породы, поэтому дальнейшее улучшение самой породы следует вести по пути улучшения ее структурных единиц – линий. Каждая из линий специализирована по определенным признакам, а наличие таких селекционных структур, не связанных родственными связями, является одним из способов улучшения продуктивно-биологических признаков породы. В овцеводстве используется метод линейных кроссов с целью выявления оптимальных сочетаний. Цель настоящей работы – изучение межлинейных кроссов ярок цигайской породы на основе ретроспективных данных. В исследовании были использованы статистические методы. Научная новизна. Впервые были проанализированы межлинейные кроссы в цигайской породе с целью улучшения хозяйственно полезных признаков. Результаты. Показатели живой массы ярок в межлинейных кроссах составляют  $53,0 \pm 1,1 \dots 47,0 \pm 1,0$  кг с коэффициентом вариации 6,4 %. У 14,0 % кроссов отмечена тонина шерстных волокон 56-го качества; кроссы с 54-м качеством тонины волокон занимают наибольшую долю – 65,1 %; остальные кроссы – с 50-м качеством тонины шерстных волокон. Распределение тонины волокон шерсти характеризуется положительным уровнем корреляции в сравнении с длиной волокон: этот факт подтверждается коэффициентами корреляции с положительным уровнем сопряженности ( $r = 0,98 \dots 0,57$ ). Тонина шерсти у 36,1 % полученных межлинейных кроссов имеет сильный положительный достоверный уровень корреляции, а в 47,2 % – слабый и недостоверный. Наиболее тонкие шерстные волокна отмечены у межлинейных кроссов:  $65204 \times 1128$  – в сопряжении с настригом шерсти, у кроссов  $884 \times 80077$  и  $884 \times 20832$  – в сопряжении с живой массой ярок.

**Ключевые слова:** цигайская порода, межлинейный кросс, ярки, живая масса, настриг, тонина волокон, длина волокон, корреляция.

**Для цитирования:** Остапчук П. С., Усманова Е. Н., Куевда Т. А. Межлинейные кроссы в цигайском овцеводстве // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 60–72. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-60-72.

**Дата поступления статьи:** 25.02.2022, **дата рецензирования:** 04.03.2022, **дата принятия:** 11.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Роль овцеводства для животноводства Российской Федерации трудно переоценить. Это направление отличается многообразием получаемой продукции: шерсть, смушки, овчины, баранина, молоко, жир [1, с. 36]. На Крымском полуострове в середине XX в. планомерно были заложены научно обоснованные методы работы с цигайской породой овец, которая на фоне удовлетворительного уровня приспособленности к природно-климатическим условиям Крыма объединила в себе достаточно высокий уровень продуктивных показателей – как шерстной, так и мясной продуктивности [2, с. 99]. При этом первые упоминания цигайской породы на Крымском полуострове относятся ко второй половине XIX в.: животные были крупнее мериносовых овец и имели более грубую шерсть

[3, с. 79]. В последние десятилетия были выведены и консолидированы девять линий в цигайской породе, уникальных по своим продуктивным характеристикам [4, с. 53].

Потенциал отечественных пород следует сохранять в племенных предприятиях нашей страны, прибегая к межпородному скрещиванию лишь в крайнем случае, поскольку этот метод позволяет улучшить какой-либо существенный недостаток, препятствующий дальнейшему эффективному хозяйственному использованию породы. Таким образом, межлинейные кроссы являются способом улучшения породы наряду с межзаводскими кроссами, инбридингом и другими методами чистопородного улучшения пород в овцеводстве [5, с. 44].

Линейное разведение – важная структурная единица в селекционно-племенной работе

[6, с. 330; 7, с. 35]. Специализированные линии являются важнейшим источником генетической изменчивости породы, поскольку дальнейшее совершенствование самой породы проходит по пути улучшения ее структурных форм – линий. При этом сами линии специализированы по отдельным признакам, и присутствие неродственных селекционных структур в породе является одним из направлений улучшения продуктивных и биологических признаков породы в целом [8, с. 12].

Накоплен обширный экспериментальный материал, доказывающий улучшение продуктивных показателей потомков при межлинейных сочетаниях в тонкорунном мериновом овцеводстве Ставрополя. Производители линий, обусловленных хорошей комбинационной способностью в овцеводстве, позволяют получить потомков с желательными признаками [9, с. 13]. При разнородном подборе были получены повышенная сохранность ягнят к отбивке до 92,3 %, что на 0,4–4,2 абсолютных процента выше в сравнении с потомками, полученными при условии однородного подбора родительских линий. Достоверным преимуществом также и по живой массе характеризовались баранчики, полученные при межлинейном подборе [10, с. 39]. Об эффективности кросс-линейного подбора в мериновом овцеводстве сообщают в своих трудах и более ранние исследования [11, с. 35]: повышается живая масса кросс-потомков к возрасту 19 месяцев, а также качественные и количественные показатели шерстной продуктивности. Таким образом, в мериновом овцеводстве довольно широко используется метод линейного разведения в процессе поиска оптимальных сочетаний [12, с. 82].

Исходя из вышеизложенного, основной целью исследований стало изучение эффективности межлинейных сочетаний в цыгайской породе полученных показателей для выявления эффективных вариантов межлинейного подбора.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Для анализа продуктивных качеств были получены ретроспективные данные из первичной документации межлинейных кроссов животных цыгайской породы в период работы племенного завода с 1986 по 2016 гг. Для унификации были взяты показатели ярков в возрасте 1 года и 4 месяцев. Схема анализируемых кроссов приведена в таблице 1.

Изучаемые данные ярков: живая масса перед первой стрижкой, настриг невытой шерсти, длина и тонина волокон шерсти. Объект исследования: статистические данные межлинейных кроссов ярков цыгайской породы были собраны в результате работы племенного предприятия ГУП РК «Черноморское» в период 1986–2016 гг.

Живая масса ярков была измерена в процессе взвешивания перед первой стрижкой в возрасте 1 года и 4 месяцев с точностью до 0,5 кг. Ярков перед

первой стрижкой, при бонитировке, с точностью до 0,5 кг. Изучаемые показатели шерстной продуктивности оценены согласно ГОСТ 17514 – 93<sup>1</sup>, и ГОСТ 28491 – 90<sup>2</sup>.

В ГУП РК «Черноморское» на зеленую массу для сена использовались полевые злаки и зеленая масса эспарцета. В качестве концентратов применялись зерновые отходы ячменя и овса. Ежегодно заготавливалось следующее количество кормов на 1 овцу в год: сена люцернового – 0,12 т; соломы яровой – 0,15–0,2 т; силоса – 0,6–0,62 т; свеклы кормовой – 0,15–0,20 т; концентрированных кормов – 0,1 т; соломы для подстилки – 40–50 кг.

Вычисление популяционно-генетических параметров выполнялось по методикам Н. А. Плохинского [13, с. 29] на базе электронных таблиц Excel.

#### Результаты (Results)

В ходе анализа продуктивных показателей полученных межлинейных кроссов на рис. 1 приведены данные, распределенные с учетом убывания по живой массе. В 64,3 % случаев наблюдаются средние показатели межпородных кроссов ярков с живой массой от  $50,0 \pm 1,5$  ( $C_v = 9,6$  %) до  $53,0 \pm 1,1$  ( $C_v = 6,4$  %) кг и в 35,7 % – с живой массой менее 50,0 кг: от  $47,0 \pm 1,0$  ( $C_v = 6,4$  %) до  $49,9 \pm 0,9$  ( $C_v = 5,6$  %) кг. Рекордсменами по живой массе стали кроссы  $82104 \times 1128$  ( $53,0 \pm 1,1$  кг), его обратный кросс ( $52,6 \pm 1,1$  кг), кроссы  $884 \times 65204$  ( $52,7 \pm 0,8$  кг) и  $0173 \times 20832$  ( $52,5 \pm 1,4$  кг). Наименьшие показатели живой массы были у межлинейных кроссов, у которых отцовской формой выступила линия 20832: в сочетании с материнской линией 884 этот показатель был  $47,0 \pm 1,0$  кг, в сочетании с материнской линией 80077 –  $47,5 \pm 1,1$  кг, 1128 –  $47,5 \pm 1,1$  кг и 0173 –  $47,5 \pm 0,9$  кг. Важность такого показателя, как живая масса, отмечает в своих трудах М. Н. Костылев с соавторами [14, с. 6]: на живую массу пробанда с наибольшей достоверностью оказывают воздействие живая масса как отцовской, так и материнской форм.

Настриг натуральной шерсти варьирует от  $4,1 \pm 0,2$  ( $C_v = 19,9$  %) кг у кросса  $80077 \times 884$  до  $4,7 \pm 0,2$  ( $C_v = 15,2$  %) кг у кросса  $1128 \times 0173$ . Однако связь настрига шерсти малоинформативна в сравнении с другими важными показателями шерсти, поскольку

<sup>1</sup> ГОСТ 17514–93. Шерсть натуральная. Методы определения тонины = Natural wool. Methods for determination of the fineness: Межгосударственный стандарт Российской Федерации: Внесен Техническим секретариатом Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации: принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21 октября 1993 г. дата введения 1995-01-01 / Разработан Госстандартом России. Минск: ИПК Издательство стандартов, 1995. 16 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 28491–90. Шерсть овечья невытая с отделением частей руна. Технические условия = Raw fleece-graded sheep wool. Specifications: Межгосударственный стандарт Российской Федерации: Дата введения 1992-01-01 / Разработан и внесен Государственной комиссией Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам. Москва: Стандартинформ, 2006. 16 с.

в обоих случаях тонины шерстных волокон отмечена на уровне 28,0 мкм.

В процессе визуального анализа графика тонины шерстных волокон была отмечена следующая закономерность. Наименьший уровень тонины шерсти получен у кросса 80077 × 65204 ( $27,4 \pm 0,3$  мкм ( $C_v = 3,1\%$ )). У этого же сочетания отмечен и невысокий показатель длины шерстных волокон:  $13,6 \pm 0,5$  см ( $C_v = 12,3\%$ ). Значение тонины волокон на уровне 27,9 мкм ( $C_v = 1,9 \dots 2,7\%$ ) получено у кроссов с отцовской формой линии 884, материнской формой у которых были животные линий 20832 и 0173. У этих кроссов вариация показателя длины шерстных волокон также принимает относительно невысокие значения: 13,2–13,6 см

( $C_v = 7,5 \dots 12,4\%$ ). В ходе применения отцовской линии 80077 также имеется несколько случаев с низким уровнем тонины шерстных волокон в сочетании с материнскими формами линий 82104 ( $27,6 \pm 0,2$  мкм) и 20832 ( $27,7 \pm 0,3$  мкм). В остальных вариантах случаи тонины шерстных волокон 56-го качества встречаются фрагментарно (всего в 14,0 % случаев): преимущественно, 54-го качества и в 20,9 % случаев отмечена тонина 50-го качества.

В ходе распределения межлинейных кроссов по тонине шерсти по убыванию были получены визуальные результаты положительной сопряженности этого показателя с длиной шерстных волокон. Результаты приведены на рис. 2.

Таблица 1  
Схема полученных межлинейных кроссов  
ярок цигайской породы

| Отцовская линия (О) | Материнская линия (М) |
|---------------------|-----------------------|
| 884 (O1)            | 80077 (M1)            |
|                     | 1128 (M2)             |
|                     | 20832 (M3)            |
|                     | 0173 (M4)             |
|                     | 65204 (M5)            |
|                     | 82104 (M6)            |
| 80077 (O2)          | 1128 (M2)             |
|                     | 20832 (M3)            |
|                     | 0173 (M4)             |
|                     | 65204 (M5)            |
|                     | 82104 (M6)            |
| 1128 (O3)           | 80077 (M1)            |
|                     | 20832 (M3)            |
|                     | 0173 (M4)             |
|                     | 65204 (M5)            |
|                     | 82104 (M6)            |
| 20832 (O4)          | 80077 (M1)            |
|                     | 1128 (M2)             |
|                     | 0173 (M4)             |
|                     | 65204 (M5)            |
|                     | 82104 (M6)            |
| 0173 (O5)           | 80077 (M1)            |
|                     | 1128 (M2)             |
|                     | 20832 (M3)            |
|                     | 65204 (M5)            |
|                     | 82104 (M6)            |
| 65204 (O6)          | 80077 (M1)            |
|                     | 1128 (M2)             |
|                     | 20832 (M3)            |
|                     | 0173 (M4)             |
|                     | 82104 (M6)            |
| 82104 (O7)          | 80077 (M1)            |
|                     | 1128 (M2)             |
|                     | 20832 (M3)            |
|                     | 0173 (M4)             |
|                     | 65204 (M5)            |

Table 1  
Young sheep Tsigai breed interlinear crosses  
scheme

| Paternal line (O) | Maternal line (M) |
|-------------------|-------------------|
| 884 (O1)          | 80077 (M1)        |
|                   | 1128 (M2)         |
|                   | 20832 (M3)        |
|                   | 0173 (M4)         |
|                   | 65204 (M5)        |
|                   | 82104 (M6)        |
| 80077 (O2)        | 1128 (M2)         |
|                   | 20832 (M3)        |
|                   | 0173 (M4)         |
|                   | 65204 (M5)        |
|                   | 82104 (M6)        |
| 1128 (O3)         | 80077 (M1)        |
|                   | 20832 (M3)        |
|                   | 0173 (M4)         |
|                   | 65204 (M5)        |
|                   | 82104 (M6)        |
| 20832 (O4)        | 80077 (M1)        |
|                   | 1128 (M2)         |
|                   | 0173 (M4)         |
|                   | 65204 (M5)        |
|                   | 82104 (M6)        |
| 0173 (O5)         | 80077 (M1)        |
|                   | 1128 (M2)         |
|                   | 20832 (M3)        |
|                   | 65204 (M5)        |
|                   | 82104 (M6)        |
| 65204 (O6)        | 80077 (M1)        |
|                   | 1128 (M2)         |
|                   | 20832 (M3)        |
|                   | 0173 (M4)         |
|                   | 82104 (M6)        |
| 82104 (O7)        | 80077 (M1)        |
|                   | 1128 (M2)         |
|                   | 20832 (M3)        |
|                   | 0173 (M4)         |
|                   | 65204 (M5)        |



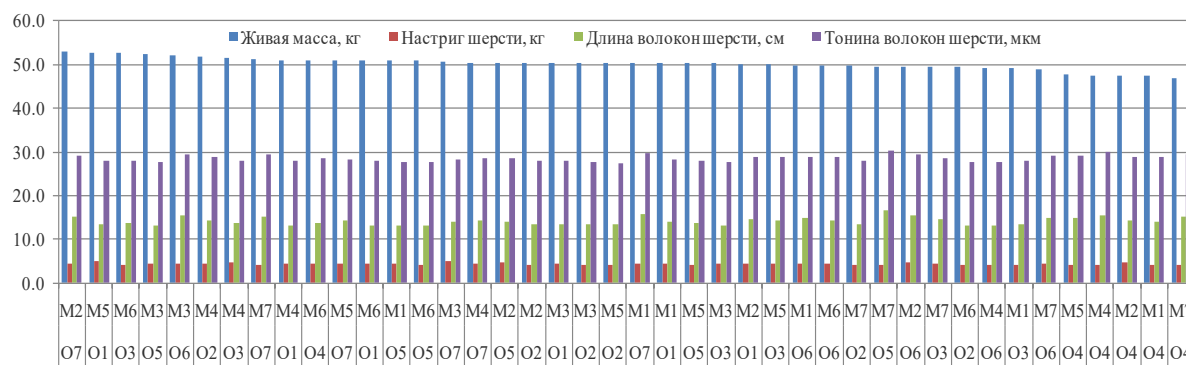


Рис. 1. Распределение результатов межлинейных кроссов ярок цыгайской породы по живой массе по убыванию

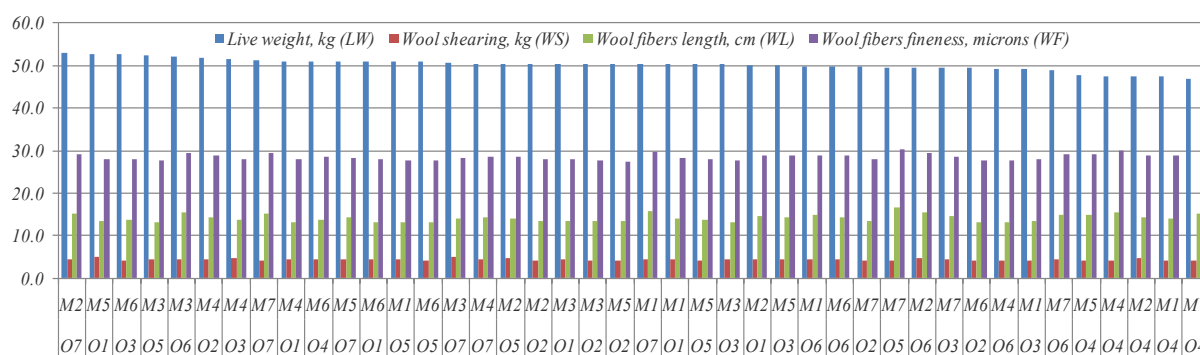


Fig. 1. Tsigai breed young females interlinear crosses results distribution in descending order by live weight

Однако визуальная оценка не дает полной и точной характеристики изучаемых связей и позволяет выявить лишь фрагментарно характеристику конкретных межлинейных кроссов и взаимосвязь изучаемых признаков. В овцеводстве целесообразнее проводить оценку не по отдельному признаку, а комплексно их взаимодействие, поскольку при оказании влияния на один признак изменяется другой признак, связанный с ним [15, с. 58; 16, с. 223; 17, с. 56]. Исходя из вышеизложенного, мы проанализировали сопряженность продуктивных признаков изучаемых межлинейных кроссов. На рис. 3 приведены данные сопряженности у межлинейных сочетаний, отцовской формой у которых были животные линии 884.

По данным рис. 3, отцовская форма 884 при сочетании с материнской формой 80077 достоверную отрицательную корреляцию оказала на сопряженность тонины шерстных волокон и живой массы ( $r = -0,66 \pm 0,27$ ;  $P \leq 0,05$ ), а обратный характер сопряженности – с длиной шерстных волокон ( $r = 0,84 \pm 0,19$ ;  $P \leq 0,001$ ). При сочетании с материнской формой 1128 толщина шерстных волокон также оказала положительный характер сопряженности с длиной шерстных волокон ( $r = 0,94 \pm 0,13$ ;  $P \leq 0,001$ ), а последний признак – с живой массой ( $r = 0,59 \pm 0,29$ ;  $P \leq 0,05$ ) и настригом шерсти ( $r = 0,67 \pm 0,26$ ;  $P \leq 0,01$ ). При сочетании с материнской формой 20832 толщина шерстных волокон оказала отрицательный характер взаимодействия на живую массу ( $r = -0,76 \pm 0,23$ ;  $P \leq 0,01$ ) и положительный – на

длину шерстных волокон ( $r = 0,87 \pm 0,17$ ;  $P \leq 0,001$ ); отмечен положительный характер сопряженности между живой массой и настригом натуральной шерсти ( $r = 0,76 \pm 0,23$ ;  $P \leq 0,001$ ) у этого межлинейного кросса. При сочетании с материнской формой 0173 практически все варианты оказались с положительными и достоверными ( $P \leq 0,01 - P \leq 0,001$ ) эффектами корреляции. При сочетании с материнской формой 65204 положительная и достоверная связь выявлена у тонины волокон шерсти с живой массой ( $r = 0,75 \pm 0,24$ ;  $P \leq 0,01$ ) и длиной шерстных волокон ( $r = 0,97 \pm 0,09$ ;  $P \leq 0,001$ ) а также длина шерстных волокон положительно сопряжена с живой массой ( $r = 0,86 \pm 0,18$ ;  $P \leq 0,001$ ). Положительный характер взаимодействия выявлен у межлинейного кросса 884  $\times$  82104 по тонине и длине шерстных волокон ( $r = 0,96 \pm 0,09$ ;  $P \leq 0,001$ ), а также живой массы и настрига шерсти ( $r = 0,66 \pm 0,32$ ;  $P \leq 0,01$ ). Таким образом, отцовская форма 884 оказала у половины кроссов положительный характер корреляционной связи между тониной волокон шерсти и живой массой ярок, а в половине случаев – отрицательный характер; длина шерсти положительную и сильную корреляционную связь имеет с тониной шерстных волокон.

На рис. 4 приведены данные сопряженности межлинейных кроссов ярок с отцовской формой 80077.

По данным рис. 4 и по аналогии с кроссами, отцовской формой у которых были бараны линии 884, по всем случаям имеется положительная сильная ( $P \leq 0,001$ ) связь длины и тонины шерстных воло-

кон ( $r = 0,81 \dots 0,96$ ). У кросса  $80077 \times 1128$  живая масса с длиной шерсти коррелирует отрицательно ( $r = -0,62 \pm 0,28$ ;  $P \leq 0,05$ ), а у кросса  $80077 \times 20832$  с настригом шерсти – положительно ( $r = 0,73 \pm 0,35$ ;  $P \leq 0,01$ ). При сочетании с материнской формой 0173 практически все корреляционные взаимосвязи

носили сильный и положительный характер сопряженности ( $r = 0,69$  ( $P \leq 0,01$ ) –  $0,96$  ( $P \leq 0,001$ )). Отмечен также и положительный характер взаимосвязи между живой массой и настригом шерсти у кросса  $80077 \times 65204$  ( $r = 0,78 \pm 0,22$ ;  $P \leq 0,001$ ). Таким образом, при анализе кроссов с отцовской

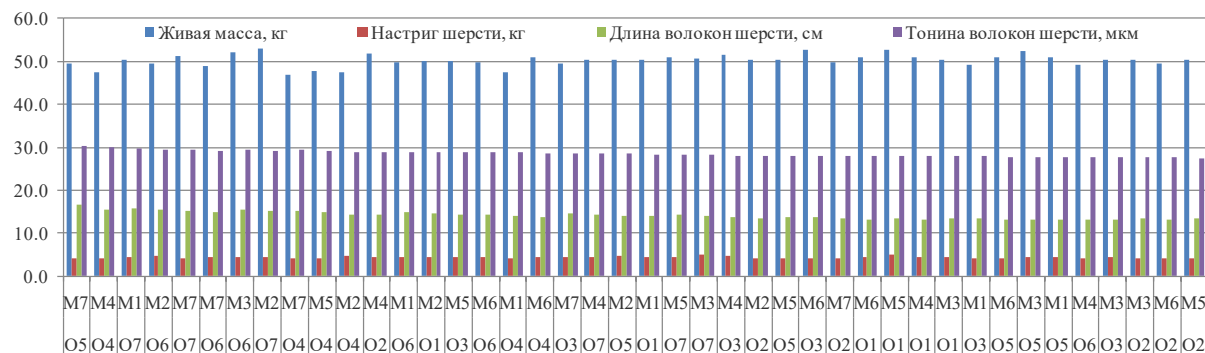


Рис. 2. Распределение результатов межлинейных кроссов ярок цыгайской породы по тонине волокон шерсти по убыванию

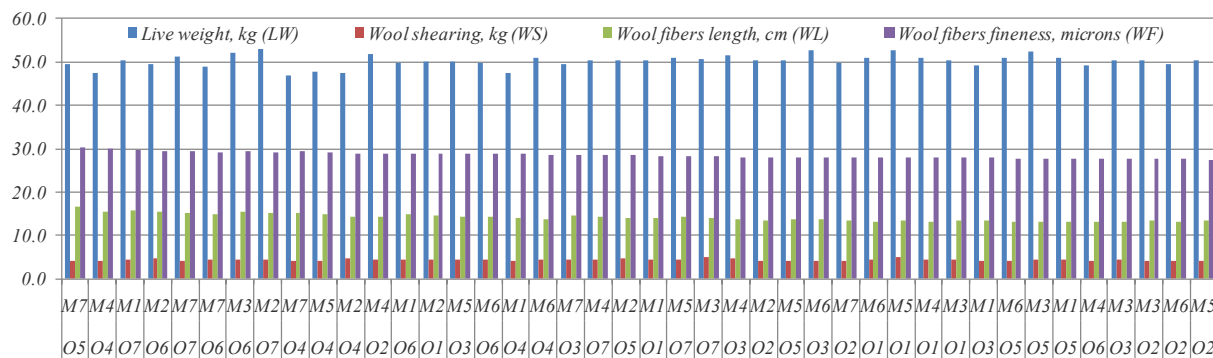


Fig. 2. Tsigai breed young females interlinear crosses results distribution in descending order by wool fiber fineness

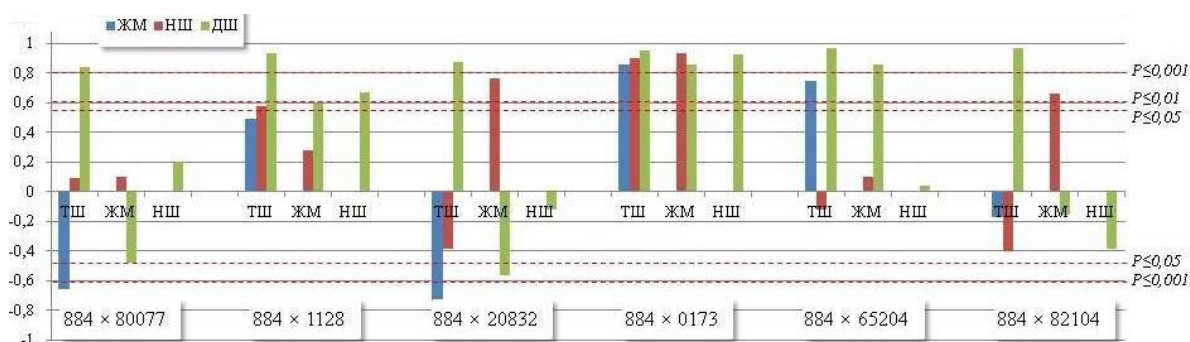


Рис. 3. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 884



Fig. 3. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 884

формой 80077 преимущественно отмечен положительный эффект сопряженности длины и тонины шерстных волокон.

На рис. 5 приведен графический анализ межлинейных кроссов с отцовской формой линии 1128. Сохраняется положительный сильный характер сопряженности между тониной и длиной шерстных волокон практически по всем изучаемым комбинациям – от  $r = 0,57 \pm 0,29$  ( $P \leq 0,05$ ) у кросса  $1128 \times 884$  до  $r = 0,99 \pm 0,05$  ( $P \leq 0,001$ ) у кросса  $1128 \times 80077$ . Положительная и достоверная связь между тониной шерстных волокон и живой массой отмечена у кроссов  $1128 \times 80077$  ( $r = 0,85 \pm 0,18$ ;  $P \leq 0,001$ ) и  $1128 \times 0173$  ( $r = 0,61 \pm 0,34$ ;  $P \leq 0,05$ ).

На рис. 6 представлен анализ межлинейных кроссов с отцовской формой линии 20832, тенденция которых в целом сохраняется, однако имеются свои нюансы. Отмечена, кроме того, положительная достоверная связь между живой массой ярок и настригом натуральной шерсти у кроссов  $20832 \times 884$  ( $r = 0,77 \pm 0,23$ ;  $P \leq 0,001$ ),  $20832 \times 80077$  ( $r = 0,60 \pm 0,28$ ;  $P \leq 0,05$ ),  $20832 \times 65204$  ( $r = 0,66 \pm 0,27$ ;  $P \leq 0,01$ ) и  $20832 \times 82104$  ( $r = 0,68 \pm 0,26$ ;  $P \leq 0,01$ ). Отмечена положительная и достоверная взаимосвязь между тониной волокон и настригом натуральной шерсти у кросса  $20832 \times 80077$  ( $r = 0,71 \pm 0,25$ ;  $P \leq 0,01$ ). Аналогичная закономерность сохраняется и при анализе данных межлинейных сочетаний, отцовской формой у которых выступила линия 20832 (рис. 7).

На рис. 8 приведен анализ сопряженности продуктивных признаков ярок межлинейных кроссов с отцовской формой 0173. Характерной особенностью анализируемых кроссов является положительная закономерность практически у всех межлинейных комбинаций, за исключением отрицательных слабых связей у сочетаний с материнскими формами 80077 и 65204. Таким образом, как и у материнской формы, так и у отцовской формы линия 0173 дает практически по всем межлинейным комбинациям положительные характеры сопряженности изучаемых признаков.

На рис. 9 приведена характеристика межлинейных сочетаний при использовании в качестве отцовской формы баранов линии 65204. В данных кроссах также сохраняется положительный характер сопряженности тонины и длины шерстных волокон ( $r = 0,77 \pm 0,23$  ( $P \leq 0,01$ ) –  $0,98 \pm 0,07$  ( $P \leq 0,001$ )). Тонина волокон положительно сопряжена с живой массой у кроссов  $65204 \times 884$  ( $r = 0,76 \pm 0,23$ ;  $P \leq 0,01$ ) и  $65204 \times 20832$  ( $r = 0,89 \pm 0,16$ ;  $P \leq 0,001$ ). Отмечен положительный характер связей тонины шерстных волокон с настригом шерсти у кроссов  $65204 \times 884$  ( $r = 0,90 \pm 0,16$ ;  $P \leq 0,001$ ),  $65204 \times 80077$  ( $r = 0,61 \pm 0,28$ ;  $P \leq 0,01$ ), а отрицательный – у кросса  $65204 \times 1128$  ( $r = -0,65 \pm 0,27$ ;  $P \leq 0,01$ ). Живая масса положительно сопряжена с настригом шерсти у кроссов  $65204 \times 884$  ( $r = 0,85 \pm 0,19$ ;  $P \leq 0,001$ ),  $65204 \times 80077$  ( $r = 0,70 \pm 0,25$ ;  $P \leq 0,01$ ) и  $65204 \times 20832$  ( $r = 0,72 \pm 0,25$ ;  $P \leq 0,01$ ).

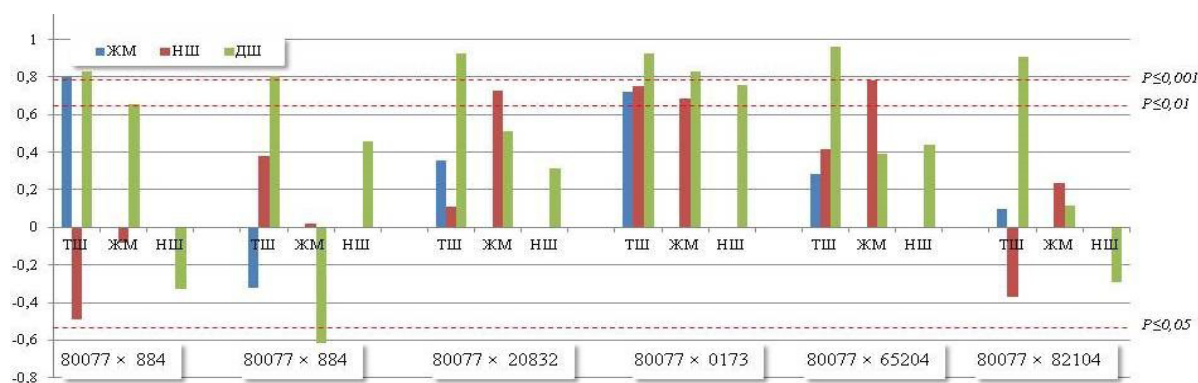


Рис. 4. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 80077

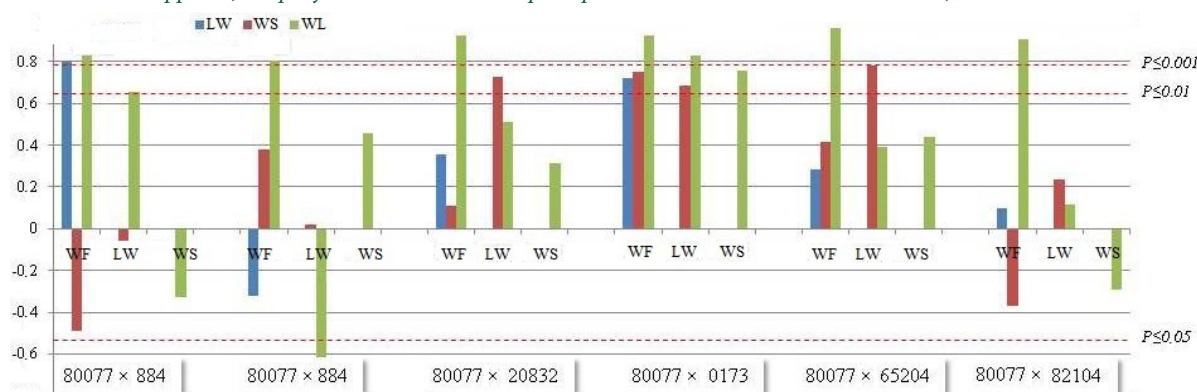


Fig. 4. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 80077



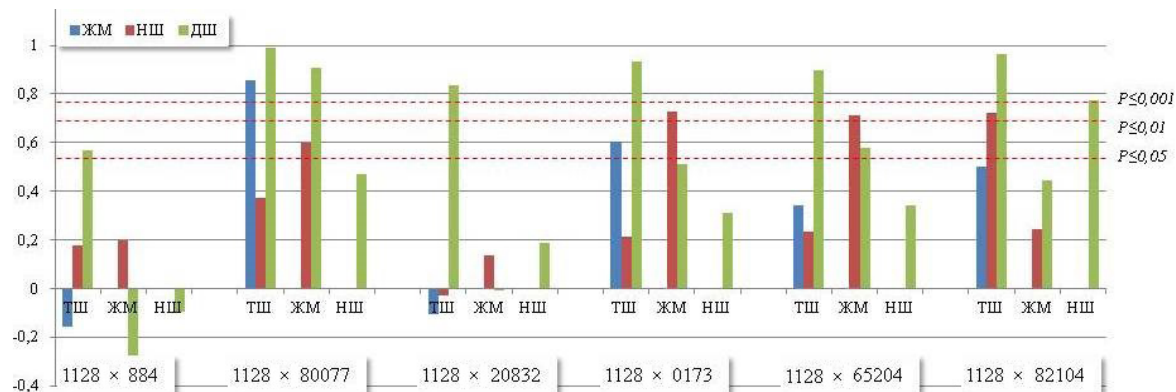


Рис. 5. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 1128



Fig. 5. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 1128

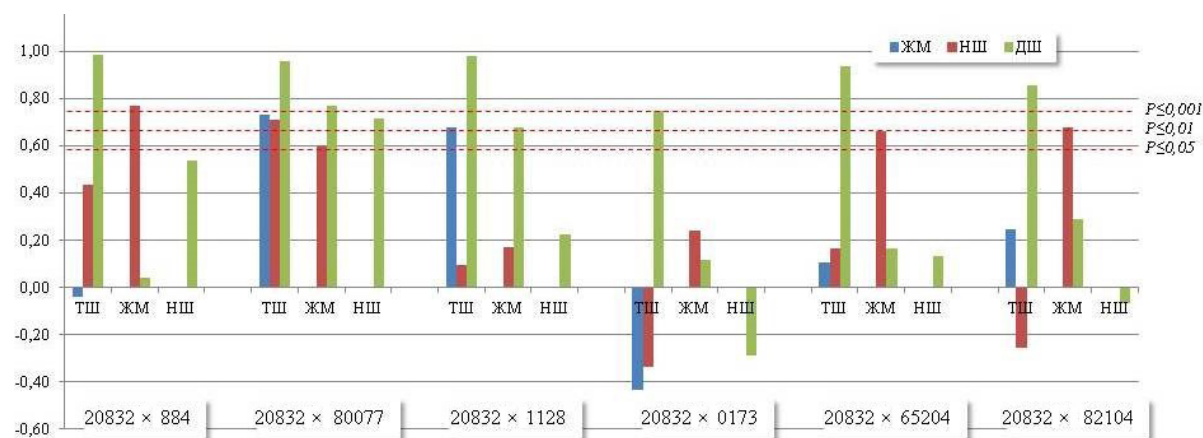


Рис. 6. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 20832

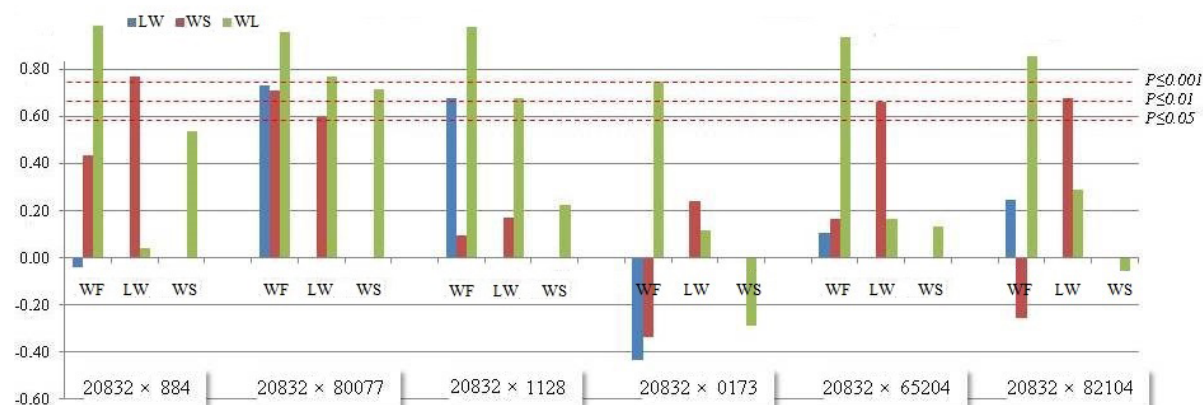


Fig. 6. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 20832



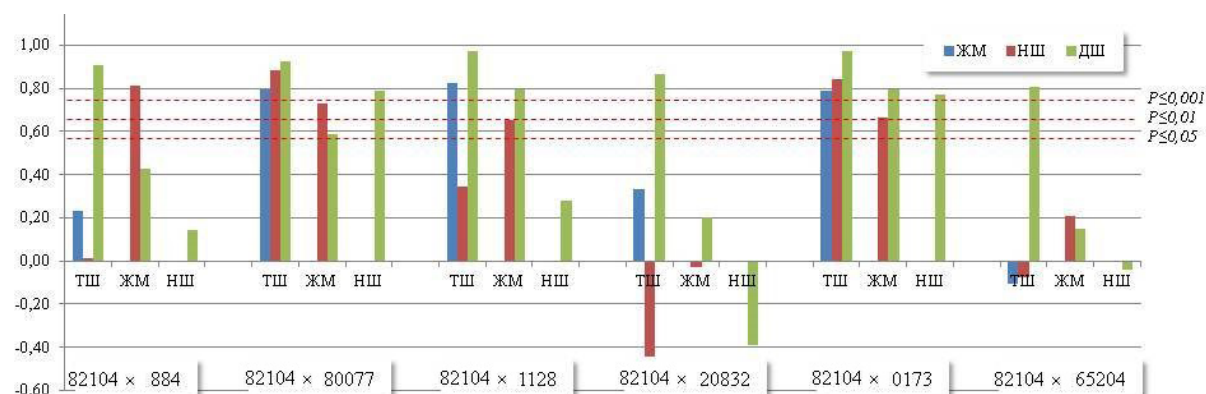


Рис. 7. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 82104

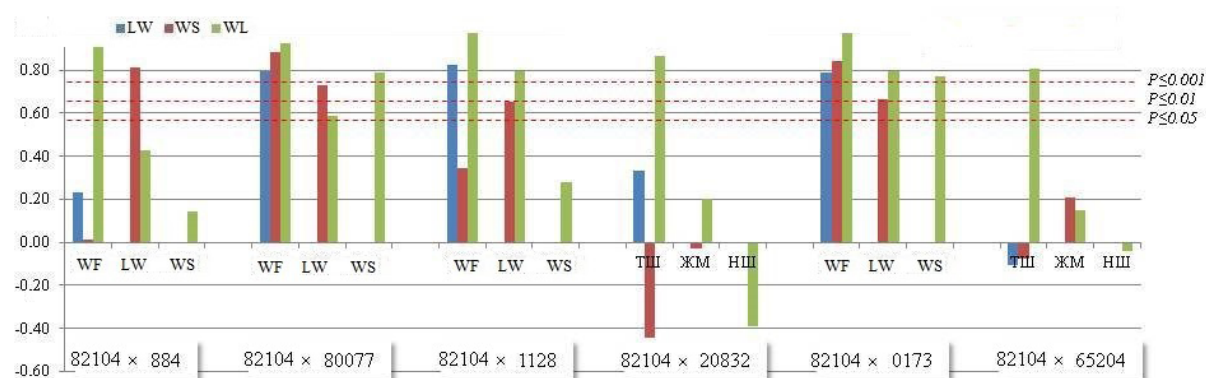


Fig. 7. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 82104

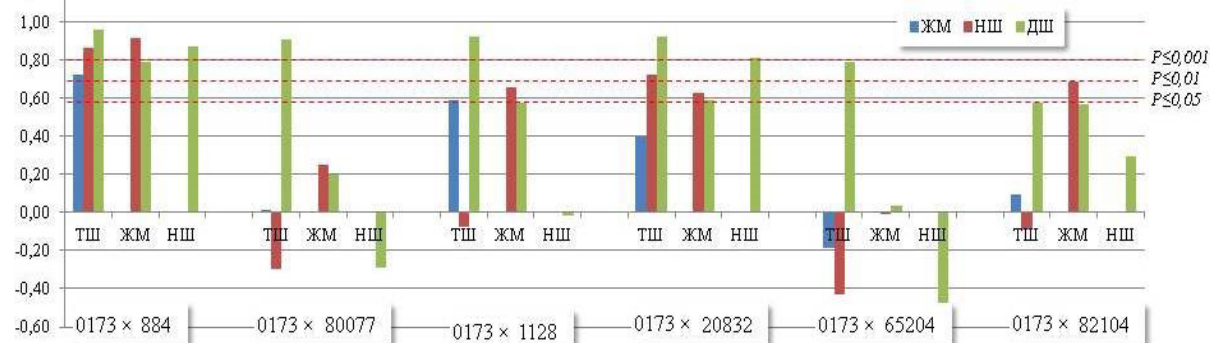


Рис. 8. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 0173

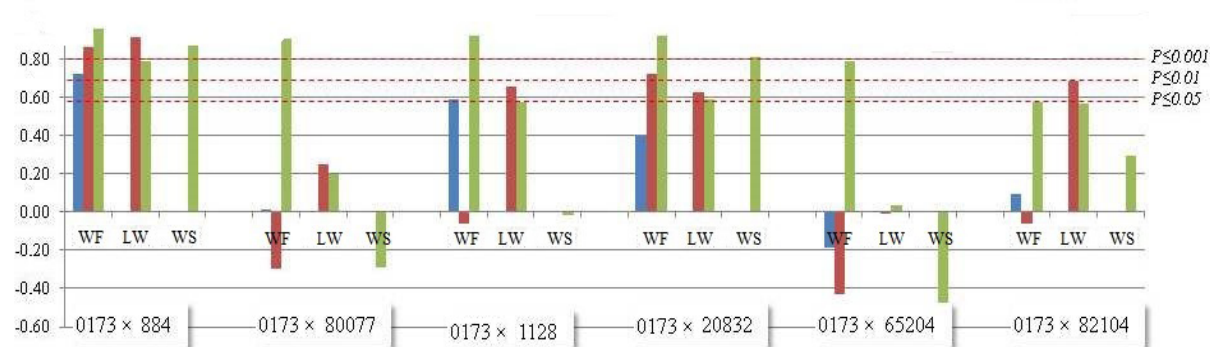


Fig. 8. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 0173

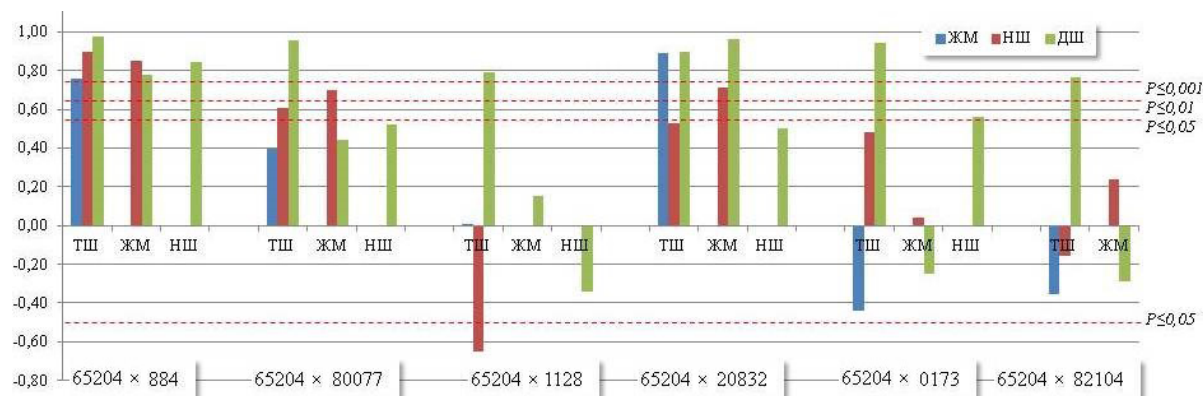


Рис. 9. Корреляция продуктивных качеств ярок при межлинейных сочетаниях с отцовской линией 65204

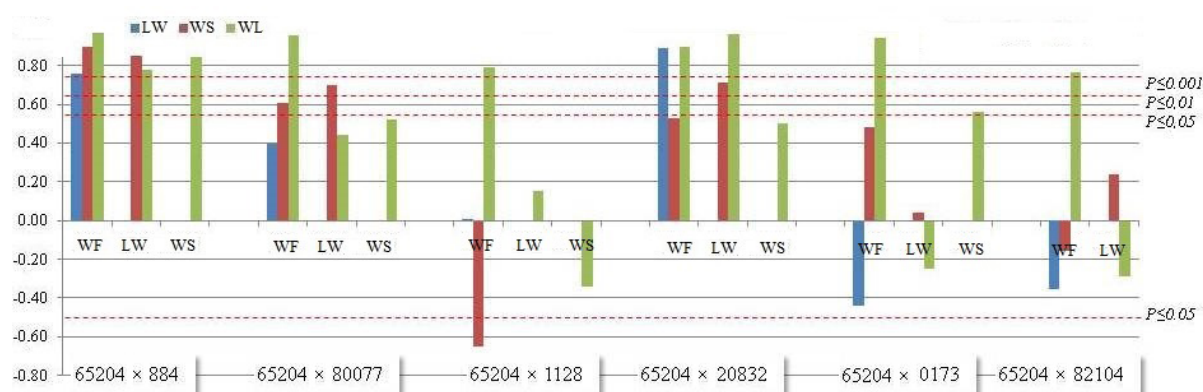


Fig. 9. Productive qualities correlation of young females in interlinear crosses with the paternal line 65204

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

При совершенствовании шерстно-мясного овцеводства Киргизии были получены аналогичные результаты: положительная связь между живой массой и настригом шерсти в пределах от  $r = 0,354$  до  $r = 0,378$ , настригом и длиной шерсти (от  $r = 0,438$  до  $r = 0,525$ ), тониной и настригом шерсти (от  $r = 0,370$  до  $r = 0,465$ ) [18, с. 50]. У мясо-шерстного типа овец эти закономерности выглядят следующим образом: с повышением живой массы настриг шерсти увеличивается, а между тониной и длиной волокон шерсти у ярок также выявлен положительный характер взаимосвязи [19, с. 123]. Сопряженность живой массы и настрига мытой шерсти у чистопородных животных ставропольской породы была средней положительной ( $r = 0,20 \dots 0,45$ ) [20, с. 334]. У мясо-сального грубошерстного типа овец сопряженность продуктивных признаков молодняка выглядит следующим образом: взаимосвязь живой массы и настрига шерсти у ярок варьирует в сильной степени от  $r = 0,54$  до  $r = 0,16$  в зависимости от генотипа молодняка [21, с. 56]. У родительского стада мериносовых пород овец наиболее высокий уровень коэффициента корреляции установлен между настригом шерсти и длиной волокон ( $r = 0,27 \dots 0,42$ ), а отрицательный – между тониной и длиной волокон ( $r = -0,08 \dots -0,39$ ), живой массой и тониной ( $r = -0,03 \dots -0,36$ ), а также настригом и

тониной шерсти ( $r = -0,09 \dots -0,19$ ) [22, с. 54]. Таким образом, исходя из полученных данных как наших исследований, так и многочисленных литературных источников, комплексная оценка продуктивных качеств является решающей в процессе улучшения мясных показателей в современной селекции со стадами овец [23, с. 41], а показатель живой массы – важнейший признак [24, с. 481] в комплексе всех показателей продуктивности.

Живая масса ярок цигайской породы при межлинейных сочетаниях варьирует от  $53,0 \pm 1,1$  до  $47,0 \pm 1,0$  кг; коэффициент вариации признака составляет 6,4 %. Тонина шерстных волокон 56-го качества встречаются в 14,0 % случаев; кроссы с тониной занимают наибольшую долю: 65,1 %; остальные животные – с 50-м качеством тонины волокон. Распределение показателя тонины шерстных волокон положительно коррелирует с их длиной: в большинстве случаев отмечен положительный уровень сопряженности:  $r = 0,98 \dots 0,57$ . Тонина шерсти в 36,1 % случаев имеет сильную положительную достоверную степень сопряженности, а в 47,2 % случаев связь слабая и недостоверная. Улучшение тонины шерстных волокон отмечено у межлинейных сочетаний: 65204 × 1128 – в связи с настригом шерсти, у кроссов 884 × 80077 и 884 × 20832 – в связи с живой массой.

**Благодарности (Acknowledgements)**

Исследования были выполнены благодаря все-сторонней поддержке директора ФГБУН «НИИСХ Крыма», доктора сельскохозяйственных наук Вла-

димира Степановича Паштецкого в рамках государственных заданий ФГБУН «НИИСХ Крыма» № АААА-А16-116022610122-2 и FNZW-2022-0011.

**Библиографический список**

1. Абонеев В. В., Марченко В. В., Абонеева Е. В., Абонеев Д. В., Горлов И. Ф., Анисимова Е. Ю. О некоторых аспектах развития овцеводства России и пути повышения эффективности его научного обеспечения // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 3 (7). С. 34–43. DOI: 10.31208/2618-7353-2019-7-34-43.
2. Остапчук П. С., Емельянов С. А. Значение цигайских овец в мировой аграрной культуре и перспективы Крымского овцеводства (обзор) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (56). С. 98–104. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.1.98.
3. Остапчук П. С. Породы овец в контексте исторического развития отрасли на Крымском полуострове // Аграрный вестник Урала. 2021. № 7 (210). С. 75–86. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-75-86.
4. Остапчук П. С., Куевда Т. А. Генеалогия линий в цигайской породе овец в Республике Крым // Актуальные направления инновационного развития животноводства и современные технологии производства продуктов питания: материалы международной научно-практической конференции. Персиановский, 2020. С. 52–55.
5. Абонеев В. В., Колосов Ю. А. О проблемах сохранения племенных ресурсов овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 1. С. 43–45.
6. Жумадиллаев Н. К. Создание высокопродуктивных линий животных в стаде овец едилбайской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 330–334. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-92-6-330-334.
7. Валитов Х. З., Забелина М. В., Самадурова А. А. Многоплодие овец отдельных линий романовской породы // Аграрный научный журнал. 2020. № 1. С. 34–37. DOI: 10.28983/asj.y2020i1pp34-37.
8. Ерохин А. И., Карасев Е. А., Ерохин С. А. К вопросу о разведении по линиям при создании и совершенствовании стад и пород овец // Овцы, козы, шерстяное дело. 2017. № 1. С. 12–13.
9. Абонеев В. В., Шумаенко С. Н. Использование заводских линий для совершенствования овец кавказской породы // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2011. Т. 1. № 4–1. С. 9–13.
10. Мороз В. А., Чернобай Е. Н., Новгородова Н. А., Сердюков И. Г. Продуктивные особенности овец от однородного и разнородного подбора // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 3 (23). С. 38–41.
11. Шарко И. Н., Суров А. И., Абонеев В. В. Продуктивные качества ярок от внутри- и кросс-линейного подбора // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2004. Т. 1. № 2–1. С. 32–35.
12. Марченко В. В. Создание новых линий в породе овец «Маньчжурский мерин» // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 6. С. 81–84.
13. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва: Колос, 1969. 253 с.
14. Костылев М. Н., Косяченко Н. М., Абрамова М. В., Барышева М. С. Популяционно-генетические параметры романовской породы овец в аспекте контроля и управления селекционными процессами // Агро-ЗооТехника. 2018. Т. 1. № 4. – URL: <http://azt-journal.ru/article/28027> (Дата обращения 20.04.2022). DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.2
15. Агаркова Н. А., Чернобай Е. Н. Продуктивные особенности овец породы джалгинский мерин разнородных линий в зависимости от пестроты при рождении // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5(13). С. 54–59. DOI 10.25930/2687-1254/009.5.13.2020.
16. Омаров А. А., Скорых Л. Н., Коваленко Д. В. Особенности мясных качеств молодняка создаваемого типа скороспелых овец в возрастном аспекте // Наука и образование. 2018. № S1. С. 219–223.
17. Омаров А. А., Скорых Л. Н., Суров А. И. Продуктивные особенности баранов и маток создаваемого скороспелого типа мясо-шерстных овец // Эффективное животноводство. 2016. № 9 (130). С. 56–57.
18. Беккулов М. И., Ибраев Р. А., Лушихина Е. М., Турдубаев Т. Ж. Фенотипическая корреляция продуктивных признаков австрало-кыргызских тонкорунных помесных овец // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина. 2017. № 3 (44). С. 47–51.
19. Траисов Б. Б., Есенгалиев К. Г., Султанова А. К., Василина А. Д. Корреляция хозяйственно полезных признаков у акжайкских мясо-шерстных овец // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 3. № 7. С. 118–123.
20. Трухачев В. И., Чернобай Е. Н., Пономаренко О. В. Корреляция признаков и наследуемость у овец // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: Материалы 83-й международной научно-практической конференции «Аграрная наука – Северо-Кавказскому Федеральному округу», Ставрополь, 2018. С. 330–334.



21. Давлетова А. М., Юлдашбаев Ю. А., Траисов Б. Б., Смагулов Д. Б., Скорых Л. Н. Селекционно-генетические параметры продуктивности молодняка эдильбаевских овец разных генотипов // Сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (14). С. 56–63. DOI: 10.25930/2687-1254/008.3.14.2021.
22. Ефимова Н. И., Антоненко Т. И., Шумаенко С. Н. Продуктивность и некоторые селекционно-генетические параметры стада овец породы российский мясной меринос СПК колхоза-племзавода им. Ленина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 7. С. 54–62.
23. Катков К. А., Скорых Л. Н., Фомина И. О. Исследование комплексного показателя продуктивности на основе метода главных компонент для оценки овец северокавказской мясошерстной породы // Главный зоотехник. 2021. № 10 (219). С. 41–51. DOI: 10.33920/sel-03-2110-05.
24. Костылев М. Н., Барышева М. С. Возрастные параметры живой массы молодняка овец романовской породы // Доклады ТСХА: сборник статей. Москва, 2021. Вып. 293. С. 479–481.

#### Об авторах:

Павел Сергеевич Остапчук<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследований технологический приемов в животноводстве и растениеводстве, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978; +7 (365) 256-00-07, [ostapchuk\\_p@niishk.ru](mailto:ostapchuk_p@niishk.ru)

Елена Николаевна Усманова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории исследований технологический приемов в животноводстве и растениеводстве, ORCID 0000-0002-0744-4603, AuthorID 983355; +7 (365) 256-00-07, [elena\\_akademy@mail.ru](mailto:elena_akademy@mail.ru)

Татьяна Алексеевна Кувда<sup>1</sup>, младший научный сотрудник лаборатории исследований технологический приемов в животноводстве и растениеводстве, ORCID 0000-0003-0055-8605, AuthorID 998221; +7 (365) 256-00-07, [green28t@yandex.ru](mailto:green28t@yandex.ru)

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

## Tsigai sheep breeding interlinear crosses

P. S. Ostapchuk<sup>1</sup>✉, E. N. Usmanova<sup>1</sup>, T. A. Kuevda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

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

**Abstract.** Domestic sheep breeds potential must be preserved in breeding farms, and the main method of improving the breed is working with breeding lines. The genetic variability of the breed is formed by specialized lines. Therefore, further improvement of the breed itself should be carried out along the way of improving its lines. Each of the lines is specialized according to certain characteristics. The presence of such breeding structures that are not related is one of the ways to improve the productive and biological characteristics of the breed. The method of interlinear crosses in sheep breeding in order to identify optimal combinations is used. **The purpose** of this work is to study the interlinear crosses of the bright Qigai breed on the basis of retrospective data. Statistical **methods** were used in the study. **Scientific novelty.** Tsigai breed young females interlinear crosses in order to improve economically useful traits were analyzed. **Results research.** The indicators of the live weight of the young females in the interlinear crosses is  $53.0 \pm 1.1 \dots 47.0 \pm 1.0$  kg with a coefficient of variation of 6.4%. The wool fibers fineness 56<sup>th</sup> quality in 14.0% of crosses was noted. The interlinear crosses with the 54<sup>th</sup> quality of wool fibers fineness occupy the largest share by 65.1 %. The remaining crosses was with the 50<sup>th</sup> quality of wool fibers fineness. The distribution of wool fibers fineness by a positive level of correlation in comparison with the wool length fibers was characterized in the following way: this fact is confirmed by correlation coefficients with a positive level of conjugacy:  $r = 0.98 \dots 0.57$ . The wool fibers fineness in 36.1 % of the obtained interlinear crosses has a strong positive reliable correlation level, and in 47.2 % is weak and unreliable. In the interlinear crosses the wool fibers fineness were noted as follow:  $65204 \times 1128$  in conjunction with the wool shearing, in the crosses  $884 \times 80077$  and  $884 \times 20832$  in conjunction with the live weight of young females.

**Keywords:** Tsigai breed, interlinear cross, young females, live weight, wool shearing, wool fibers fineness, wool length fibers, correlation coefficients.

**For citation:** Ostapchuk P. S., Usmanova E. N., Kuevda T. A. Mezhlіnіynyye krossy v tsigayskom ovtsevodstve [Tsigai sheep breeding interlinear crosses] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 60–72. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-60-72. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 25.02.2022, **date of review:** 04.03.2022, **date of acceptance:** 11.03.2022.



## References

1. Aboneyev V. V., Marchenko V. V., Aboneyeva E. V., Aboneyev D. V., Gorlov I. F., Anisimova E. Yu. O nekotorykh aspektakh razvitiya ovtsevodstva Rossii i puti povysheniya effektivnosti ego nauchnogo obespecheniya [Some aspects of sheep breeding development in Russia and ways to improve the efficiency of its scientific support] // Agrarno-pishchevyie innovatsii. 2019. No. 3 (7). Pp. 34–43. DOI: 10.31208/2618-7353-2019-7-34-43. (In Russian.)
2. Ostapchuk P. S., Emel'yanov S. A. Znachenie tsigayskikh ovets v mirovoy agrarnoy kul'ture i perspektivy Krymskogo ovtsevodstva (obzor) [The role of Tsigai sheep in the international agrarian culture and the prospects of sheep breeding in the Crimea (review)] // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2018. No. 1(56). Pp. 98–104. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2018.1.98. (In Russian.)
3. Ostapchuk P. S. Porody ovets v kontekste istoricheskogo razvitiya otrasli na Krymskom poluostrove [Breeds of sheep in the context of the historical development of the Sheep Breeding on the Crimean Peninsula] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 7 (210). Pp. 75–86. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-75-86. (In Russian.)
4. Ostapchuk P. S., Kuyevda T. A. Genealogiya liniy v tsigayskoy porode ovets v Respublike Krym [Tsigai breed of sheep lines genealogy in the Republic of Crimea] // Aktual'nyye napravleniya innovatsionnogo razvitiya zhiivotnovodstva i sovremennyye tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Persianovskiy, 2020. Pp. 52–55. (In Russian.)
5. Aboneyev V. V., Kolosov Yu. A. O problemakh sokhraneniya plemennykh resursov ovtsevodstva Rossii [About the problems of preserving the breeding resources of sheep breeding in Russia] // Ovttsy, kozy, sherstyanoye delo. 2020. No. 1. Pp. 43–45. (In Russian.)
6. Zhumadillayev N. K. Sozdaniye vysokoproduktivnykh liniy zhiivotnykh v stade ovets edilbayskoy porody [Creation of highly productive animal lines in a herd of sheep of the Edilbay breed] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2021. No. 6(92). Pp. 330–334. DOI 10.37670/2073-0853-2021-92-6-330-334. (In Russian.)
7. Valitov Kh. Z., Zabelina M. V., Samadurova A. A. Mnogoplodiye ovets otdel'nykh liniy romanovskoy porody [Prolificacy of the sheep of the individual lines of Romanov Breed] // The Agrarian Scientific Journal. 2020. No. 1. Pp. 34–37. DOI 10.28983/asj.y2020i1pp34-37. (In Russian.)
8. Erokhin A. I., Karasev E. A., Erokhin S. A. K voprosu o razvedenii po liniyam pri sozdanii i sovershenstvovanii stad i porod ovets [On the issue of line breeding in the creation and improvement of flocks and breeds of sheep] // Ovttsy, kozy, sherstyanoye delo. 2017. No. 1. Pp. 12–13. (In Russian.)
9. Aboneyev V. V., Shumayenko S. N. Ispol'zovaniye zavodskikh liniy dlya sovershenstvovaniya ovets kavkazskoy porody [Pedigree lines using for the improvement of Caucasian sheep] // Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhiivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2011. Vol. 1. No. 4–1. Pp. 9–13. (In Russian.)
10. Moroz V. A., Chernobay E. N., Novgorodova N. A., Serdyukov I. G. Produktivnyye osobennosti ovets ot odnorodnogo i raznorodnogo podbora [Productive characteristics of the sheep from the homogeneous and heterogeneous selection] // Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2017. No. 3 (23). Pp. 38–41. (In Russian.)
11. Sharko I. N., Surov A. I., Aboneyev V. V. Produktivnyye kachestva yarak ot vnutri- i krosslineynogo podbora [Productive qualities of intra- and cross-linear selection young females sheep was obtained] // Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhiivotnovodstva i kormoproizvodstva. 2004. Vol. 1. No. 2–1. Pp. 32–35. (In Russian.)
12. Marchenko V. V. Sozdaniye novykh liniy v porode ovets "Manychskiy merinos" [The creation of new lines in the breed of sheep "Manych Merino"] // Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya. 2017. No. 6. Pp. 81–84.
13. Plokhinskiy N. A. Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov [Biometrics Guide for Animal Technicians]. Moscow: Kolos, 1969. 253 p. (In Russian.)
14. Kostylev M. N., Kosyachenko N. M., Abramova M. V., Barysheva M. S. Populyatsionno-geneticheskiye parametry romanovskoy porody ovets v aspekte kontrolya i upravleniya selektsionnymi protsessami [Population-genetic parameters of the Romanov sheep breed in the aspect of control and management of selection processes] // Agricultural and Livestock Technology. 2018. Vol. 1. No. 4. – URL: <http://azt-journal.ru/article/28027> (Application date 20.04.2022). DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.2. (In Russian.)
15. Agarkova N. A., Chernobay E. N. Produktivnyye osobennosti ovets porody dzhalginskiy merinos raznykh liniy v zavisimosti ot pesizhnosti pri rozhdenii [Productive characteristics of the Jalgin Merino Sheep Breed of different lines, depending on kempy wool at birth] // Agricultural journal. 2020. No. 5(13). Pp. 54–59. DOI: 10.25930/2687-1254/009.5.13.2020. (In Russian.)
16. Omarov A. A., Skorykh L. N., Kovalenko D. V. Osobennosti myasnykh kachestv molodnyaka sozdavayemogo tipa skorospelykh ovets v vozrastnom aspekte [Peculiarities of meat qualities in young animals of the created

type of precocity sheep at the use of biophysical methods] // *Nauka i obrazovaniye*. 2018. No. S1. Pp. 219–223. (In Russian.)

17. Omarov A. A., Skorykh L. N., Surov A. I. Produktivnyye osobennosti baranov i matok sozdavayemogo skorospelogo tipa myaso-sherstnykh ovets [Productive features of rams and ewes of the precocious type of meat-wool sheep being created] // *Effektivnoye zhivotnovodstvo*. 2016. No. 9 (130). Pp. 56–57. (In Russian.)

18. Bekkulov M. I., Ibrayev R. A., Lushchikhina E. M., Turdubayev T. Zh. Fenotipicheskaya korrelyatsiya produktivnykh priznakov Avstralo-kyrgyzskikh tonkorunnykh pomesnykh ovets [Phenotypic correlation of productive symbols of the Austral-Kyrgyz tonkorunian swimming shears] // *Vestnik Kyrgyzskogo natsional'nogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina*. 2017. No. 3 (44). Pp. 47–51. (In Russian.)

19. Traisov B. B., Esengaliyev K. G., Sultanova A. K., Vasilina A. D. Korrelyatsiya khozyaystvenno poleznykh priznakov u akzhaikskikh myaso-sherstnykh ovets [Economically valuable traits correlation of Akzhaik Meat and Wool Sheep] // *Sbornik nauchnykh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*. 2014. Vol. 3. No. 7. Pp. 118–123. (In Russian.)

20. Trukhachev V. I., Chernobay E. N., Ponomarenko O. V. Korrelyatsiya priznakov i nasleduyemost' u ovets [Correlation of traits and heritability in sheep] // *Innovatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve, veterinarii i pishchevoy promyshlennosti: Materialy 83-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Agarnaya nauka – Severo-Kavkazskomu Federal'nomu okurgu"*, Stavropol', 2018. Pp. 330–334. (In Russian.)

21. Davletova A. M., Yuldashbayev Yu. A., Traisov B. B., Smagulov D. B., Skorykh L. N. Seleksionno-geneticheskiye parametry produktivnosti molodnyaka edil'bayevskikh ovets raznykh genotipov [Selective breeding and genetic parameters of young Edilbaevsky sheep productivity of different genotypes] // *Agricultural journal*. 2021. No. 3 (14). Pp. 56–63. DOI: 10.25930/2687-1254/008.3.14.2021. (In Russian.)

22. Efimova N. I., Antonenko T. I., Shumayenko S. N. Produktivnost' i nekotoryye seleksionno-geneticheskiye parametry stada ovets porody rossiyskiy myasnoy merinos SPK kolkhoza-plemzavoda im. Lenina [Productivity and some selective and genetic parameters of a sheep flock of the Russian Meat Merino Breed from the agricultural production co-operative collective farm named after Lenin] // *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2021. No. 7. Pp. 54–62. (In Russian.)

23. Katkov K. A., Skorykh L. N., Fominova I. O. Issledovaniye kompleksnogo pokazatelya produktivnosti na osnove metoda glavnykh komponent dlya otsenki ovets severokavkazskoy myasosherstnoy porody [The investigation of a complex productivity indicators based on the main components method for evaluating sheep of North Caucasian Meat and Wool Breed] // *Glavnyy zootekhnik*. 2021. No. 10(219). Pp. 41–51. DOI 10.33920/sel-03-2110-05. (In Russian.)

24. Kostylev M. N., Barysheva M. S. Vozrastnyye parametry zhivoy massy molodnyaka ovets romanovskoy porody [Age parameters of live weight of young sheep of the Romanov breed] // *Doklady TSKhA: sbornik statey*. Moscow, 2021. Vol. 293. Pp. 479–481. (In Russian.)

#### Authors' information:

Pavel S. Ostapchuk<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of research of technological in animal husbandry and crop production, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978; +7 (365) 256-00-07, [ostapchuk\\_p@niishk.ru](mailto:ostapchuk_p@niishk.ru)

Elena N. Usmanova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of research of technological in animal husbandry and crop production, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978; +7 (365) 256-00-07, [elena\\_akademy@mail.ru](mailto:elena_akademy@mail.ru)

Tatyana A. Kuevda<sup>1</sup>, junior researcher of the laboratory for research of technological in animal husbandry and crop production, ORCID 0000-0003-0055-8605, AuthorID 998221; +7 (365) 256-00-07, [green28t@yandex.ru](mailto:green28t@yandex.ru)

<sup>1</sup>Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

## Анализ рисков и разработка механизмов их снижения при реализации ФНТП развития сельского хозяйства России

М. Ю. Карпухин<sup>1</sup>, Н. П. Мишуров<sup>2</sup>, О. А. Моторин<sup>2</sup>✉, П. А. Подъяблонский<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Росинформагротех, Правдинский, Россия

✉E-mail: ol.motorin@gmail.com

**Аннотация.** Подготовка труда связана с низким уровнем публикационной активности в отношении вопросов исследования рисков в научно-техническом развитии сельского хозяйства, с одной стороны, и растущей потребностью в формировании практических рекомендаций по управлению риском для развития ведомственных информационных систем, призванных реализовывать государственные программы по научно-техническому развитию сельского хозяйства, с другой. В настоящей статье представлены оценка и анализ элементов управления рисками в Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. **Цель.** Работа преимущественно нацелена на анализ круга субъектов управления рисками, видов рисков, обозначенных в нормативной правовой базе, регулирующей научно-техническое обеспечение развития сельского хозяйства и процедурных мер управления ими, а также включенности рисков научно-технического развития сельского хозяйства в систему рисков продовольственной безопасности. На основе анализа обновленной Доктрины продовольственной безопасности проведен анализ рисков, касающихся продовольственной безопасности страны, и уточнены новые составы рисков. Уделено внимание проблемным вопросам интерпретации риска в ФНТП, требующим научного обсуждения и внесения изменений в регулирующие документы. Впервые сформулировано определение понятия «риск научно-технического развития сельского хозяйства» применительно к контексту ФНТП. В работе выявлены и рассмотрены риски верхнего уровня научно-технического развития сельского хозяйства в связке с продовольственной безопасностью, риски достижения результатов ФНТП, риски достижения результата по основным мероприятиям подпрограмм ФНТП. **Методы.** Методическая работа основана на экспертном методе и анализе документации. **Научная новизна** состоит в разработке интегрированного подхода к анализу рисков научно-технического развития сельского хозяйства. **Результатом** работы являются выявленные взаимосвязи анализируемых рисков и рекомендации по совершенствованию методологического аппарата управления рисками в рассматриваемой сфере.

**Ключевые слова:** продовольственная безопасность, ФНТП, технологические риски, агропромышленный комплекс, цифровые сервисы, импортозамещение, жизненный цикл, научно-техническое развитие, сельское хозяйство, стратегические преимущества, управление рисками, оценка и анализ рисков.

**Для цитирования:** Карпухин М. Ю., Мишуров Н. П., Моторин О. А., Подъяблонский П. А. Анализ рисков и разработка механизмов их снижения при реализации ФНТП развития сельского хозяйства России // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 73–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-73-81.

**Дата поступления статьи:** 10.12.2021, **дата рецензирования:** 26.01.2022, **дата принятия:** 03.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

В рамках Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. (далее – Программа, ФНТП) создан новый организационно-правовой институт поддержки и реализации прорывных направлений научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства. Ключевую роль играют подпрограммы ФНТП по соответствующим направлениям и разрабатываемые в их рамках комплексные на-

учно-технические проекты. В условиях сильнейшей конкуренции между интересами различных участников агропродовольственных рынков, возрастающей неопределенности глобальной конъюнктуры, оказывающей влияние на приоритеты развития сельского хозяйства, давления иностранных технологий [5; 6] и необходимости ускоренного импортозамещения на всех уровнях технологического обеспечения жизненного цикла АПК [4] остро встает вопрос управления рисками ФНТП

и его цифрового обеспечения как инструмента, предоставляющего стратегические преимущества государству в деле научно-технологического перевооружения.

### Методология и методы исследования (Methods)

Исследование выполнено на материалах реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг., Информационного бюллетеня Минсельхоза России [5; 11], нормативных правовых актов федерального уровня по вопросам продовольственной безопасности и научно-технического развития сельского хозяйства. Исследование проводилось с использованием основных положений сравнительного анализа, системного анализа, морфологического анализа, экспертно-аналитического способа обработки информации, методов оценки и анализа управления рисками.

Цель работы – провести исследования рисков в научно-техническом развитии сельского хозяйства на примере ФНТП на 2017–2025 гг.

Задачи исследования:

- определить круг субъектов управления рисками, виды рисков, обозначенных в нормативно-правовой базе НТР сельского хозяйства;
- проанализировать включенность рисков НТР сельского хозяйства в систему рисков продовольственной безопасности;
- изучить проблемные вопросы интерпретации риска в ФНТП развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг.;
- выявить взаимосвязи анализируемых рисков и дать рекомендации по совершенствованию методологического аппарата управления ими в исследуемой сфере.

### Результаты (Results)

21 января 2020 г. Указом Президента Российской Федерации № 20 в стране введена в действие новая Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (далее – Доктрина № 20). В новой редакции были учтены рекомендации нашего авторского коллектива, опубликованные в издании ФГБНУ «Росинформагротех» в 2019 г. [8; 9]. Архитектура рисков продовольственной безопасности в Доктрине № 20 значительно расширилась и стала включать:

- 1) экономические риски;
- 2) технологические риски;
- 3) климатические и агроэкологические угрозы;
- 4) внешнеполитические риски [7].

Также авторы документа внесли три новые группировки рисков:

- 1) ветеринарные и фитосанитарные риски;
- 2) санитарно-эпидемиологические угрозы;
- 3) социальные угрозы, обусловленные снижением привлекательности сельского образа жизни [7].

На минимизацию обозначенных в Доктрине № 20 технологических рисков нацелен Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства». Этим Указом Правительству России поставлена задача разработать и утвердить Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг., предусмотрев в ней значительный пласт работ, связанных с развитием новых научных и научно-практических исследований и проектов [8]. Правительство страны постановлением от 25.08.2017 № 996 (далее – Постановление № 996) утвердило соответствующую Программу.

ФНТП представляет собой систему мероприятий и инструментов для реализации комплексного научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства и снижения технологических рисков в продовольственной сфере. Важно заострить внимание на том, что установленная приоритизация не ограничивается исключительно созданием новых агроинноваций, таких как новые сорта картофеля, кроссы бройлеров, гибриды сахарной свеклы, и в своем перечне описывает конечные результаты основных этапов жизненного цикла создания продукции АПК, в том числе создаваемые технологии. Развитие собственных технологий на всем цикле для нужд АПК является стратегическим преимуществом национальной экономики [16].

Целью ФНТП [11] провозглашается обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, полученной за счет применения семян новых отечественных сортов и племенной продукции (материала), технологий производства высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения, пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, современных средств диагностики, методов контроля качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и экспертизы генетического материала.

В состав исполнителей ФНТП входят Минсельхоз России, Минобрнауки России и Минпромторг России. Минобрнауки России в целом является ответственным исполнителем Государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» [1] и в этой связи разрабатывает комплексные планы научных исследований (КПНИ) по каждому направлению (подпрограмме), реализует проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, создает условия для проведения исследований и разработок, обеспечивает их финансирование [12].



Государственным координатором реализации ФНТП является Минсельхоз России. Для координации взаимодействия всех участников ФНТП предусмотрена и создана в составе ФГБНУ «Росинформагротех» Дирекция программы.

Комплексное экспертное сопровождение и оценку результативности выполнения программных мероприятий осуществляют мониторинговый центр Программы, находящийся в ведении РАН. Стратегические решения утверждаются президиумом (как генеральным коллегиальным органом для принятия решений в области ФНТП) и советом по реализации ФНТП, который сформирован из высших руководителей федеральных органов исполнительной власти. Также с целью разработки, согласования и оценки эффективности реализации ФНТП паспортом Программы предусмотрено привлечение представителей экспертного сообщества.

Основным документом, который позволяет нам перейти к анализу рисков Программы, выступает ранее упомянутое нами постановление № 996. Документ содержит ряд ключевых понятий, устанавливающих контуры в области управления рисками. Прежде всего, это «направления реализации Программы». Под ними понимаются соответствующие задачам Программы подотрасли сельскохозяйственного производства, сырья и продовольствия, а также прочие подотрасли, которые могут повлиять на снижение технологических, организационных и рыночных рисков, на повышение качества сельскохозяйственной продукции с помощью конкурентоспособных отечественных разработок.

Технологическое или цифровое обеспечение предусматривает понятие «информационно-аналитическая система», под которой понимается система оперативного мониторинга и оценки состояния и рисков научно-технического обеспечения реализации Программы, подпрограмм и комплексных научно-технических проектов [11]. Далее риски встречаются в разделе «V. Разработка и формирование подпрограмм», где они фигурируют уже в качестве обязательного элемента подпрограммы. В частности, указывается, что «Подпрограмма должна предусматривать: оценку состояния и рисков развития направления реализации Программы» [11].

Реализация ФНТП, внедрение научно-технических разработок осуществляются через механизм конкурсного отбора и реализации комплексных научно-технических проектов (далее – КНТП), которые реализуются по приоритетным для государства направлениям. Каждый КНТП включает в себя три мероприятия [11], создающие отдельный вид рисков (по достигнутому результату). Соответственно, интерпретация мероприятий КНТП в призма риск-подходов позволяет выявить такие риски, как:

- 1) риски мероприятий по созданию научных и (или) научно-технических результатов и продукции для агропромышленного комплекса;
- 2) риски мероприятий по передаче научных и (или) научно-технических результатов и продукции для практического использования. В эту же группу входят риски мероприятий по повышению квалификации участников научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства;
- 3) риски мероприятий по коммерциализации научных и (или) научно-технических результатов и продукции для АПК, что предполагает координацию деятельности участников создания, апробации и внедрения разработок.

Таким образом, установленные состав и структура элементов в механизме реализации ФНТП являются базисом для наблюдений за рисками ФНТП. Рефлексия рисков по указанным мероприятиям создает необходимость их отдельного анализа и разработки мер управления соответствующими рисками.

К настоящему времени в активной фазе реализуются три подпрограммы: «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации», «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы», «Создание отечественного конкурентоспособного мясного кросса кур бройлерного типа» [11]. Новые четыре подпрограммы приняты в сентябре 2021 года: «Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных», «Развитие селекции и семеноводства масличных культур в Российской Федерации», «Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород», «Развитие виноградарства, включая питомниководство» [11]. Еще 8 подпрограмм находятся в разработке. Для каждой из подпрограмм Постановление № 996 формализует общие и специфические риски.

Проработка подходов к анализу и развитию системы управления рисками в ходе реализации ФНТП с научной точки зрения исходит из того, что перед принятием нормативной базы, регулирующей вопросы управления рисками в исследуемой сфере АПК, прежде всего необходимо разработать их концептуальные основы и на этой базе сформировать саму стратегию управления рисками как на уровне всей Программы, так и на уровне подпрограмм и более частных проектов. Понятие стратегии в данном контексте условно, скорее выполняет функцию паттерна и может быть заменено более соответствующим для делового оборота государственных органов и организаций. С учетом иерархичности государственного управления необходимо сопоставлять разрабатываемую стратегию управления рисками ФНТП со стратегическим прогнозом развития сельского хозяйства России, с оценкой горизонта возможностей отечественного

АПК, требованиями и перспективами цифрового сельского хозяйства [6], с синхронизацией национальных планов, программ, проектов и отдельных стратегий в сфере научно-технического и инновационного развития [14], с альтернативными сценариями будущих изменений рынков сельскохозяйственного сырья, продукции и продовольствия в ближайшие 10–15 лет [6, с. 191–192], созданием государственной информационной системы управления данными в сельском хозяйстве, учитывающей интеграцию данных о сельскохозяйственных землях и агропродовольственных рынках [7; 8; 9; 13]. В этом аспекте верхнеуровневым документом, как было обозначено выше, выступает Федеральная доктрина продовольственной безопасности.

В силу цели исследования важно уделить внимание разделу Программы, посвященному информационной системе, которая выступает если не инструментальным средством управления, то во всяком случае инструментом оценки эффективности реализации мероприятий ФНТП: «VI. Информационно-аналитическая система оперативного мониторинга и оценки состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства». В текущей редакции Постановление прописывает следующий функционал Системы, сводящийся к решению трех задач:

1. Во-первых, система должна позволять собирать данные (по документу – информацию) о ходе реализации Программы и ее отдельных подпрограмм, в том числе о результатах научной деятельности участников Программы.

2. Во-вторых, система должна иметь возможности для автоматизированного мониторинга указанной информации, создающего условия по выявлению значимых научно-технологических трендов, по формированию обоснованной альтернативной оценки получаемых результатов и выбора направлений исследований.

3. В третьих, система создает информационную инфраструктуру функционирования экспертного сообщества в сфере оценки состояния и рисков научно-технического развития сельского хозяйства [11].

Методологическим осложнением является тот факт, что Постановлением вводятся в оборот два близких понятия. С одной стороны, это так называемые «риски научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства» – понятие применяется для наименования Системы. С другой стороны, «риски научно-технического развития сельского хозяйства» – понятие применяется для определения предметной области для функции Системы – «создания информационной инфраструктуры функционирования экспертного сообщества» [11]. Очевидно, указанное сочетание потребует в дальнейшем своего научного и нормотворческого решения [8].

Федеральное правительство может установить требования к информационной системе, включая требования о включении в информационный ресурс системы дополнительных сведений и порядок взаимодействия с иными информационными системами [11]. Это придает гибкость для настройки механизмов управления рисками ФНТП посредством создания специализированных решений.

Аксиомой управления рисками является необходимость повышения определенности, достоверности и верификации данных при оценке рисков [10]. Постановление устанавливает необходимость публикации данных Системы, в том числе открытых, на официальном сайте Минсельхоза России. Сфокусированная экспертиза на основе цифровых сервисов позволяет выявлять значимые риски и чувствительность к ним у субъектов, деятельность которых затрагивается в ходе реализации ФНТП.

Кроме рисков как целевых объектов наблюдения по каждой из подпрограмм в информационной системе, Постановление вводит понятие рисков самой ФНТП в разделе «XI. Возможные риски реализации Программы» [11]. В частности, вводится такое понятие, как «меры снижения рисков достижения конечных результатов». В частности, постулируется, что «при реализации Программы осуществляются системные меры, направленные на снижение рисков и повышение уровня гарантированности достижения предусмотренных в Программе конечных результатов». Также Постановление устанавливает классификацию рисков достижения результата ФНТП. К возможным рискам относятся:

1) макроэкономические риски (включают рост цен на энергоресурсы и другие агроинпуты, что ограничивает возможность значительной части участников Программы осуществлять КНТП, переход к новым технологиям);

2) природные риски (по сути, размещение части сельскохозяйственного производства в зонах рискованного земледелия);

3) сокращение финансирования Программы;

4) корректировка приоритетов и перспективных направлений научно-технического развития агропромышленного комплекса;

5) недостаточное финансирование комплексных научно-технических проектов из внебюджетных источников;

6) отсутствие финансового обеспечения за счет федерального бюджета создания и осуществления деятельности дирекции Программы, а также работ по формированию и ведению информационной системы [11].

Постановление № 996 прямо устанавливает механизм управления рисками реализации ФНТП, опосредуя его через конкретные виды деятельности органов управления ФНТП, поименован-

ных выше. Так, утверждается, что «управление рисками при реализации Программы будет осуществляться на основе проведения мониторинга угроз реализации комплексных научно-технических проектов; выработки прогнозов, решений и рекомендаций в сфере управления КНТП; корректировки образовательных программ; подготовки и представления в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 в Правительство Российской Федерации ежегодного доклада о ходе и результатах реализации Программы, который может содержать предложения о корректировке Программы» [11]. Можем заключить, что классификация рисков достижения результата ФНТП дополняется понятием рисков при реализации ФНТП, определенных посредством информационно-аналитических и управленческих процедур. Это позволяет заключить, что процессное содержание управления рисками в неявном формате наличествует в тексте анализируемого документа и может быть использовано в последующем методологическом описании системы управления рисками научно-технического развития сельского хозяйства.

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

Наукой отмечается, что существует ряд проблем и рисков, препятствующих дальнейшему интенсивному развитию направлений, предписанных ФНТП, например, зерновой отрасли, среди которых устаревшая материально-техническая и технологическая база селекции и семеноводства [3]. Факторная классификация рисков в ФНТП также ожидает своего научного обсуждения и выработки рекомендаций. Особенно этот аспект важен для рисков микроуровня – в звене заказчиков КНТП – агрохолдингов и иных сельхозтоваропроизводителей, поскольку именно на их уровне производится сам продукт ФНТП – новая технология либо новый результат применения технологий. С точки зрения развития крупных цифровых экосистем, сопровождающих агробизнес и в этой связи чутко реагирующих на его запросы, целесообразно развивать подходы к управлению рисками на микроуровне по критериям максимальной полезности для заказчиков КНТП таких как: снижение затрат, рост урожайности, операционная эффективность. С точки зрения макро- и мезоуровней важно, чтобы факторная классификация рисков ФНТП могла синхронизироваться с государственными задачами по обеспечению прослеживаемости на всех этапах жизненного цикла продукции и иных результатов, производимых в рамках ФНТП [13]. Кроме того, риск-профиль ФНТП должен учитывать потребности регионов в переходе к инновационно ориентированному научно-технологическому развитию [15]. В некотором смысле мы можем утверждать, что сам риск-ориентированный под-

ход является инновацией для развития отдельных отраслей промышленности и сельского хозяйства, а также регионов.

Следует отметить, что в настоящий момент система использует план-фактный подход (сопоставление планового значения показателя с достигнутым фактическим его значением) для мониторинга и оценки состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства. При этом сам подход реализуется только на микроуровне – заказчиков комплексных научно-технических проектов по реализуемым в рамках ФНТП подпрограммам – и не экстраполируется в автоматизированном порядке на верхние уровни Программы. Препятствием для разработки модулей управления рисками на мезо- и макроуровнях с точки зрения цифрового обеспечения в информационной системе является недостаток методов оценки и анализа рисков, адаптированных непосредственно к специфике подпрограмм и ФНТП в целом, и его способности учитывать, по сути, инновационный характер организационно-экономических связей, которые образуются при реализации ФНТП. Кроме того, свою лепту вносит и специфика отражения понятийного аппарата управления рисками ФНТП, отмеченная выше в настоящем документе. Оптимальным решением указанных коллизий является подготовка нескольких комплексов методических рекомендаций по разработке основных этапов жизненного цикла управления рисками ФНТП по аналогии с ранее разработанными Минсельхозом России документами и подходами [10; 17].

Недостаточный уровень проработки рисков ФНТП, подпрограмм и КНТП подтверждается и наблюдениями, проводимыми в рамках сформированной ФГБНУ «Росинформагротех» фактографической базы данных публикаций по направлениям ФНТП (БД ФНТП). Так, объем информационных ресурсов в БД ФНТП на 10.03.2021 составлял более 2700 научных документов [12] – статей в научных журналах и других изданиях. В то же время публикаций на тему рисков ФНТП, подпрограмм Программы или же КНТП практически нет [2].

Весь перечень выявленных при анализе риск-профиля научно-технического развития сельского хозяйства особенностей (в контексте ФНТП) важен, но недостаточен при сохранении ключевого недостатка – отсутствия определения самого термина «риск научно-технического развития сельского хозяйства» (далее – риск НТОР СХ).

С учетом действующего методологического аппарата, изложенного в специальной литературе о сущности понятия «риск» касательно сельского хозяйства [10], предлагается совершенствовать его и сформулировать понятие риска НТОР СХ с учетом необходимости отразить содержательные признаки понятия «научно-техническое развитие» в

контексте ФНТП. В нашем случае это означает, что мы используем целевую направленность ФНТП и ее механизмы реализации как составные элементы понятия «научно-техническое развитие».

Таким образом, комбинирование указанных условий позволяет сформулировать следующую дефиницию. Риск НТОР СХ (в контексте ФНТП) означает возможность упущения прямых материальных потерь субъектов ФНТП или неполучение иных желаемых результатов (самообеспеченности Российской Федерации по ключевым товарным группам продовольствия и состоянию продовольственной безопасности, а также конкурентоспособности сельского хозяйства) вследствие неиспользования или недостаточного использования достижимого уровня научно-технологического обеспечения сельского хозяйства либо изменения внешних и внутренних условий осуществления ФНТП и ее структурных элементов. Безусловно, созданное нами определение является операциональным и впоследствии (по результатам научного обсуждения) подлежит совершенствованию. Тем не менее начальное формирование указанной дефиниции позволяет перейти к разработке научно обоснованных риск-ориентированных подходов к вопросам управления рисками НТОР СХ.

Подводя итоги вышесказанному, можем заключить, что текущее состояние управления рисками в цифровом обеспечении научно-технического раз-

вития сельского хозяйства характеризуется прямой связью с рисками продовольственной безопасности, наличием специализированной федеральной государственной информационной системы «Информационно-аналитическая система оперативного мониторинга и оценки состояния и рисков научно-технического обеспечения развития сельского хозяйства», а также установленными подходами к рискам научно-технического развития сельского хозяйства, зафиксированным в постановлении № 996.

На сегодняшний момент сформированы базовые подходы к оценке состояния управления рисками в цифровом обеспечении научно-технического развития сельского хозяйства. В то же время наблюдаются отмеченные методологические нестыковки в регулирующих документах и отсутствие единой архитектуры рисков, адаптированных к проблематике научно-технического развития сельского хозяйства, отсутствие синхронизированных между собой методов оценки и анализа рисков, отсутствие нормативного либо методического определения понятия риска НТОР СХ.

В рамках плана исследований ФГБНУ «Росинформагротех» мы планируем провести соответствующие научно-аналитические изыскания и на системной основе переходить к разработке рекомендаций по развитию модулей управления рисками в информационной системе ФНТП.

#### Библиографический список

1. Аналитическое сопровождение реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 264 с.
2. База данных «Информационные ресурсы по реализации направлений Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы». Информационный отчет [Электронный ресурс]. Правдинский: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. URL: [https://rosinformagrotech.ru/images/pdf/otchet\\_BD\\_FNTP\\_2020.pdf](https://rosinformagrotech.ru/images/pdf/otchet_BD_FNTP_2020.pdf) (дата обращения: 03.12.2021).
3. Горбачев М. И. Развитие умного сельского хозяйства России и за рубежом // Управление рисками в АПК. 2020. № 2 (36). С. 63–73. DOI: 10.53988/24136573-2020-02-08.
4. Подьяблонский П. А. Принципы управления научно-техническим развитием сельского хозяйства в призме риск-ориентированных подходов // Управление рисками в АПК. 2021. № 41. С. 8–16. – DOI 10.53988/24136573-2021-03-01.
5. Красильников А. Картофель на высоте // Информационный бюллетень Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. 2021. № 9. С. 32.
6. Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 236 с.
7. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf> (дата обращения: 03.12.2021).
8. Чавыкин Ю. И. Научно-практические аспекты создания информационного навигатора по направлениям реализации ФНТП // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы XII Международной научно-практической интернет-конференции. Правдинский, 2020. С. 84–89.
9. Продовольственная безопасность, самообеспеченность России по критериям товаров из продовольственной потребительской корзины на ближайшие годы. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 256 с.
10. Рагулина Ю. В. Управление рисками в сельском хозяйстве в условиях цифровой трансформации. Москва: Издательство «КноРус», 2019. 226 с.



11. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства Российской Федерации на 2017–2025 годы [Электронный ресурс]. URL: [https://fntf-mcx.ru/content/files/documents/Postanovlenie\\_Pravitelstva\\_RF\\_No\\_996.rtf](https://fntf-mcx.ru/content/files/documents/Postanovlenie_Pravitelstva_RF_No_996.rtf) (дата обращения: 03.12.2021).

12. Чавыкин Ю. И. Формирование и использование интерактивных информационных сервисов на основе отечественных и зарубежных ресурсов // Решение проблем инновационного развития сельскохозяйственной техники: материалы международной заочной научно-практической конференции. Балашиха, 2021. С. 143–148.

13. Ganieva I. Digital traceability platforms in the field of creation and promotion of agricultural products as a factor in the competitiveness of agribusinesses [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Moscow, 2019. Article number 012109. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/274/1/012109> (date of reference: 01.12.2021). DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012109

14. Uskov V. S. Scientific and Technological Development of the Russian Economy in the Transition to a New Technological Order // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2020. Vol. 13. No. 1. Pp. 70–86. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.4.

15. Veselovsky M. Ya. Condition and Prospects of Innovation-Driven, Scientific and Technological Development of the Regional Industry in Russia // Amazonia Investiga. 2019. Vol. 8. No. 20. Pp. 251–262.

16. Report of the Food and Agriculture Organizations of the United Nations “State of knowledge on soil biodiversity” [e-resource]. URL: <https://www.fao.org/3/cb1928en/cb1928en.pdf> (date of reference: 01.12.2021).

17. Korres N. E., Norsworthy J. K., Tehranchian P., Gitsopoulos T. K., Loka D. A., Oosterhuis D. M., Gealy D. R., Moss S. R., Burgos N. R., Miller M. R., Palhano M. Cultivars to face climate change effects on crops and weeds: a review [e-resource] // Agronomy for Sustainable Development. 2016. No. 36 (1). URL: <https://www.researchgate.net/publication/289245529> (date of reference: 01.11.2021).

#### Об авторах:

Михаил Юрьевич Карпукхин<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; +7 912 253-04-13, [mkarpukhin@yandex.ru](mailto:mkarpukhin@yandex.ru)

Николай Петрович Мишуров<sup>2</sup>, кандидат технических наук, врио директора, ORCID 0000-0002-1058-6952, AuthorID 386429, +7 (495) 594-99-03, [mishurov@rosinformagrotech.ru](mailto:mishurov@rosinformagrotech.ru)

Олег Алексеевич Моторин<sup>2</sup>, кандидат политических наук, ведущий научный сотрудник отдела информационно-аналитического обеспечения экономического развития АПК, ORCID 0000-0003-0123-2068, AuthorID 530551; +7 917 569-95-02, [ol.motorin@gmail.com](mailto:ol.motorin@gmail.com)

Павел Александрович Подъяблонский<sup>2</sup>, кандидат юридических наук, независимый эксперт, ORCID 0000-0002-8287-2165, AuthorID 740049; +7 (495) 594-99-03, [fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru)

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

<sup>2</sup> Росинформагротех, Москва, Россия

## Analysis of risks and improvement of mechanisms for their reduction in the implementation of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture in Russia

M. Yu. Karpukhin<sup>1</sup>, N. P. Mishurov<sup>2</sup>, O. A. Motorin<sup>2</sup>✉, P. A. Podyablonskiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Rosinformagrotech, Pravdinskiy, Russia

✉ E-mail: [ol.motorin@gmail.com](mailto:ol.motorin@gmail.com)

**Abstract.** The preparation of the work is related to the low level of publication activity regarding the issues of research on the risks of scientific and technological development of agriculture, on the one hand, and the growing need for the formation of practical recommendations on risk management for the development of departmental information systems designed to implement state programs for the scientific and technological development of agriculture. This document presents the assessment and analysis of risk management elements in the Federal Scientific and Technical Program for Agricultural Development for 2017–2025 (FSTP). **The purpose** of the article is to analyze the range of risk management entities, the types of risks identified in the regulatory legal framework

governing the scientific and technological support of agricultural development and procedural measures for their management, as well as the inclusion of risks of scientific and technological development of agriculture in the system of risks to food security. An analysis of food security risks was carried out in regulatory documents, new risk formulations in the updated Food Security Doctrine were clarified. Attention is paid to problematic issues of risk interpretation in the FSTP, which require scientific discussion and amendments to regulatory documents. For the first time, the definition of the risk of scientific and technological development of agriculture in the context of the FSTP was formulated. The work identified and considered the risks of the upper level of scientific and technical development of agriculture in connection with food security, the risks of achieving the results of the FSTP, the risks of achieving the result of the main activities of the FSTP subprogrammes. **Methods.** Methodically, the work is based on an expert method and analysis of documentation. **The scientific novelty** consists in developing an integrated approach to the analysis of risks of scientific and technological development of agriculture. **The result** of the work is the identified relationships of the analyzed risks and recommendations for improving the methodological apparatus of risk management in the area under consideration.

**Keywords:** food security, FSTP, technological risks, agro-industrial complex, digital services, import substitution, life cycle, scientific and technological development, agriculture, strategic advantages, risk management, risk assessment and analysis.

**For citation:** Karpukhin M. Yu., Mishurov N. P., Motorin O. A., Podyablonskiy P. A. Analiz riskov i razrabotka mekhanizmov ikh snizheniya pri realizatsii FNTF razvitiya sel'skogo khozyaystva Rossii [Analysis of risks and improvement of mechanisms for their reduction in the implementation of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture in Russia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 73–81. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-73-81. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 10.12.2021, **date of review:** 26.01.2022, **date of acceptance:** 03.03.2022.

### References

1. Analiticheskoye soprovozhdeniye realizatsii Federal'noy nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2017–2025 gody [Analytical support for the implementation of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025]. Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2021. 264 p. (In Russian.)
2. Baza dannykh “Informatsionnyye resursy po realizatsii napravleniy Federal'noy nauchno-tekhnicheskoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2017–2025 gody”» [Database “Information resources for the implementation of the directions of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2025”]. Pravdinskiy Moskovskoy oblasti: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2019 [e-resource]. URL: [https://rosinformagrotekh.ru/images/pdf/otchet\\_BD\\_FNTP\\_2020.pdf](https://rosinformagrotekh.ru/images/pdf/otchet_BD_FNTP_2020.pdf) (date of reference: 03.12.2021). (In Russian.)
3. Gorbachev M. I. Razvitiye umnogo sel'skogo khozyaystva Rossii i za rubezhom [Development of smart agriculture in Russia and abroad] // Agricultural Risk Management. 2020. No. 2 (36). Pp. 63–73. DOI: 10.53988/24136573-2020-02-08. (In Russian.)
4. Podyablonskiy P. A. Printsipy upravleniya nauchno-tekhnicheskimi razvitiyem sel'skogo khozyaystva v prizme risk-orientirovannykh podkhodov [Managing the principles of scientific and technical development of agriculture: the prism of risk-based approaches] // Agricultural Risk Management. 2021. No. 3 (41). Pp. 8–16. DOI: 10.53988/24136573-2021-03-01. (In Russian.)
5. Krasilnikov A. Kartofel' na vysote [Potato at a height] // Informatsionnyy byulleten' Ministerstva sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii. 2021. No. 9. P. 32. (In Russian.)
6. Konkurentosposobnyye tekhnologii semenovodstva, proizvodstva i khraneniya kartofelya [Competitive technologies for seed production, production and storage of potatoes]. Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2018. 236 p. (In Russian.)
7. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii [e-resource]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf> (date of access: 03.12.2021). (In Russian.)
8. Chavykin Yu. I. Nauchno-prakticheskiye aspekty sozdaniya informatsionnogo navigatora po napravleniyam realizatsii FNTF [Scientific and practical aspects of creating an information navigator in the areas of FSTP implementation] // Nauchno-informatsionnoye obespecheniye innovatsionnogo razvitiya APK: materialy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii. Pravdinskiy: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2020. Pp. 84–89. (In Russian.)
9. Prodovol'stvennaya bezopasnost', samoobespechennost' Rossii po kriteriyam tovarov iz prodovol'stvennoy potrebitel'skoy korziny na blizhayshie gody [Food security, self-sufficiency of Russia according to the criteria

of goods from the food consumer basket for the coming years]. Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2019. 256 p. (In Russian.)

10. Ragulina Yu. V. Upravleniye riskami v sel'skom khozyaystve v usloviyakh tsifrovoy transformatsii [Risk management in agriculture in the context of digital transformation]. Moscow: Izdatel'stvo "KnoRus", 2019. 226 p. (In Russian.)

11. Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii na 2017–2025 gody [The Federal Scientific and Technical Program for Agricultural Development for 2017–2025] [e-resource] URL: <https://www.fntp-mcx.ru>. (In Russian.)

12. Chavykin Yu. I. Formirovaniye i ispol'zovaniye interaktivnykh informatsionnykh servisov na osnove otechestvennykh i zarubezhnykh resursov [Formation and use of interactive information services based on domestic and foreign resources] // Resheniye problem innovatsionnogo razvitiya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki: materialy mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Balashikha: Rossiyskiy gosudarstvennyy agrarnyy zaochnyy universitet, 2021. Pp. 143–148. (In Russian.)

13. Ganieva I. Digital traceability platforms in the field of creation and promotion of agricultural products as a factor in the competitiveness of agribusinesses // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Moscow, 2019. Article number 012109. Article number 012109 [e-resource]. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/274/1/012109>. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012109 (date of reference: 01.12.2021).

14. Uskov V. S. Scientific and Technological Development of the Russian Economy in the Transition to a New Technological Order // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2020. Vol. 13. No. 1. Pp. 70–86. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.4.

15. Veselovsky M. Ya. Condition and Prospects of Innovation-Driven, Scientific and Technological Development of the Regional Industry in Russia // Amazonia Investiga. 2019. Vol. 8. No. 20. Pp. 251–262.

16. Report of the Food and Agriculture Organizations of the United Nations "State of knowledge on soil biodiversity" [e-resource]. URL: <https://www.fao.org/3/cb1928en/cb1928en.pdf> (date of reference: 01.12.2021).

17. Korres N. E., Norsworthy J. K., Tehranchian P., Gitsopoulos T. K., Loka D. A., Oosterhuis D. M., Gealy D. R., Moss S. R., Burgos N. R., Miller M. R., Palhano M. Cultivars to face climate change effects on crops and weeds: a review [e-resource] // Agronomy for Sustainable Development. 2016. No. 36 (1) [e-resource]. URL: <https://www.researchgate.net/publication/289245529> (date of reference: 01.11.2021).

#### Authors' information:

Mikhail Yu. Karpukhin<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196, +7 912 253-04-13, [mkarpukhin@yandex.ru](mailto:mkarpukhin@yandex.ru)

Nikolay P. Mishurov<sup>2</sup>, candidate of technical sciences, acting director, ORCID 0000-0002-1058-6952, AuthorID 386429, +7 (495) 594-99-03, [mishurov@rosinformagrotech.ru](mailto:mishurov@rosinformagrotech.ru)

Oleg A. Motorin<sup>2</sup>, candidate of political sciences, leading researcher of the department of information and analytical support for economic development of the agro-industrial complex, ORCID 0000-0003-0123-2068, AuthorID 530551, +7 (917) 569-9502, [ol.motorin@gmail.com](mailto:ol.motorin@gmail.com)

Pavel A. Podyablonskiy<sup>2</sup>, candidate of legal sciences, independent expert, ORCID 0000-0002-8287-2165, AuthorID 740049, +7 (495) 594-99-03, [fgnu@rosinformagrotech.ru](mailto:fgnu@rosinformagrotech.ru)

<sup>1</sup> Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Rosinformagrotech, Pravdinskiy, Russia

## Цифровые инновационные технологии в сельском хозяйстве

М. С. Оборин<sup>1, 2, 3</sup>✉

<sup>1</sup> Пермский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова, Пермь, Россия

<sup>2</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

<sup>3</sup> Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика

Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

✉ E-mail: recreachin@rambler.ru

**Аннотация.** Понятие «цифровая экономика» используется практически в любой сфере мировой экономики. Информационно-коммуникационные технологии активно распространяются в производственных, финансовых, маркетинговых процессах, способствуя формированию и развитию адаптированных технологий управления производственным циклом и оптимизации бизнес-процессов. Развитие агропромышленного производства существенно ограничено влиянием климатических, географических и природных условий, в связи с чем возникают значительные риски и уязвимости. В отличие от других областей промышленного производства, где существует возможность своевременно предусмотреть возможные варианты развития и внести изменения в стратегию, в аграрном секторе такие возможности есть не всегда. **Целью исследования** является анализ преимуществ цифровой трансформации сельского хозяйства и разработка методического подхода к оценке цифровой зрелости предприятий агробизнеса. Основными **методами** исследования являются общелогические методы исследования (сравнение, обобщение), анализ статистических данных о применяемых инновациях и затратах на цифровизацию сельского хозяйства России. **Задачи исследования:** 1) анализ ожидаемых результатов цифровой трансформации агропромышленного комплекса; 2) исследование основных этапов проекта «Цифровое сельское хозяйство»; 3) разработка методического подхода к оценке цифровой зрелости предприятий агробизнеса. **Результаты.** Цифровая трансформация агропромышленного комплекса приведет к внедрению умного сельского хозяйства – высокотехнологичному комплексу решений, позволяющему реализовать максимальную автоматизацию отрасли для повышения уровня конкурентоспособности и производительности, а также привлечению инвестиций на предприятия агробизнеса. **Научная новизна** исследования заключается в разработке научно-методического подхода к оценке цифровой зрелости сельскохозяйственных предприятий региона.

**Ключевые слова:** инновации, цифровизация, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, цифровая экономика, экономический рост, цифровые технологии.

**Для цитирования:** Оборин М. С. Цифровые инновационные технологии в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 82–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-82-92.

**Дата поступления статьи:** 15.03.2022, **дата рецензирования:** 01.04.2022, **дата принятия:** 18.04.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

В недавнем прошлом инвестирование в агропромышленный комплекс было существенно ограничено природно-климатическими и структурными факторами риска, которые негативно влияли на ожидания заинтересованных субъектов экономической деятельности. Предсказуемыми последствиями были низкая урожайность, стагнация производства и темпов внедрения цифровых технологий.

Активное развитие инновационных процессов и решений в сфере управления и регулирования производственного цикла в настоящее время оказывает положительное влияние на состояние агропромышленного комплекса и его ключевую сферу – сельское хозяйство. Важным направлением оценки цифровизации в сфере агробизнеса является степень цифровой зрелости, которая позволяет определить качество развития и внедрения цифровых процессов в ключевых функциональных областях.



Крупные технологические компании стали проявлять интерес к проектному сотрудничеству с агробизнесом. Отметим ряд факторов, которые оказывают влияние на успешность такого сотрудничества в ближайшем будущем.

*Государственная поддержка сельскохозяйственных производителей.* Сложные периоды негативных макроэкономических тенденций и санкционного давления привели к тому, что сфера сельского хозяйства страны при стабильной поддержке государства, льготном субсидировании показывает стабильный рост производства и экспортно-импортных оборотов. Рентабельность с учетом мер финансового бюджетного регулирования является привлекательной для инвестиций, составляя в отдельных регионах до 45 % (без государственного финансирования – 8–12 %). Ближайшая и среднесрочная перспектива для инвесторов позволяет наращивать проектно-целевое сотрудничество, в том числе в сфере технологий.

*Развитие крупного агробизнеса в регионах страны.* Агрохолдинги и альянсы, входящие в топ-10 рейтинга, увеличили обороты с 2018 по 2021 гг. практически в три раза, прибыль – на 120–160 %. При этом следует отметить, что сети охватывают сравнительно небольшое количество субъектов РФ, что позволяет предположить дальнейшее расширение рыночного присутствия. Данные предприятия являются лидерами внедрения инноваций, зеленых технологий и реализации пилотных проектов, способствующих оптимизации производства и наращивания конкурентных преимуществ.

*Изменение транспортно-логистических маршрутов и каналов продаж агробизнеса.* Текущая ситуация позволяет воспользоваться новыми возможностями агробизнеса, открывшимися вследствие изменения торговых отношений на макроуровне, форм и механизмов партнерства. Изменение экспорта и его направление в другие страны и регионы позволяют сформировать удобные для производителей логистические цепи и исключить наименее эффективные формы кооперации, которые не оправдали себя с экономической и рыночной точек зрения.

Технологические компании в кооперации с партнерами научились контролировать полный цикл растениеводческой и животноводческой отрасли с помощью интеллектуальных устройств, способных передавать и обрабатывать текущие параметры каждого объекта и окружающей его среды, включающей технические мощности и датчики по измерению состояний почвы, растений и микроклимата [5].

Специальные программы занимаются сбором и анализом информации, полученной с датчиков, беспилотных летательных аппаратов и другой

инновационной техники. Через мобильные приложения определяется благоприятное время для посева или жатвы, оптимальное время внесения удобрения почвы, прогнозируется объем урожая и так далее.

### Методология и методы исследования (Methods)

В качестве методов исследования применялись общелогические методы исследования, анализ статистики в сфере инноваций, моделирование экономических процессов.

### Результаты (Results)

В результате формирования единой сети появилась возможность автоматизации практических всех процессов сельскохозяйственного производства.

Практически 70 % субъектов фермерского производства США, Канады и Европы функционируют на современных инновационных сельскохозяйственных технологиях. Показатели внедрения инноваций и цифровых производственных решений в России намного ниже, однако многие специалисты считают, что активное внедрение цифровых современных технологий в отрасль сельского хозяйства способствует эффективному развитию и росту уровня производительности, несмотря на кадровые и ресурсные риски.

Глобальный рост населения Земли в ближайшие десятилетия приведет к потребности сельскохозяйственной продукции почти вдвое большей, чем в настоящее время. Удовлетворение населения в продукции в необходимом количестве требует широкомасштабной модернизации аграрного сектора. Проблема заключается в том, что во многих странах весьма ограничены земельные ресурсы, пригодные для сельскохозяйственной деятельности [4].

Кроме того, в соответствии с прогнозами Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, количество земель, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур, на душу населения в мире уменьшится с 0,6 га в 2000-м до 0,2 га к 2050-му, тогда как потребности в продовольствии увеличатся на 70 %.

На сегодняшний день возможности развития, которые сводятся к наращиванию производственных мощностей на прежней технической базе в сельскохозяйственной отрасли, не приносят ожидаемых результатов, что вызывает необходимость внедрения в сектор современных цифровых технологий с целью повышения производительности и качества продукции.

По прогнозам Аналитического агентства по исследованию рынка, объединяющего профессионалов в области анализа мировых рынков, объем мирового рынка технологий для агропромышленного комплекса будет увеличиваться до 12,1 % в год и к 2027 г. достигнет 41,17 млрд долларов США.

В 2019 г. объем мирового рынка информационных технологий в агропромышленном комплексе достиг 17,44 млрд долларов, и 39 % продаж пришлось на Северную Америку. На втором месте по продажам стоит Азиатско-Тихоокеанский регион, доля которого в 2019 г. составила 29,7 %, третье место по этим позициям занимают европейские страны [11].

Активному развитию Азиатско-Тихоокеанского региона в сфере реализации современных технологий способствовали такие факторы, как рост численности населения Китая, Индии, Индонезии, Японии, Филиппин и Вьетнама, а также рост спроса на высокодоходные проекты, имеющие стратегически важное значение для агропромышленного комплекса.

Кризис, вызванный пандемией коронавируса, оказал сильное негативное влияние на развитие сельского хозяйства Северной Америки, сократив рабочие человеческие ресурсы и эффективность процессов логистики. Кризис вызвал остановку деятельности сельскохозяйственных производств в США, Канаде и Мексике, что, в свою очередь, оказало негативное влияние на экспорт сельскохозяйственной продукции, техники и современного цифрового оборудования. Пандемия негативно отразилась на геомаркетинге и торговле, усугубив экономико-хозяйственные процессы Северной Америки, на территории которой функционирует множество производственных и технологических компаний [18].

Учитывая высокий спрос на модели цифровой экономики практически во всех сферах производства, можно предположить, что в скором времени человеческие ресурсы в данной сфере будут заменены автоматизированными технологиями. Данный факт также подтверждается высоким спросом на специалистов, обладающих современными цифровыми и инновационными компетенциями, экспертов в области технологий обработки больших данных, науке о данных, математики, аналитики и робототехники [10].

Одним из основополагающих факторов развития сельского хозяйства России в рамках инновационного развития являются ускоренные темпы цифровизации, внедрение и развитие которой требует разработки новых отраслевых и государственных мер [8].

Стратегия развития агропромышленного комплекса должна включать меры по максимально высоким темпам оцифровки и ключевых сельскохозяйственных процессов.

В соответствии со статистическими данными в сельскохозяйственном секторе РФ наблюдается рост производства продукции, уровня плодородия и рентабельности. Рост эффективности и последующего развития отрасли сельского хозяйства требует

активного внедрения современных цифровых, инновационных и информационных технологий, развития процессов цифровой экономики. Минсельхоз России поддерживает полномасштабную цифровизацию всех направлений АПК.

Активная цифровизация агропромышленного производства способствует росту рентабельности благодаря точечной оптимизации расходов и рационального распределения финансовых и материальных ресурсов.

Реализация цифровой экономики совместно с использованием комплексного подхода способствует снижению затрат практически на 23 %. Решение вопросов цифровой экономики на государственном уровне должно осуществляться с учетом долгосрочных прогнозов развития мировых рынков и показателей внутреннего потребления страны, что, в свою очередь, требует точных, полноценных и объективных данных о современном состоянии сельского хозяйства [6].

В соответствии с данными Министерства сельского хозяйства, наша страна занимает 15 место в мире по уровню цифровизации сельского хозяйства, а комплекс областей деятельности, которые относятся к технологиям создания, хранения и обработки информационных данных с применением компьютерной техники и технологий, оценивается в 360 млрд рублей. Несмотря на увеличение показателей отечественного сельскохозяйственного производства за счет импортозамещения, эффективность отечественного сельского хозяйства значительно ниже, чем у крупнейших экономик мира. В России только 10 % пахотных земель обрабатывается с использованием цифровых технологий [3].

Поэтому без цифровизации национального аграрного сектора и резкого повышения эффективности обеспечить такой необходимый рост не представляется возможным. Цифровая трансформация экономики – это формирование совершенно новой рыночной среды в рамках технических и методологических преобразований ключевых управленческих функций во всех сферах производства.

В 2019 г. по многим цифровым аспектам развития показан значительный рост, при этом наша страна заняла 43-е место в ежегодном Докладе о глобальной конкурентоспособности, подготовленном Всемирным экономическим форумом при содействии Евразийского института конкурентоспособности.

Многие индикаторы развития цифровой сфере России значительно ниже, чем у развитых стран мира с высоким уровнем конкурентоспособности. Уровень конкурентоспособности Российской Федерации на глобальном цифровом рынке сдерживается рядом следующих факторов:

– низкий уровень внедрения инноваций в производство;

- низкий уровень развития предпринимательской деятельности;
- отсутствие государственной и частной поддержки инновационной деятельности;
- ограниченный финансовый рынок.

В связи с медленным распространением новых промышленных технологий в России роста потерь рабочих мест, вызванным технологическими изменениями, в ближайшем будущем не предвидится.

Многие аналитики полагают, что отрасль сельского хозяйства является одним из самых перспективных направлений для венчурных инвестиций. Отсутствие стартапов по инновациям в сельском хозяйстве, значительный рост потребности на технологии в отрасли и инвестиции в комплекс высокотехнологичных методик, целью которых является повышение урожайности, могут принести инвесторам высокую прибыль. Сельскохозяйственный сектор, мало связанный с информационными технологиями, трансформируется и оптимизируется, насыщается информационными потоками и активно ускоряется в развитии за счет непрерывных изменений.

Благодаря внедрению современных цифровых технологий в сельскохозяйственный сектор полностью изменится его структура и процесс производства, повысится эффективность производительности и темпы уровня развития в целом. Многие проблемы сельского хозяйства станут возможно решить через применение технологий точного земледелия – инновационного метода с использованием новейших технологий для улучшения качества урожая [17]. Минсельхоз России проводит апробацию проекта «Эффективный гектар», являющегося пилотным проектом в отдельных регионах страны, и прорабатывает с научно-экспертным сообществом и представителями агробизнеса принципы и детали нового подхода к управлению агропромышленным комплексом.

Благодаря концепции «Эффективный гектар» появляется возможность объективного оценивания ситуации в регионах, определения точек роста и повышения конкурентоспособности АПК страны. Данная концепция является основой для формирования Модели управления сельским хозяйством до 2025 года [9].

Концепция «Эффективный гектар» позволит контролировать и оценивать каждую отдельную отрасль сельского хозяйства, эффективность использования пахотных земель с точки зрения производственных факторов, таких как эксплуатационные показатели комплекса машин, необходимых для механизации работы по возделыванию сельскохозяйственных культур, кадрового состава, дохода, рентабельности и расходов. Обобщение информации по каждому отдельному процессу позволит

оценить и определить оптимальный тип ведения сельскохозяйственной деятельности в отдельном регионе, рационально распределять средства бюджета, повысить рентабельность агропромышленного комплекса, увеличить объемы экспорта сельскохозяйственной продукции и так далее [12].

Благодаря современным информационным технологиям проводится пересчет ресурсных активов баланса сельскохозяйственных предприятий страны по всем параметрам – от земельных угодий до мер государственной поддержки, – что позволяет выявлять эффективные направления и КПД каждой отдельной подотрасли в регионах с учетом формы обладания, полученных субсидий и инвестиций [16].

Кроме того, существует необходимость точного определения величины инвестиций и затрат на один гектар земельного надела. Когда при реализации концепции «Эффективный гектар» выявляется невозможность обеспечения необходимого уровня оплаты работникам хозяйства, происходит текучесть персонала, увольняются квалифицированные агрономы, специалисты по обслуживанию сельскохозяйственных машин и механизмов, инженеры. Другие показатели включают рентабельность и налоговую нагрузку на один гектар земельного участка. При обобщении данных показателей появится возможность выявления наиболее эффективных гектаров земельных наделов в регионах страны.

Показатель эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения станет одним из основных для регионов, а новый подход позволит решить инфраструктурные и экономические проблемы и получить максимальную прибыль с гектара.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Согласно оценкам аналитиков, предположительно к 2022 г. до 30 % мировой экономики полностью цифровизируют свою структуру [15]. Практическое применение цифровизации сельского хозяйства в развитых странах мира позволило сформировать следующие направления:

- инновационный метод в сельском хозяйстве с использованием новейших технологий для улучшения качества урожая;
- система наблюдений за состоянием объектов животного мира и среды их обитания;
- управление спектром технических средств, предназначенных для повышения производительности труда в сельском хозяйстве;
- интеллектуальная функция самодиагностики, когда система сама анализирует все измеряемые процессы, происходящие в теплице.

На рис. 1 представлено применение основных инструментов цифровой экономики в АПК Российской Федерации.

Национальный проект «Цифровое сельское хозяйство», реализация которого включает период с 2019 по 2024 гг., определил новое направление экономического развития в АПК нашей страны, ориентированное на создание наиболее оптимальных условий для деятельности сельскохозяйственных предприятий [13]. Предусмотрен последовательный рост затрат на его реализацию (рис. 2).

В начале 2020 г. по заказу Министерства сельского хозяйства РФ в рамках соответствующего проекта по обеспечению достижения целей и показателей деятельности федерального органа исполнительной власти были разработаны концептуальные основы национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство» [14]. Данная концепция предполагает, что цифровая платформа будет сформирована из следующих направлений:



Рис. 1. Применение инструментов цифровой экономики в агропромышленном комплексе РФ в 2020 г., % (составлено по данным [8])

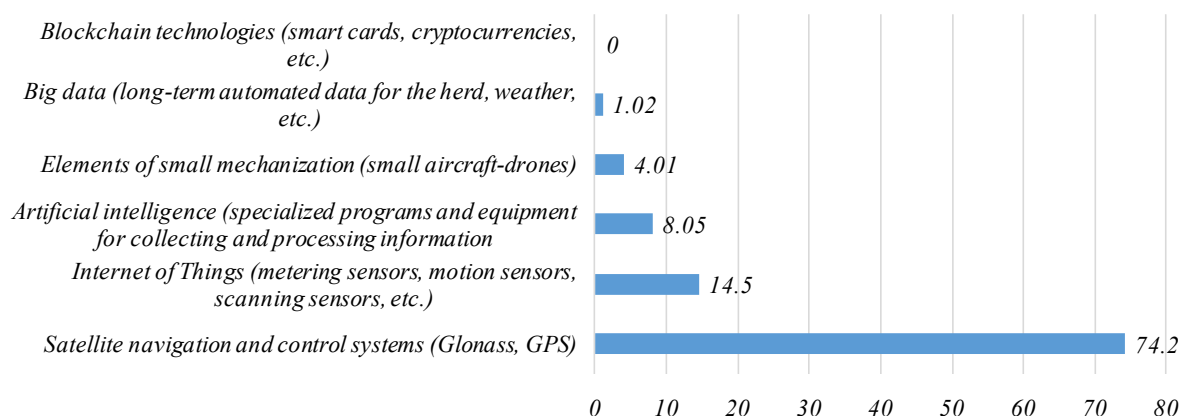


Fig. 1. Application of digital economy tools in the agro-industrial complex of the Russian Federation in 2020, % (compiled according to [8])

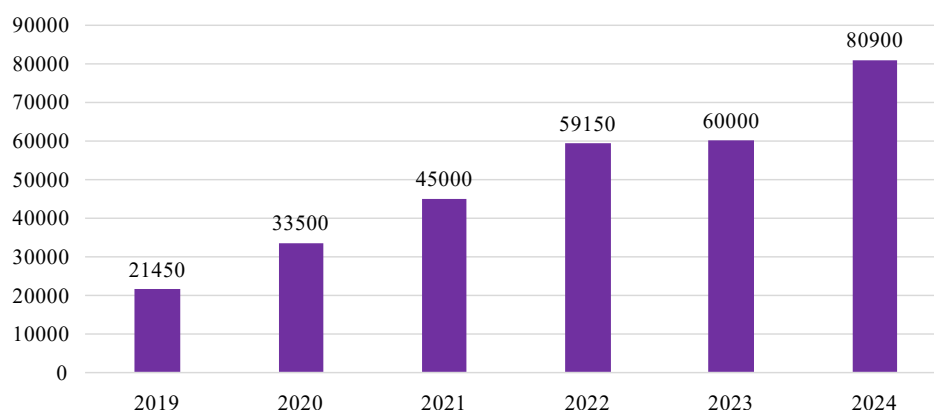


Рис. 2. Динамика общих затрат на реализацию проекта «Цифровое сельское хозяйство», млн руб.  
Fig. 2. Dynamics of total costs for the implementation of the project "Digital Agriculture", million rubles



- свод законов и правил, которые направлены на правомерное использование земли и мероприятия по изучению состояния земель;
- возможность отслеживания движения, местонахождения и происхождения продовольствия;
- качественный анализ метеоусловий;
- сбор отраслевых данных АПК;
- информационные услуги;
- распространения информации в пространстве и времени.

Планируется поэтапное развитие платформы с 2020 по 2024 гг., когда будут спроектированы, разработаны и запущены отдельные сервисы представленных направлений. Данная платформа будет содержать до 50 сервисов, ценных для управления сельскохозяйственным сектором. Можно выделить два примера сервисов цифровой платформы: решение задач многомерной оценки и моделирования развития болезней зерновых культур и реализация функций метеорологии, изучающей влияние погоды на сельское хозяйство. Сервисы цифровой платформы будут поддерживаться как частными, так и государственными организациями. За счет средств федерального бюджета финансируются только услуги, предназначенные для решения задач государ-

ственного учета, контроля и регулирования отрасли [7].

Аналитический центр, созданный при Министерстве сельского хозяйства России, собирает данные со всех регионов страны, коммуницируя с организациями, органами и информационными системами разных уровней, анализирует потенциальные угрозы, дает рекомендации по повышению уровня конкурентоспособности АПК нашей страны на мировом рынке.

Также необходимо подчеркнуть, что в настоящее время в нашей стране отмечена существенная нехватка специалистов, работающих в области информационных технологий в рамках сельского хозяйства, тогда как в странах с конкурентоспособным сельскохозяйственным сектором уровень специалистов данной компетенции довольно высок [1].

Вышеизложенное свидетельствует о том, что необходимо не только определить ключевые области внедрения цифровизации, но и разработать методический подход к оценке качества данного процесса, обладающий универсальными критериями для субъектов агробизнеса различной специализации.

Реализация предлагаемого подхода может быть описана следующим алгоритмом (рис. 3).

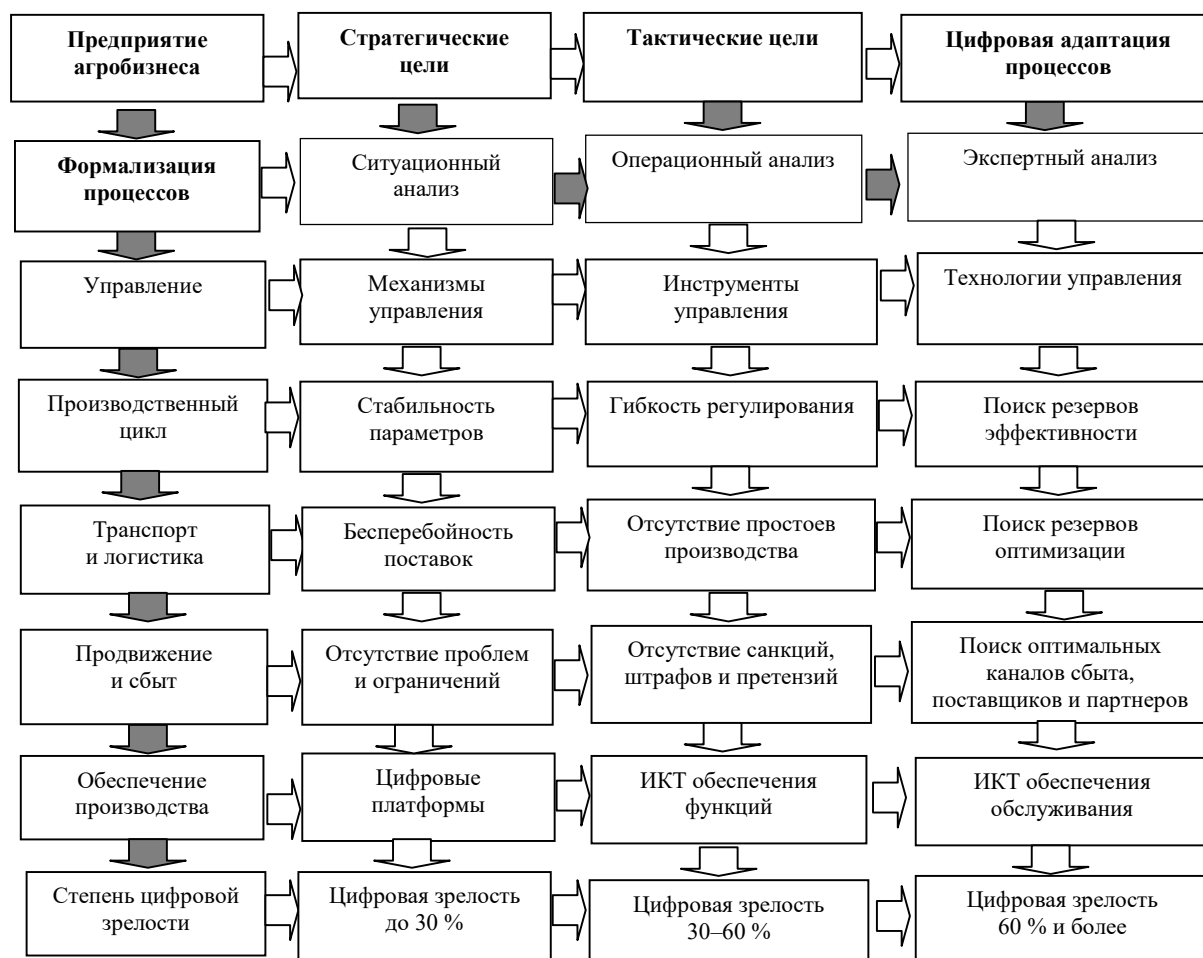


Рис. 3. Алгоритм применения процессно-функционального подхода к оценке степени цифровой зрелости предприятий агробизнеса (разработано автором)

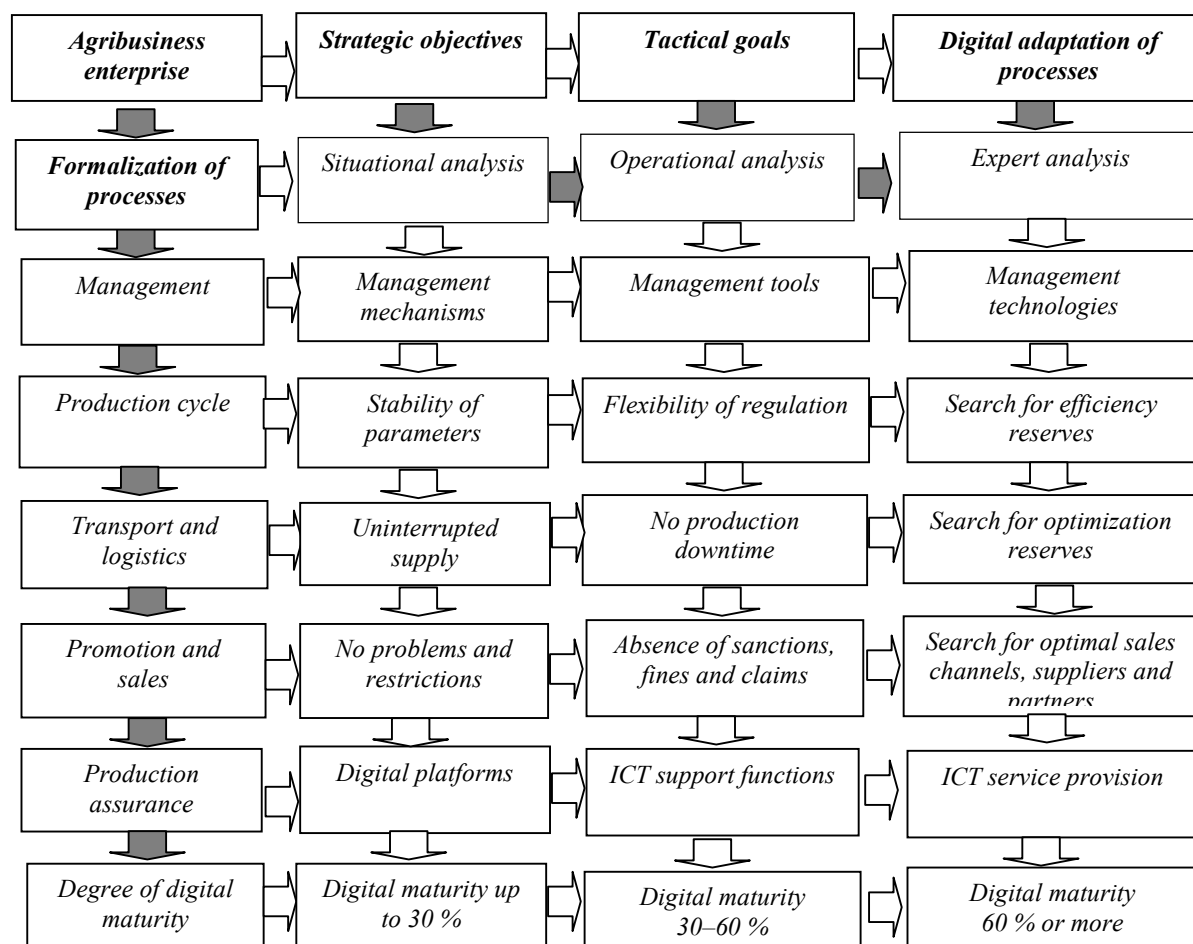


Fig. 3. Algorithm for applying the process-functional approach to assessing the degree of digital maturity of agribusiness enterprises (developed by the author)

Предлагаемый методический подход является процессно-функциональным и основан на оценке степени цифровой зрелости субъектов агробизнеса по следующим направлениям:

- процессы управления;
- процессы производственного цикла;
- транспортно-логистические процессы;
- процессы продвижения и сбыта;
- обеспечивающие процессы.

Каждый из процессов формализуется и детализируется на ключевые направления, оцениваемые по степени цифровизации в трех диапазонах: до 30 %; 30–60 %; более 60 %. Способов экспертной оценки может быть несколько.

*Первая ситуация.* Количественный подход: например, из десяти процессов управления четыре полностью автоматизированы, в этом случае оценка степени цифровой зрелости соответствует 40 %.

*Вторая ситуация.* Качественный подход: из десяти процессов управления четыре полностью автоматизированы, но именно они являются основными в данной группе, в этом случае оценка степени цифровой зрелости может быть присвоена с учетом весовых коэффициентов каждого процесса и составлять, к примеру, 70 %.

*Третья ситуация.* Процессы в организации имеют различную степень цифровизации, которую сложно оценивать, так как полностью ни один процесс не трансформирован. В данном случае целесообразно привлечь экспертов из числа специалистов по каждому направлению – как внутренних, так и внешних.

Данный подход способствует более глубокому пониманию внутренних ключевых процессов, оценки их цифровизации и поиска путей адаптации к желаемым функциональным параметрам.

На современном этапе цифрового преобразования сельского хозяйства в России необходима реализация процесса системной интеграции компьютерных средств, информационных и коммуникационных технологий в рамках процессов управления [2], а также использование инструментов цифровой экономики в решении производственных и технологических задач, к которым относятся следующие направления:

- использование спутниковых систем навигации и контроля;
- использование технологии, изучающей способы обучить компьютер, роботизированную технику, аналитическую систему мыслить аналогично человеку;

– использование концепции сети передачи данных между устройствами;

– специальные технические средства и вспомогательное оборудование, предназначенные для увеличения производительности работ, сокращения объема ручного труда, направленные на разработку математических моделей и алгоритмов процесса перебора множества факторов, влияющих на результат в рамках в виртуальной и дополнительной реальности на всех уровнях управления.

Развитие цифровой экономики способствует, в свою очередь, развитию инвестиций в АПК, раскрытию полноценной информации о текущем положении сельского хозяйства и его подотраслей, по-

зволяя снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции и привлечь новых бизнес субъектов в данную сферу.

При этом необходимо заметить, что сегодня наиболее активно развитие цифровых технологий реализуется компаниями с достаточным уровнем ресурсов, к которым в первую очередь относятся крупные агрохолдинги.

Актуальность цифровой трансформации на уровне как отдельной компании, так и целых секторов экономики порождает растущий интерес к проблемам и возможностям, рискам и выгодам, которые становятся возможными в рамках цифровой экономики.

### Библиографический список

1. Алтухов А. И., Дудин М. Н., Анищенко А. Н. Глобальная цифровизация как организационно-экономическая основа инновационного развития агропромышленного комплекса РФ // Проблемы рыночной экономики. 2019. № 2. С. 17–27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27.
2. Баутин В. М., Шаталов М. А., Мычка С. Ю. Особенности реализации стратегий инновационного менеджмента в аграрной сфере // Островские чтения. 2016. № 1. С. 323–326.
3. Бубенок Е. А. Искусственный интеллект в цифровой платформе как драйвер инновационного развития прорывных технологий развития отечественного АПК // Вестник Московской международной высшей школы бизнеса МИРБИС. 2019. № 1 (17). С. 90–95. DOI: 10.25634/MIRBIS.2019.1.11.
4. Волкова Е. В. Цифровая экономика и особенности ее применения в АПК // Научные труды Белорусского государственного экономического университета. Минск, 2020. С. 117–122.
5. Ворона А. А. Повышение качества предоставления таможенных услуг в центрах электронного декларирования // Петербургский экономический журнал. 2019. № 2. С. 154–164. DOI: 10.25631/PEJ.2019.2.154.164.
6. Дейнека Л. Н., Филиппова А. В. Проблемы инвестирования как условия импортозамещения и восстановления реального сектора российской экономики [Электронный ресурс] // Вектор экономики. 2017. № 6 (12). URL: [http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2017/6/worlddeconomy/Dejneka\\_Filippova.pdf](http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2017/6/worlddeconomy/Dejneka_Filippova.pdf) (дата обращения: 12.03.2022).
7. Калашников К. А. Цифровая модернизация АПК в условиях инновационной экономики // Наука и общество. 2020. № 2 (37). С. 69–72.
8. Кузнецов В. В., Усенко Л. Н., Холодов О. А. Государственное стимулирование технического обеспечения сельского хозяйства в системе межотраслевых экономических отношений // АПК: Экономика, управление. 2019. № 9. С. 4–14. DOI: 10.33305/199-4.
9. Логачев К. И., Кулик А. М., Стрябков А. В. Современный подход к моделированию межрегионального взаимодействия в рамках макрорегиона // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 2. С. 234–240. DOI: 10.23672/SAE.2020.2.56086.
10. Матвеев В. В., Тарасов В. А. Государственное регулирование и поддержка цифровой экономики в России // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2019. № 4 (38). С. 185–193.
11. Матушанская Е. Е., Матушанский А. К., Башкатова В. Я. Развитие высокотехнологичных и наукоемких производств в современных условиях: отечественный и зарубежный опыт // Экономические и гуманитарные науки. 2019. № 8 (331). С. 13–21.
12. Михайлов А. А., Горюнова Л. А., Цветкова Л. А. Ключевые вопросы правового обеспечения цифровой экономики и электронного бизнеса // Экономика и предпринимательство. 2020. № 7 (120). С. 101–105. DOI: 10.34925/EIP.2020.120.7.017.
13. Пантелеева Т. А. Интеграция инструментов искусственного интеллекта в систему стратегического менеджмента агробизнеса // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8. № 2. С. 145–166. DOI: 10.18334/ppib.8.2.111548.
14. Соловьева Т. Н., Зюкин Д. А., Матушанская Е. Е. Активизация инновационных процессов в российской экономике на примере отдельных отраслей // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 317–321. DOI: 10.26140/anie-2020-0901-0078.
15. Тарасов В. И. Понятие «Эффективный гектар» как инструмент оценки конкуренции между органическим и биологизированным земледелием // Прикладные экономические исследования. 2019. № 1 (29). С. 4–12.

16. Тарасов В. И. Цифровизация как очередной этап информатизации малого и среднего бизнеса в аграрной сфере России и Китая // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 4-2 (74). С. 185–189. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-4-2-185-189.
17. Усенко Л. Н., Холодов О. А. Цифровая трансформация сельского хозяйства // Учет и статистика. 2019. № 1 (53). С. 87–102.
18. Холодова М. А., Сафонова С. Г., Шейхова М. С. Об обновленных формах государственной поддержки сельского хозяйства региона // Региональные проблемы преобразования экономики. 2019. № 11 (109). С. 42–50. DOI: 10.26726/1812-7096-2019-11-42-50.

**Об авторе:**

Матвей Сергеевич Оборин<sup>1, 2, 3</sup>, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры экономического анализа и статистики<sup>1</sup>; профессор кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории<sup>2</sup>; профессор кафедры менеджмента<sup>3</sup>, ORCID 0000-0002-4281-8615, AuthorID 747778; +7 902 640-23-28, [recreachin@rambler.ru](mailto:recreachin@rambler.ru)

<sup>1</sup> Пермский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова, Пермь, Россия

<sup>2</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

<sup>3</sup> Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, Пермь, Россия

## Digital innovative technologies in agriculture

M. S. Oborin<sup>1, 2, 3</sup>✉

<sup>1</sup> Perm Institute (Branch) of the Plekhanov Russian University of Economics, Perm, Russia

<sup>1</sup> Perm State National Research University, Perm, Russia

<sup>1</sup> Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

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

**Abstract.** The concept of digital economy is used in almost any sphere of the world economy. Information and communication technologies are actively spreading in economic and economic processes, contributing to the formation and development of new effective management technologies, commercial activities, effective business processes. The development of agro-industrial production is burdened by the influence of climatic, geographical and natural conditions, in connection with which it is poorly protected and has weaknesses. When in the field of industrial production there is an opportunity to provide for possible development options in a timely manner and make changes to the development strategy, then there is no such opportunity in the agricultural sector. **The purpose** of the study is to analyze the advantages of digital transformation of agriculture. The main research **methods** are system analysis, general logical research methods (comparison, generalization); economic and statistical analysis of data on the state of agriculture in the regions of Russia. **Research objectives:** 1) to analyze the expected results of the digital transformation of the agro-industrial complex; 2) to investigate the main stages of the Digital Agriculture project. **Results.** The digital transformation of the agro-industrial complex will lead to the conduct of smart agriculture – a high-tech complex of solutions that allows for maximum automation of the industry to increase the level of competitiveness and productivity, as well as attract investment in the industry. **The scientific novelty** of the research lies in the development of a scientific and methodological approach to assessing the integrated level of informatization of agricultural enterprises in the region in the conditions of digitalization. Based on the analysis, an assessment of the use of digital technologies in agricultural enterprises in the modern period is given.

**Keywords:** innovation, digitalization, agriculture, agro-industrial complex, digital economy, economic growth, digital technologies.

**For citation:** Oborin M. S. Tsifrovyye innovatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve [Digital innovative technologies in agriculture] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 82–92. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-82-92. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 15.03.2022, **date of review:** 01.04.2022, **date of acceptance:** 18.04.2022.



## References

1. Altukhov A. I., Dudin M. N., Anishchenko A. N. Global'naya tsifrovizatsiya kak organizatsionno-ekonomicheskaya osnova innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa RF [Global digitalization as an organizational and economic basis for innovative development of the agro-industrial complex of the Russian Federation] // Market economy problems. 2019. No. 2. Pp. 17–27. DOI: 10.33051/2500-2325-2019-2-17-27. (In Russian.)
2. Bautin V. M., Shatalov M. A., Mychka S. Yu. Osobennosti realizatsii strategiy innovatsionnogo menedzhmenta v agrarnoy sfere [Features of the implementation of innovation management strategies in the agricultural sector] // Ostrovskie chteniya. 2016. No. 1. Pp. 323–326. (In Russian.)
3. Bubenok E. A. Iskusstvennyy intellekt v tsifrovoy platforme kak drayver innovatsionnogo razvitiya proryvnykh tekhnologiy razvitiya otechestvennogo APK [Artificial intelligence in the digital platform as a driver of innovative development of breakthrough technologies for the development of domestic agriculture] // Vestnik MIRBIS. 2019. No. 1 (17). Pp. 90–95. DOI: 10.25634/MIRBIS.2019.1.11. (In Russian.)
4. Volkova E. V. Tsifrovaya ekonomika i osobennosti ee primeneniya v APK [Digital economy and features of its application in agriculture] // Nauchnye trudy Belorusskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. Minsk, 2020. Pp. 117–122. (In Russian.)
5. Vorona A. A. Povyshenie kachestva predostavleniya tamozhennykh uslug v tsentrakh elektronnoy deklarirovaniya [Improving the quality of customs services in electronic declaration centers] // Peterburgskiy ekonomicheskij zhurnal. 2019. No. 2. Pp. 154–164. DOI: 10.25631/PEJ.2019.2.154.164. (In Russian.)
6. Deyneka L. N., Filippova A. V. Problemy investirovaniya kak usloviya importozameshcheniya i vosstanovleniya real'nogo sektora rossiyskoy ekonomiki [Problems of investment as conditions for import substitution and recovery of the real sector of the Russian economy] [e-resource] // Vektor ekonomiki. 2017. No. 6 (12). URL: [http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2017/6/worldconomy/Dejneka\\_Filippova.pdf](http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2017/6/worldconomy/Dejneka_Filippova.pdf) (date of reference: 12.03.2022). (In Russian.)
7. Kalashnikov K. A. Tsifrovaya modernizatsiya APK v usloviyakh innovatsionnoy ekonomiki [Digital modernization of the agro-industrial complex in an innovative economy] // Nauka i obshchestvo. 2020. No. 2 (37). Pp. 69–72. (In Russian.)
8. Kuznetsov V. V., Usenko L. N., Kholodov O. A. Gosudarstvennoe stimulirovanie tekhnicheskogo obespecheniya sel'skogo khozyaystva v sisteme mezhotraslevykh ekonomicheskikh otnosheniy [State stimulation of technical support of agriculture in the system of intersectoral economic relations] // AIC: economics, management. 2019. No. 9. Pp. 4–14. DOI: 10.33305/199-4. (In Russian.)
9. Logachev K. I., Kulik A. M., Stryabkov A. V. Sovremennyy podkhod k modelirovaniyu mezhregional'nogo vzaimodeystviya v ramkakh makroregiona [A modern approach to modeling interregional interaction within the macroregion] // Humanities, social-economic and social sciences. 2020. No. 2. Pp. 234–240. DOI: 10.23672/SAE.2020.2.56086. (In Russian.)
10. Matveev V. V., Tarasov V. A. Gosudarstvennoe regulirovanie i podderzhka tsifrovoy ekonomiki v Rossii [State regulation and support of the digital economy in Russia] // Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. 2019. No. 4 (38). Pp. 185–193. (In Russian.)
11. Matushanskaya E. E., Matushanskiy A. K., Bashkatova V. Ya. Razvitie vysokotekhnologichnykh i naukoemkikh proizvodstv v sovremennykh usloviyakh: otechestvennyy i zarubezhnyy opyt [Development of high-tech and high-tech industries in modern conditions: domestic and foreign experience] // Ekonomicheskie i gumanitarnye nauki. 2019. No. 8 (331). Pp. 13–21. (In Russian.)
12. Mikhaylov A. A., Goryunova L. A., Tsvetkova L. A. Klyuchevye voprosy pravovogo obespecheniya tsifrovoy ekonomiki i elektronnoy biznesa [Key issues of legal support for the digital economy and electronic business] // Journal of Economy and entrepreneurship. 2020. No. 7 (120). Pp. 101–105. (In Russian.) DOI: 10.34925/EIP.2020.120.7.017.
13. Panteleeva T. A. Integratsiya instrumentov iskusstvennogo intellekta v sistemu strategicheskogo menedzhmenta agrobiznesa [Integration of artificial intelligence tools into the agribusiness strategic management system] // Food Policy and Security. 2021. Vol. 8. No. 2. Pp. 145–166. DOI: 10.18334/ppib.8.2.111548. (In Russian.)
14. Solov'eva T. N., Zyukin D. A., Matushanskaya E. E. Aktivizatsiya innovatsionnykh protsessov v rossiyskoy ekonomike na primere otdel'nykh otrasley [Activation of innovation processes in the Russian economy by the example of individual industries] // Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie. 2020. Vol. 9. No. 1 (30). Pp. 317–321. DOI: 10.26140/anie-2020-0901-0078. (In Russian.)
15. Tarasov V.I. Ponyatie "Effektivnyy gektar" kak instrument otsenki konkurentsii mezhdu organicheskim i biologizirovannym zemledeliem [The concept of "Effective hectare" as a tool for assessing competition between organic and biologized agriculture] // Prikladnye ekonomicheskie issledovaniya. 2019. No. 1 (29). Pp. 4–12. (In Russian.)

16. Tarasov V. I. Tsifrovizatsiya kak ocherednoy etap informatizatsii malogo i srednego biznesa v agrarnoy sfere Rossii i Kitaya [Digitalization as the next stage of informatization of small and medium-sized businesses in the agricultural sector of Russia and China] // Economy and business: theory and practice. 2021. No. 4-2 (74). Pp. 185–189. DOI: 10.24412/2411-0450-2021-4-2-185-189. (In Russian.)
17. Usenko L. N., Kholodov O. A. Tsifrovaya transformatsiya sel'skogo khozyaystva [Digital transformation of agriculture] // Uchet i statistika. 2019. No. 1 (53). Pp. 87–102. (In Russian.)
18. Kholodova M. A., Safonova S. G., Sheykova M. S. Ob obnvlennykh formakh gosudarstvennoy podderzhki sel'skogo khozyaystva regiona [On the updated forms of state support for agriculture in the region] // Regional problems of transformation of the economy. 2019. No. 11 (109). Pp. 42–50. DOI: 10.26726/1812-7096-2019-11-42-50. (In Russian.)

#### **Author' information**

Matvey S. Oborin<sup>1, 2, 3</sup>, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of economic analysis and statistics<sup>1</sup>; professor of the department of world and regional economics, economic theory<sup>2</sup>; professor of the department of management<sup>3</sup>, ORCID 0000-0002-4281-8615, AuthorID 747778; +7 902 640-23-28, [recreachin@rambler.ru](mailto:recreachin@rambler.ru)

<sup>1</sup> Perm Institute (branch) of the Plekhanov Russian University of Economics, Perm, Russia

<sup>2</sup> Perm State National Research University, Perm, Russia

<sup>3</sup> Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov, Perm, Russia

## Диагностика условий пространственного размещения отрасли растениеводства

М. А. Холодова<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Россия

✉E-mail: kholodovama@rambler.ru

**Аннотация.** Цель. Исследование заключается в разработке методики диагностики условий пространственного размещения сельскохозяйственного производства в рамках территориального планирования. Методы. В ходе исследования использовались монографический, статистический и расчетно-аналитический методы обработки данных. Динамическая оценка ресурсного потенциала и уровня технологического развития подотрасли растениеводства позволяет выявить конкурентные преимущества, методы статистической группировки – определить вектор пространственного размещения. Эмпирической базой исследования стала оценка тенденций развития отрасли растениеводства в крупных и средних сельскохозяйственных организациях, а также в фермерских хозяйствах Ростовской области за период 2016–2020 гг. Результаты и практическая значимость. Предложенная методика на основе оценки количественного и качественного внутри регионального потенциала сельскохозяйственного производства позволяет выявить как конкурентные преимущества отдельных природно-экономических зон при возделывании основных видов сельскохозяйственных культур, так и ряд отраслевых проблем. В частности, расчеты позволили объективно выделить высокоспециализированные зоны по производству отдельных видов сельскохозяйственной продукции, оценить узкие места в уровне технологического развития, установить депрессивные территории, определить возможности нивелирования природно-климатических факторов влияющих на развитие приоритетных отраслей. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что система территориального планирования должна предопределяться диагностикой условий при пространственном размещении ключевых подотраслей сельскохозяйственного производства с учетом сложившихся конкурентных преимуществ. Научная новизна. Предложенная методика может быть использована в качестве унифицированного инструмента разработки региональных госпрограмм развития АПК, позволяющего увязать внутренний ресурсный и производственный потенциал субъектов РФ с целевыми индикаторами федеральной госпрограммы.

**Ключевые слова:** территориальное планирование, пространственное размещение, стратегические конкурентные преимущества, сельское хозяйство, регион.

**Для цитирования:** Холодова М. А. Диагностика условий пространственного размещения отрасли растениеводства // Аграрный вестник Урала. 2022. № 05 (220). С. 93–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-93-102.

**Дата поступления статьи:** 02.02.2022, **дата рецензирования:** 18.02.2022, **дата принятия:** 14.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

В современных условиях хозяйствования Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. должна выступать ключевым инструментом устойчивого и сбалансированного развития аграрной экономики, направленным на устранение межрегиональных социально-экономических различий в уровне и качестве жизни населения, на стимулирование темпов экономического роста и масштабную технологическую модернизацию отрасли, обеспечивающим национальную безопасность государства.

Однако пространственное развитие как стратегический ресурс макроэкономической политики, направленный на совершенствование государственного и хозяйственного управления региональной экономикой, не может быть реализован в качестве объективного унифицированного инструмента регулирования и развития сельского хозяйства и отдельных его подотраслей на территории России вследствие наличия существенных природно-климатических, социально-экономических различий в специфике ведения хозяйственной деятельности и системе жизнеобеспечения [1].

Следует отметить, что центральное место в Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года занимает структуризация территорий по приоритетным и приграничным геостратегическим признакам с выделением перспективной и неперспективной специализации субъектов Российской Федерации. При этом в данном документе стратегического планирования отсутствует концептуальная компонента – система территориального планирования, подчеркивающая особый статус геостратегических территорий с вытекающими целями, задачами по производственному, экономическому и социальному развитию аграрного сектора регионов. Следовательно, Стратегия носит декларативный характер с элементами индикативного планирования, что не позволяет получить действенного и эффективного результата от ее внедрения в сельскохозяйственном производстве России в условиях существующей природно-хозяйственной разобщенности территории [2].

Кроме того, Стратегия не содержит конкретных инструментов государственного регулирования, направленных на корректировку госпрограмм в АПК. В связи с этим возникает необходимость разработки и научного обоснования системы территориального планирования сельского хозяйства, которая должна стать главным вектором стратегического управления и развития отрасли с учетом объективных критериев размещения и специализации ее подотраслей.

Фрагментарный характер стратегического планирования не позволяет согласовывать и своевременно координировать основные макроэкономические показатели, выступающие индикаторами развития отрасли сельского хозяйства, ориентирующие их исполнение, как на уровне государства, так и на уровне субъектов Федерации и муниципальных образований. Таким образом, система территориального планирования как ключевая функция стратегического государственного управления национальной экономикой требует научного обоснования ее концептуальных положений, исключающих возможность фрагментарного характера ее использования.

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

Основу разработки научного исследования составили данные годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств Ростовской области за 2016–2020 гг. в разрезе муниципальных районов, данные Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области. Обработка данных осуществлялась на основе монографического, расчетно-аналитического методов исследования, а также на методах статистической группировки. Предлагаемая методика диагностики включает три этапа: разведывательный анализ, расчет интегрального индекса стратегических конкурентных преимуществ, систематизация и интерпретация результатов оценки.

#### **Результаты (Results)**

Современная система территориального планирования представляет собой ключевой стратегический инструмент государственного регулирования сельского хозяйства по пространственному размещению его отраслей на территории субъектов РФ с учетом биоклиматических особенностей формирования организационно-территориальных предпосылок, обеспечивающих рациональное использование производственного и трудового потенциала с целью устойчивого и сбалансированного развития производства и улучшения материального благосостояния сельского населения.

Особенно актуальна проблема территориального планирования в контексте рационального размещения сельскохозяйственного производства для крупных аграрных приграничных геостратегических территорий, которые не только обеспечивают национальную продовольственную безопасность, но и являются ключевым участником реализации экспортно-ориентированной стратегии в АПК, отражая конкурентоспособность страны на мировом агропродовольственном рынке [3]. Конкурентные пространственные преимущества сельского хозяйства и его подотраслей способствуют усилению тенденций территориального разделения труда и формированию узкоспециализированных зон производства отдельных видов продовольствия.

Фундаментальную основу в системе территориального планирования развития сельского хозяйства составляет концепция пространственного размещения его подотраслей. В связи с этим возникает необходимость разработки научного обоснованной методики диагностики условий пространственного размещения подотраслей сельскохозяйственного производства региона, отражающей конкурентные преимущества муниципальных районов в разрезе сельскохозяйственных зон.

Автором предложена методика диагностики пространственного размещения растениеводства, систематизация результатов которой позволит выявить интегральный индекс стратегических конкурентных преимуществ. Методика включала в себя три этапа:

1. *Этап разведывательного анализа* осуществлялся путем оценки конкурентных преимуществ муниципальных районов в разрезе природно-экономических зон на основе расчета ряда количественных и качественных показателей, среди которых индексы концентрации производства, затрат, урожайности, доходности, уровня технологического развития. Для интерпретации полученных результатов рассчитанные значения величин сравнивались с единицей. Индексы концентрации производства, урожайности, доходности, уровня технологического развития, согласно методике, должны были быть больше единицы, а индекс затрат, наоборот, меньше единицы.



2. Расчет интегрального индекса стратегических конкурентных преимуществ природно-экономических зон в производстве основных видов продукции сельского хозяйства, который представлял собой среднее геометрическое значение рассчитанных ранее индексов в разрезе отдельных подотраслей:

$$I_{\text{СКП}} = \sqrt[5]{I_{\text{концентрации}} + I_{\text{доходности}} + I_{\text{затрат}} + I_{\text{УТР}} + I_{\text{урожайности}}},$$

где  $I_{\text{концентрации}}$  – индекс концентрации производства, который рассчитывается как отношение объема производства продукции в зоне к общему по региону;

$I_{\text{доходности}}$  – индекс доходности, который рассчитывается как отношение уровня доходности едини-

цы продукции в зоне к общей доходности единицы продукции по региону;

$I_{\text{затрат}}$  – индекс затрат, который рассчитывается как отношение уровня затрат на возделывание единицы продукции в регионе к затратам на возделывание единицы продукции по зоне;

$I_{\text{урожайности}}$  – индекс урожайности, который рассчитывается как отношение уровня урожайности продукции в зоне к общей урожайности по региону;

$I_{\text{УТР}}$  – индекс уровня технологического развития, который рассчитывается как отношение выхода продукции с единицы площади к прямым затратам труда на единицу площади.

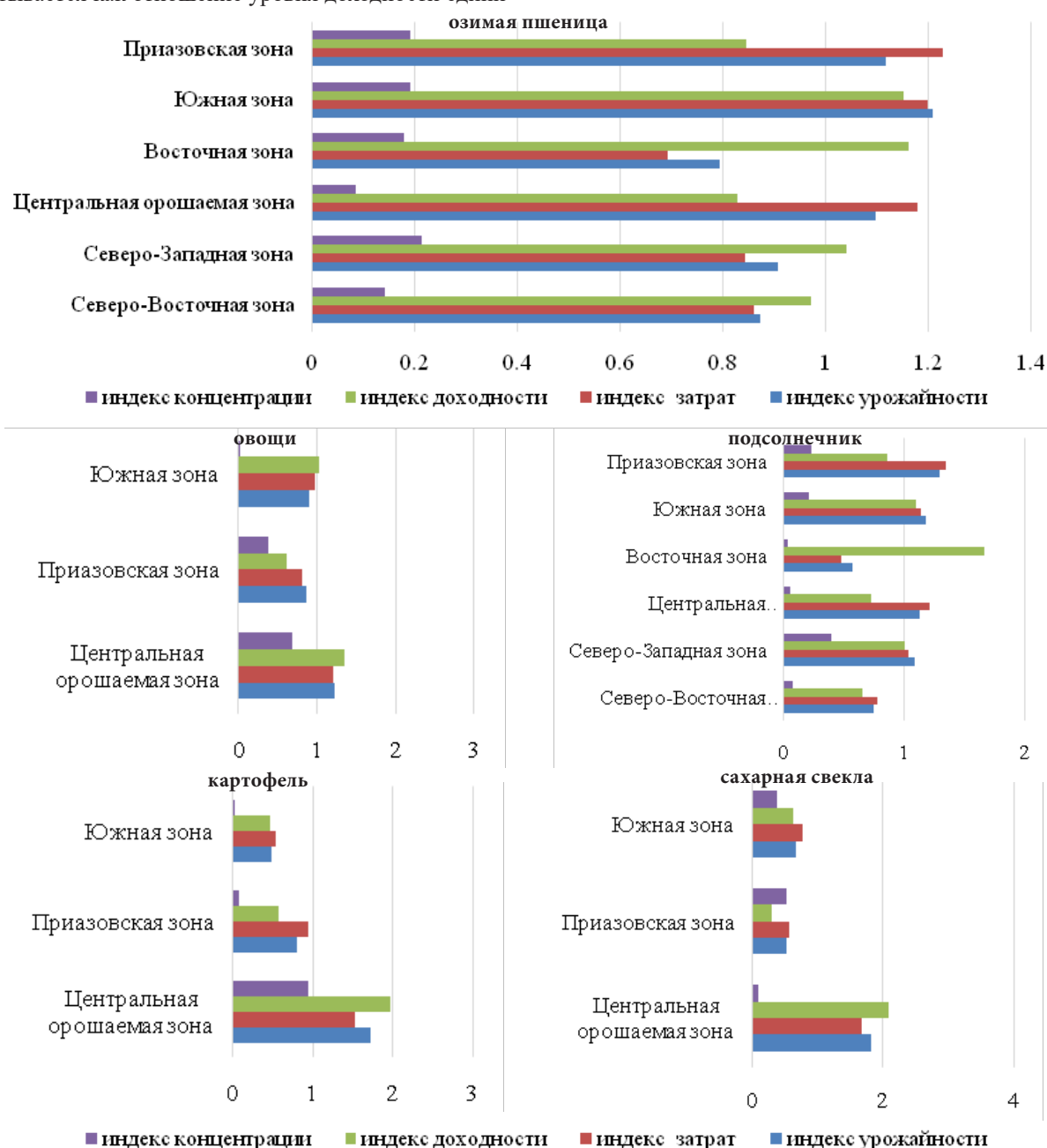


Рис. 1. Сравнительная характеристика конкурентных преимуществ возделывания основных видов продукции растениеводства в хозяйствах.

Источник: рассчитано автором по данным Минсельхоза Ростовской области

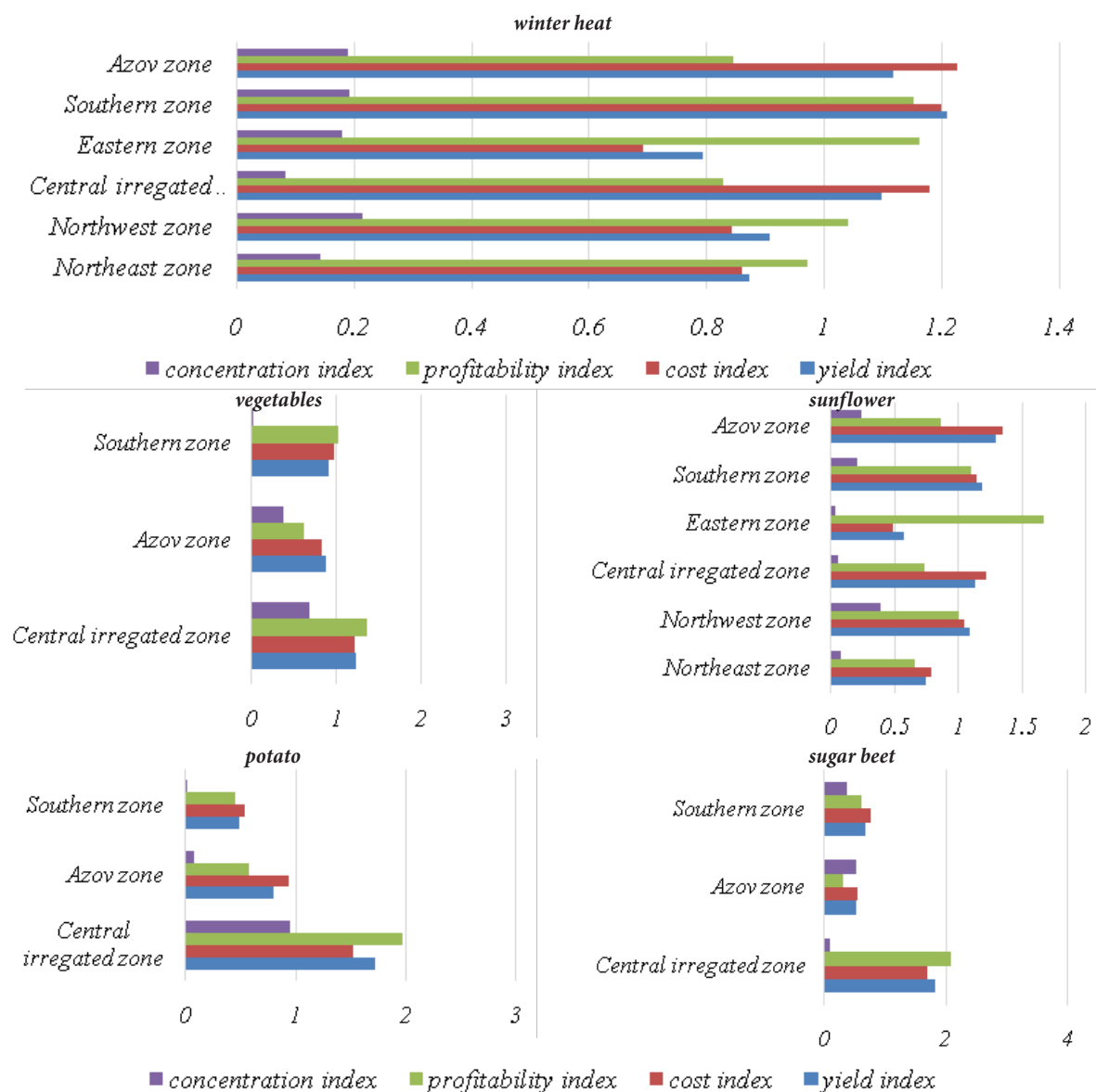


Fig. 1. Comparative characteristics of the competitive advantages of cultivation of the main types of crop production in farms.  
Source: calculated by the author according to the data of the Ministry of Agriculture of the Rostov region

3. Этап систематизации и интерпретации полученных результатов.

На примере крупного аграрного региона России – Ростовской области – апробируем разработанную методику. Отметим, что характерные для региона природно-климатические и почвенные условия позволили сформировать на его территории шесть основных природно-экономических зон: Северо-Западную, Северо-Восточную, Центральную орошаемую, Приазовскую, Южную и Восточную, – для которых характерны определенные особенности развития.

Так, проведенные на основе анализа базы данных сельскохозяйственных организаций региона за период 2016-2020 гг. расчеты по выявлению количественных характеристик конкурентных преимуществ, среди которых индексы доходности, затрат, концентрации

производства и урожайности, свидетельствуют, что практически все природно-экономические зоны региона имеют объединяющую их зерновую направленность развития сельскохозяйственного производства (рис. 1). Высокий уровень системы земледелия региона ограничивает концентрацию производства такого экономически выгодного вида продовольствия, как подсолнечник, по причине существенного истощения почвы. Концентрация производства подсолнечника наблюдается преимущественно в Северо-Западной природно-экономической зоне.

Наиболее высокие показатели производственно-хозяйственной деятельности при выращивании сахарной свеклы, овощей и картофеля, а также их расширенное воспроизводство продемонстрировали хозяйства природно-экономических зон региона с мягкими климатическими условиями.

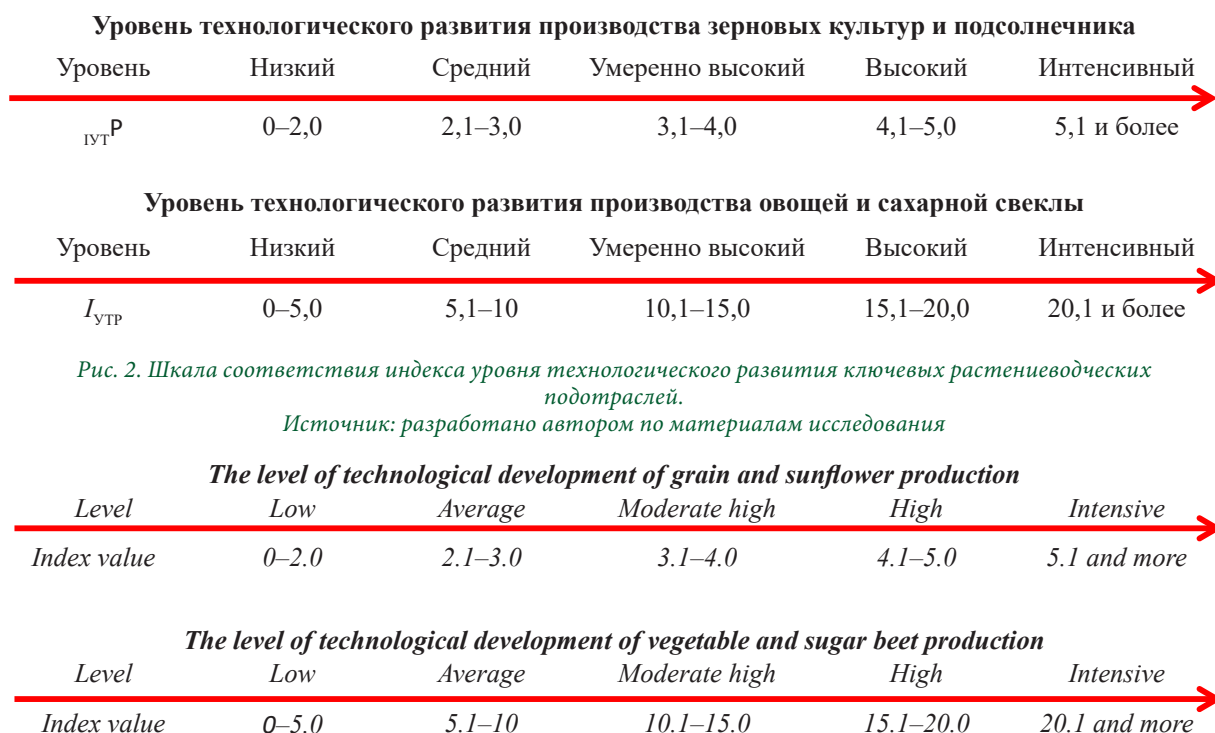


Fig. 2. The scale of compliance of the index of the level of technological development of key crop sub-sectors.

Source: Developed by the author based on the research materials

Однако представленная на рис. 1 сравнительная характеристика количественных конкурентных преимуществ возделывания основных видов продукции растениеводства в хозяйствах Ростовской области не позволяет дать объективную качественную оценку конкурентных преимуществ подотраслей растениеводства к контексте их пространственного размещения по природно-экономическим зонам.

В связи с этим в разработанную нами научно обоснованную методику диагностики условий пространственного размещения подотраслей сельскохозяйственного производства региона был введен качественный показатель – детализированная оценка уровня технологического развития [4; 5]. На примере крупных, средних сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств Ростовской области были проведены расчеты и определен индекс уровня технологического развития [6–10] (таблица 1).

Методом статистической группировки полученных показателей нами была разработана шкала соответствия индекса уровня технологического развития ключевых подотраслей растениеводства ( $I_{\text{УТР}}$ ) (рис. 2).

Сопоставление расчетов индексов уровня технологического развития ключевых растениеводческих подотраслей со шкалой соответствия свидетельствует, что такие отрасли, как свекловодство и овощеводство закрытого грунта, в которые были направлены инвестиции, функционируют на качественно новой основе с использованием современных инновационных технологий. В частности,

к крупным агропромышленным формированиям региона в овощеводстве закрытого грунта следует отнести ООО «Донская усадьба» Северо-Западной зоны Ростовской области. При этом в овощеводстве открытого грунта, которое широкое распространение получило в фермерских хозяйствах и хозяйствах населения, преобладает ручной труд. Исключением явилась Приазовская природно-хозяйственная зона, в которой сельскохозяйственные организации активно используют интенсивные технологии возделывания (дождевание и капельное орошение).

Расчеты свидетельствуют, что за период 2008–2020 гг. высокие качественные характеристики уровня технологического развития отрасли наблюдаются при возделывании зерновых и подсолнечника. Одним из ключевых факторов положительной динамики материально-технического обеспечения сельскохозяйственного производства является активная государственная поддержка. Благодаря эффективным мерам государственного регулирования аграрной сферы индекс уровня технологического развития при возделывании зерновых культур и подсолнечника за период 2008–2020 гг. увеличился в 2,0 раза.

В целом сохранение сложившейся тенденции масштабной материально-технической модернизации сельскохозяйственного производства региона в среднесрочное перспективе будет способствовать переходу ключевых растениеводческих подотраслей на более высокий уровень технологический развития.

Таблица 1

Индексы технологического развития отрасли растениеводства Ростовской области в 2008 г. и в 2020 г. в разрезе природно-сельскохозяйственных зон за 2008–2020 гг.

| Сельскохозяйственные культуры             | Природно-экономические зоны |      |                 |       |                       |       |           |      |       |       |             |       |      |       |      | В среднем по области |  |
|-------------------------------------------|-----------------------------|------|-----------------|-------|-----------------------|-------|-----------|------|-------|-------|-------------|-------|------|-------|------|----------------------|--|
|                                           | Северо-Восточная            |      | Северо-Западная |       | Центральная орошаемая |       | Восточная |      | Южная |       | Приазовская |       |      |       |      |                      |  |
|                                           | 2008                        | 2020 | 2008            | 2020  | 2008                  | 2020  | 2008      | 2020 | 2008  | 2020  | 2008        | 2020  | 2008 | 2020  | 2008 | 2020                 |  |
| Зерновые и зернобобовые культуры на зерно | 1,81                        | 3,34 | 1,89            | 3,59  | 1,47                  | 4,32  | 2,13      | 3,57 | 2,48  | 3,95  | 2,39        | 5,97  | 2,04 | 3,84  |      |                      |  |
|                                           | 1,99                        | 3,28 | 2,24            | 4,07  | 1,74                  | 4,66  | 2,3       | 3,93 | 2,76  | 5,12  | 2,59        | 6,12  | 2,3  | 4,33  |      |                      |  |
| в т. ч. озимая пшеница                    |                             |      |                 |       |                       |       |           |      |       |       |             |       |      |       |      |                      |  |
| Подсолнечник                              | 0,57                        | 1,30 | 0,87            | 2,17  | 0,69                  | 2,68  | 0,72      | 1,15 | 1,3   | 2,85  | 1,21        | 3,17  | 0,91 | 2,14  |      |                      |  |
| Овощи открытого грунта                    | –                           | –    | –               | 0,00  | –                     | 1,95  | –         | –    | –     | 0,30  | –           | 5,48  | –    | 3,05  |      |                      |  |
| Овощи закрытого грунта                    | –                           | –    | –               | 35,79 | –                     | 7,70  | –         | –    | –     | –     | –           | 6,82  | –    | 29,32 |      |                      |  |
| Картофель                                 | 0,34                        | –    | 0,07            | 0,08  | 1,27                  | 5,43  | –         | –    | 1,06  | 0,30  | 0,89        | 12,21 | 1,12 | 3,34  |      |                      |  |
| Сахарная свекла                           | –                           | –    | 3,67            | –     | –                     | 21,61 | –         | –    | 8,7   | 18,45 | 9,97        | 21,61 | 8,95 | 28,09 |      |                      |  |

Источник: рассчитано автором по данным Минсельхоза Ростовской области.

Table 1  
Indices of technological development of the crop industry of the Rostov region in 2008 and in 2020 in the context of natural and agricultural zones on average for 2008–2020

| Agricultural crops                   | Natural and agricultural zones |      |           |       |                   |       |         |      |          |       |      |       |      |       | On average in the region |  |
|--------------------------------------|--------------------------------|------|-----------|-------|-------------------|-------|---------|------|----------|-------|------|-------|------|-------|--------------------------|--|
|                                      | Northeast                      |      | Northwest |       | Central irrigated |       | Eastern |      | Southern |       | Azov |       |      |       |                          |  |
|                                      | 2008                           | 2020 | 2008      | 2020  | 2008              | 2020  | 2008    | 2020 | 2008     | 2020  | 2008 | 2020  |      |       |                          |  |
| Grain and leguminous crops for grain | 1.81                           | 3.34 | 1.89      | 3.59  | 1.47              | 4.32  | 2.13    | 3.57 | 2.48     | 3.95  | 2.39 | 5.97  | 2.04 | 3.84  |                          |  |
|                                      | 1.99                           | 3.28 | 2.24      | 4.07  | 1.74              | 4.66  | 2.3     | 3.93 | 2.76     | 5.12  | 2.59 | 6.12  | 2.3  | 4.33  |                          |  |
| Sunflower                            | 0.57                           | 1.30 | 0.87      | 2.17  | 0.69              | 2.68  | 0.72    | 1.15 | 1.3      | 2.85  | 1.21 | 3.17  | 0.91 | 2.14  |                          |  |
| Outdoor vegetables                   | —                              | —    | —         | 0.00  | —                 | 1.95  | —       | —    | —        | 0.30  | —    | 5.48  | —    | 3.05  |                          |  |
| Vegetables of the closed ground      | —                              | —    | —         | 35.79 | —                 | 7.70  | —       | —    | —        | —     | —    | 6.82  | —    | 29.32 |                          |  |
| Potato                               | 0.34                           | —    | 0.07      | 0.08  | 1.27              | 5.43  | —       | —    | 1.06     | 0.30  | 0.89 | 12.21 | 1.12 | 3.34  |                          |  |
| Sugar beet                           | —                              | —    | 3.67      | —     | —                 | 21.61 | —       | —    | 8.7      | 18.45 | 9.97 | 21.61 | 8.95 | 28.09 |                          |  |

Source: calculated by the author according to the data of the Ministry of Agriculture of the Rostov region.



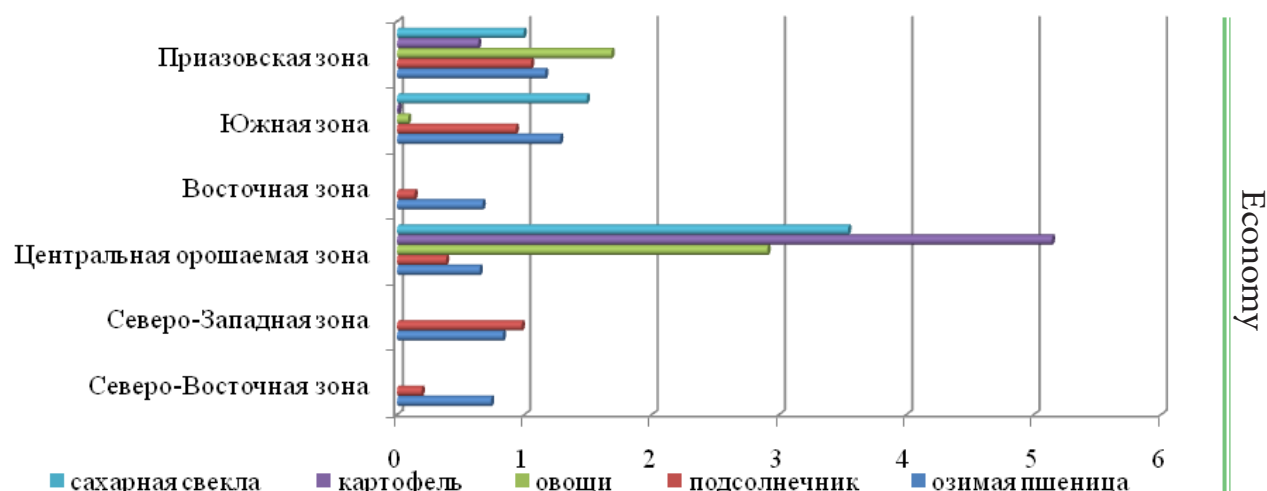


Рис. 3. Интегральный индекс стратегических конкурентных преимуществ природно-хозяйственных зон Ростовской области при возделывании основных видов продукции растениеводства в 2020 г.  
Источник: рассчитано автором по данным Минсельхоза Ростовской области

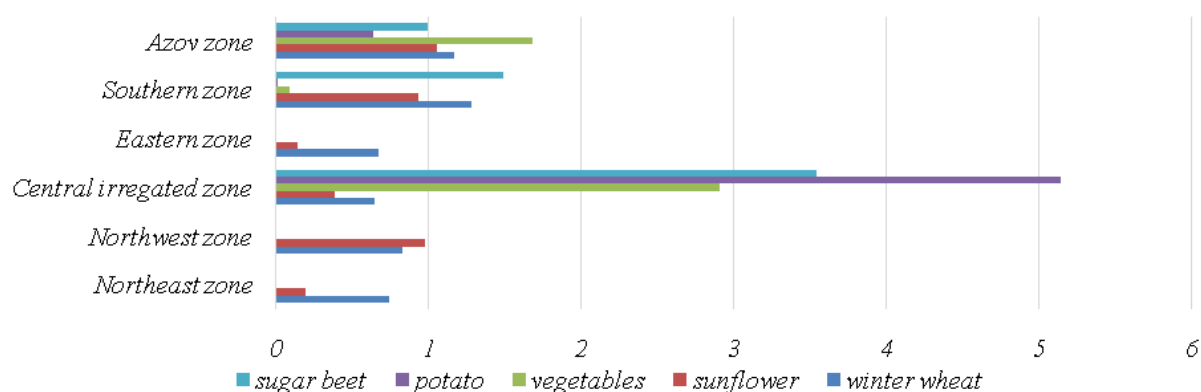


Fig. 3. Integral index of strategic competitive advantages of natural and economic zones of the Rostov region in the cultivation of the main types of crop production in 2020.

Source: calculated by the author according to the data of the Ministry of Agriculture of the Rostov region

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Систематизация полученных результатов позволила рассчитать индекс стратегических конкурентных преимуществ пространственного размещения растениеводческих подотраслей (рис. 3).

Исследования показали, что практически все природно-экономические зоны Ростовской области имеют выраженные конкурентные стратегические преимущества в производстве зерновых (рис. 3). Однако данные преимущества различны в разрезе зон, что позволяет сделать вывод о целесообразности и объективности территориального подхода при оценке эффективности размещения производственных ресурсов [11; 12].

На основе расчетов интегрального показателя стратегических конкурентных преимуществ ( $I_{с.к.п.}$ ) сельскохозяйственных товаропроизводителей природно-экономических зон Ростовской области автором разработана шкала соответствия (рис. 4).

Сопоставление полученных расчетов со шкалой соответствия демонстрирует неравномерность пространственного развития отрасли растениеводства в разрезе природно-хозяйственных зон, позволяет

выявить точки роста аграрного производства в регионе и наличие относительно депрессивных территорий.

Так, узкую специализацию при возделывании зерновых и подсолнечника продемонстрировали Северо-Западная, Северо-Восточная и Восточная зоны. Следует отметить, что производство подсолнечника осуществляется на ограниченных площадях, несмотря на то что данная культура является высокорентабельной, а в области имеется мощный производственный потенциал по его переработке и экспорту. Несущественный уровень специализации хозяйств на производстве подсолнечника обусловлен действующими научно обоснованными рекомендациями, поскольку данная культура существенно истощает верхний плодородный слой земли.

Тройку лидеров среди зон с широкой специализацией и высоким уровнем стратегических конкурентных преимуществ при возделывании не только зерновых культур и подсолнечника, но и сахарной свеклы, овощей (открытого грунта) и картофеля возглавили Центральная орошаемая, Приазовская и Южная зоны.

## Интегральный индекс стратегических конкурентных преимуществ развития растениеводства

| Уровень специализации | Низкий | Средний | Высокий | Интенсивный |
|-----------------------|--------|---------|---------|-------------|
| $I_{\text{СКП}}$      | 0–1,0  | 1,1–0,2 | 2,1–3,0 | 3,1 и более |

Рис. 4. Шкала соответствия интегрального индекса стратегических конкурентных преимуществ уровню специализации хозяйствующих субъектов в производстве продукции растениеводства.

Источник: разработано автором по материалам исследования

## Integral index of strategic competitive advantages of the development of the crop industry

| Level       | Low    | Average   | Moderate high | High     | Intensive    |
|-------------|--------|-----------|---------------|----------|--------------|
| Index value | 0–0.10 | 0.11–0.20 | 0.21–0.70     | 0.71–1.0 | 1.1 and more |

Fig. 4. Scale of correspondence of the integral index of strategic competitive advantages to the level of specialization of economic entities in the production of crop production.

Source: developed by the author based on the research materials

Проведенные расчеты свидетельствуют, что перспективными территориями возделывания овощей и картофеля являются Приазовская и Южная зоны. Однако низкий уровень стратегических конкурентных преимуществ исследуемых зон в производстве данных видов продовольствия требует переориентации сельскохозяйственных товаропроизводителей, занимающихся выбранными направлениями деятельности, на инновационные рельсы.

Разработанная методика территориального планирования на основе диагностики условий пространственного размещения подотраслей сельскохозяйственного производства (на примере Ростовской области) позволяет выявить приоритетные подотрасли сельскохозяйственного производства в отдельных регионах РФ, объективно оценить пре-

имущества территориального разделения труда, особенности формирования специализированных высокотехнологичных зон по производству отдельных видов продовольствия, нивелировать действие возможных природно-климатических факторов, влияющих на приоритетные подотрасли, таким образом совершенствуя организационно-экономический механизм хозяйствования.

Предложенный индекс конкурентных стратегических преимуществ как унифицированный инструмент диагностики внутреннего ресурсного и производственного потенциала сельскохозяйственного производства отдельных субъектов РФ позволит увязать целевые индикаторы федеральной госпрограммы с региональными возможностями и ресурсным потенциалом.

## Библиографический список

1. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р. // Справочная система «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/72174066> (дата обращения: 18.12.2021).
2. Пространственное развитие сельского хозяйства России: монография / А. И. Алтухов, А. Г. Папцов, Л. Б. Винничек [и др.]. Москва: Изд-во «Научный консультант», 2021. 324 с.
3. Алтухов А. И. Современные проблемы пространственного развития сельского хозяйства страны и возможные подходы к их решению // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 11. С. 2–12.
4. Алтухов А. И. Пространственному развитию сельского хозяйства страны необходим комплексный подход // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 95–103.
5. Клименко А. И., Холодова М. А., Егорова О. В. [и др.] Теоретико-методологическое обоснование финансово-экономического обеспечения процессов инновационно-технологического развития отраслей сельского хозяйства РФ в условиях интеграционных процессов в мировой экономике: монография. Рассвет: Изд-во ФГБНУ ФРАНЦ, 2021. 160 с.
6. Стадник А. Т., Шелковников С. А., Лубкова Э. М., Шилова А. Э. Перспективные направления производства и переработки продовольствия промышленном регионе: территориальный аспект // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64. № 1. С. 57–61.
7. Kholodov O. A., Kholodova M. A., Gorlov I. F., Shakhbazova O. P., Mosolova N. I., Glushenko A. V., Mosolova D. A. Analysis of prospects for the development of dairy cattle breeding in Russia: forecasts and scenarios [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. Article number 32023. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45275994> (дата обращения: 18.12.2021).
8. Основные направления Стратегии устойчивого социально-экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года / И. Г. Ушачев, А. Г. Папцов, А. Ф. Серков [и др.] ; под научным руководством И. Г. Ушачева. Москва: Сам Полиграфист, 2018. 58 с.

9. Алтухов А. И., Пашков А. Г., Шутьков А. А. [и др.] Основные направления размещения и специализации сельского хозяйства России: монография. Москва: Сам полиграфист, 2020. 348 с.
10. Самыгин Д. Ю. Концепция стратегического планирования в сфере продовольственной безопасности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 2. С. 14–20.
11. Семкин А. Г., Быков В. Г., Алтапов А. В. Формирование элементов стратегического управления и специализации субъектов сельскохозяйственного бизнеса // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2020. № 6 (63). С. 20–30.
12. Колесников А., Васильева Н. Размещение и специализация сельского хозяйства России // АПК: экономика, управление. 2021. № 9. С. 32–47.
13. Uzun V., Shagaida N., Lerman Z. Russian agriculture: Growth and institutional challenges // Land Use Policy. 2019. Vol. 83. Pp. 475–487.
14. Usenko L. N., Usenko A. M., Uryadova T. N., Bashkatova T. A., Belyaeva S. V. Monitoring methodology for socio-economic development of a region (through the example of the south of Russia regions) // Espacios. 2017. Vol. 38. No. 23. Pp. 24–29.
15. Altukhov A. I., Semkin A. G., Bykov V. G., Piatinskiy A. S. Strategic areas of distribution and specialization in terms of development of the management of agricultural production // Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Vol. 198. Pp. 805–815.

#### Об авторе:

Марина Александровна Холодова<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, заведующая отделом аграрной экономики и нормативов, ORCID 0000-0001-9808-8263, AuthorID 517993; +7 906 183-90-31, [kholodovama@rambler.ru](mailto:kholodovama@rambler.ru)

<sup>1</sup> Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Россия

## Diagnostics of the crop industry spatial distribution conditions

M. A. Kholodova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet, Russia

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

**Abstract. Purpose.** The research consists in developing a methodology for diagnosing the conditions of spatial placement of agricultural production within the framework of territorial planning. **Methods.** In the course of the research, monographic, statistical and computational-analytical methods of data processing were used. The dynamic assessment of the resource potential and the level of technological development of the crop production sub-sector allows us to identify competitive advantages, methods of statistical grouping to determine the vector of spatial placement. The empirical basis of the study was the assessment of trends in the development of the crop industry in large and medium-sized agricultural organizations, as well as in the farms of the Rostov region for the period 2016–2020. **Results and practical significance.** The proposed methodology based on the assessment of quantitative and qualitative within the regional potential of agricultural production allows us to identify both the competitive advantages of individual natural and economic zones in the cultivation of the main types of crops, and a number of sectoral problems. In particular, the calculations made it possible to objectively identify highly specialized zones for the production of certain types of agricultural products, assess bottlenecks in the level of technological development, establish depressive territories, determine the possibilities of leveling natural and climatic factors affecting the development of priority industries. The conducted research allows us to conclude that the system of territorial planning should be predetermined by the diagnosis of the conditions of spatial placement of key sub-sectors of agricultural production, taking into account the prevailing competitive advantages. **Scientific novelty.** The proposed methodology can be used as a unified tool for developing regional state programs for the development of agriculture, which allows linking the internal resource and production potential of the subjects of the Russian Federation with the target indicators of the federal state program.

**Keywords:** territorial planning, spatial placement, strategic competitive advantages, agriculture, region.

**For citation:** Kholodova M. A. Diagnostika usloviy prostranstvennogo razmeshcheniya otrasli rasteniyevodstva [Diagnostics of the crop industry spatial distribution conditions] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 05 (220). Pp. 93–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-220-05-93-102. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 02.02.2022, **date of review:** 18.02.2022, **date of acceptance:** 14.03.2022.

## References

1. Strategiya prostranstvennogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 13 fevralya 2019 g. No. 207-r. [Spatial development strategy of the Russian Federation for the period up to 2025. Approved by the Decree of the Government of the Russian Federation dated February 13, 2019 No. 207-r] [e-resource] // Garant help system: official website. URL: <https://base.garant.ru/72174066> (date of reference: 18.12.2021). (In Russian.)
2. Prostranstvennoye razvitiye sel'skogo khozyaystva Rossii: monografiya [Spatial development of agriculture in Russia: monograph] / A. I. Altukhov, A. G. Poptsov, L. B. Vinnichuk et al. Moscow: Izd-vo "Nauchnyy konsul'tant", 2021. 324 p. (In Russian.)
3. Altukhov A. I. Sovremennyye problemy prostranstvennogo razvitiya sel'skogo khozyaystva strany i vozmozhnyye podkhody k ikh resheniyu [Modern problems of spatial development of agriculture in the country and possible approaches to their solution] // Economics of agriculture of Russia. 2021. No. 11. Pp. 2–12. (In Russian.)
4. Altukhov A. I. Prostranstvennomu razvitiyu sel'skogo khozyaystva strany neobkhodim kompleksnyy podkhod [The spatial development of the country's agriculture requires an integrated approach] // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2021. No. 5. Pp. 95–103. (In Russian.)
5. Klimenko A. I., Kholodova M. A., Egorova O. V. et al. Teoretiko-metodologicheskoye obosnovaniye finansovo-ekonomicheskogo obespecheniya protsessov innovatsionno-tekhnologicheskogo razvitiya otrasley sel'skogo khozyaystva RF v usloviyakh integratsionnykh protsessov v mirovoy ekonomike: monografiya [Theoretical and methodological substantiation of financial and economic support for the processes of innovative and technological development of agricultural sectors of the Russian Federation in the context of integration processes in the world economy: monograph]. Rassvet: Izd-vo FBGNU FRANTS, 2021. 160 p. (In Russian.)
6. Stadnik A. T., Shelkovnikov S. A., Lubkova E. M., Shilova A. E. Perspektivnyye napravleniya proizvodstva i pererabotki prodovol'stviya promyshlennom regione: territorial'nyy aspekt [Promising directions of food production and processing in the industrial region: territorial aspect] // International agricultural journal. 2021. Vol. 64. No. 1. Pp. 57–61. (In Russian.)
7. Kholodov O. A., Kholodova M. A., Gorlov I. F., Shakhbazova O. P., Mosolova N. I., Glushenko A. V., Mosolova D. A. Analysis of prospects for the development of dairy cattle breeding in Russia: forecasts and scenarios [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2021. Article number 32023. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45275994> (дата обращения: 18.12.2021).
8. Osnovnyye napravleniya Strategii ustoychivogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda [The main directions of the Strategy of sustainable socio-economic development of the agro-industrial complex of the Russian Federation for the period up to 2030] / I. G. Ushachev, A. G. Poptsov, A. F. Serkov et al ; under the scientific guidance of I. G. Ushachev. Moscow: Sam Poligrafist, 2018. 58 p. (In Russian.)
9. Altukhov A. I., Pashkov A. G., Shut'kov A. A. et al. Osnovnyye napravleniya razmeshcheniya i spetsializatsii sel'skogo khozyaystva Rossii [The main directions of placement and specialization of agriculture in Russia: monograph]. Moscow: Sam poligrafist, 2020. 348 p. (In Russian.)
10. Samygin D. Yu. Kontseptsiya strategicheskogo planirovaniya v sfere prodovol'stvennoy bezopasnosti [The concept of strategic planning in the field of food security] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2021. No. 2. Pp. 14–20. (In Russian.)
11. Semkin A. G., Bykov V. G., Altapov A. V. Formirovaniye elementov strategicheskogo upravleniya i spetsializatsii sub'yektov sel'skokhozyaystvennogo biznesa [Formation of elements of strategic management and specialization of agricultural business entities] // Economics, labor, management in agriculture. 2020. No. 6 (63). Pp. 20–30. (In Russian.)
12. Kolesnikov A., Vasil'eva N. Razmeshcheniye i spetsializatsiya sel'skogo khozyaystva Rossii [Placement and specialization of agriculture in Russia] // AIC: economics, management. 2021. No. 9. Pp. 32–47. (In Russian.)
13. Uzun V., Shagaida N., Lerman Z. Russian agriculture: Growth and institutional challenges // Land Use Policy. 2019. Vol. 83. Pp. 475–487.
14. Usenko L. N., Usenko A. M., Uryadova T. N., Bashkatova T. A., Belyaeva S. V. Monitoring methodology for socio-economic development of a region (through the example of the south of Russia regions) // Espacios. 2017. Vol. 38. No. 23. Pp. 24–29.
15. Altukhov A. I., Semkin A. G., Bykov V. G., Piatinskiy A. S. Strategic areas of distribution and specialization in terms of development of the management of agricultural production // Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Vol. 198. Pp. 805–815.

## Author's information:

Marina A. Kholodova<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of agrarian economics and regulations, ORCID 0000-0001-9808-8263, AuthorID 517993; +7 906 183-90-31, [kholodovama@rambler.ru](mailto:kholodovama@rambler.ru)

<sup>1</sup>Federal Rostov Agricultural Research Center, Rassvet, Russia



**Учредитель и издатель:**

**Уральский государственный аграрный университет**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**

**620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42**



**Уральский государственный  
аграрный университет**

**Founder and publisher:**

**Ural State Agrarian University**

**Address of founder, publisher and editorial board:**

**620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebknecht str.**

**Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»**

**Редакция журнала:**

*А. В. Ручкин* – кандидат социологических наук, шеф-редактор

*О. А. Багрецова* – ответственный редактор

*А. В. Ерофеева* – редактор

*Н. А. Предеина* – верстка, дизайн

**Editorial:**

*A. V. Ruchkin* – candidate of sociological sciences, chief editor

*O. A. Bagretsova* – executive editor

*A. V. Erofeeva* – editor

*N. A. Predeina* – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

Адрес учредителя, издателя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Ответственный редактор: факс (343) 350-97-49.

*E-mail:* agro-ural@mail.ru (для материалов).

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт».

620049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Дата выхода в свет: 28.05.2022 г. Усл. печ. л. 11,8. Авт. л. 9,8.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

