

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

# АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN  
OF THE URALS

2020  
№01 (192)

**Сведения о редакционной коллегии**

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

**Члены редакционной коллегии**

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

**Editorial board**

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

**Editorial Team**

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

**Нас индексируют / Indexed**

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



Food and Agriculture Organization  
of the United Nations



ULRICHSWEB™  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



Содержание

*Агротехнологии*

- Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов* 2  
Способ и срок уборки многолетних бобовых трав на семена
- А. С. Степанов, Т. А. Асеева, К. Н. Дубровин* 10  
Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края)
- Г. Т. Сыздыкова, Т. Ж. Айдарбекова, А. И. Габдулина, С. Ю. Пучкова* 20  
Адаптация сортов яровой твердой пшеницы в степной зоне Акмолинской области
- Е. А. Трабурова, А. М. Конова, А. Ю. Гаврилова, С. М. Зуева, С. М. Чехалков* 28  
Сравнительная характеристика среднеспелых сортов льна-долгунца смоленской селекции

*Биология и биотехнологии*

- О. Д. Голяева* 35  
Интродукция орловских сортов смородины красной в Западно-Сибирский регион
- Н. М. Косяченко, М. В. Абрамова, М. Ю. Лапина* 43  
Характеристика продуктивно-хозяйственных показателей коров ярославской породы различных генотипов
- Ю. И. Левахин, Б. С. Нуржанов, В. А. Рязанов, Е. Б. Джуламанов* 53  
Изменения микробиоценоза рубца, крови и переваримость сухого вещества рациона при введении бычкам совместно с жировой добавкой ультрадисперсных частиц железа
- Л. А. Логвиненко, Е. В. Дунаевская* 60  
Содержание биологически активных веществ в листьях *Myrtus communis* L. в условиях южного берега Крыма
- И. И. Слепцов, В. А. Мачахтырова, Г. Н. Мачахтыров, О. А. Завьялов* 69  
Возрастные особенности элементного статуса скота калмыцкой породы в условиях Якутии
- Ю. А. Степанова* 78  
Свойства вымени и продуктивное долголетие коров разных пород при интенсивной технологии доения

*Экономика*

- Х. А. Дибирова* 86  
Роль интегрированных организаций молокопродуктового подкомплекса Ленинградской области в развитии сельских территорий
- Е. А. Farvazova* 97  
The essence and implementation of the organizational and economic mechanism management of agricultural enterprises: theoretical aspect

Contents

*Agrotechnologies*

- N. I. Kasatkina, I. Sh. Fatykhov* 2  
Method and term for harvesting perennial legume herbs for seeds
- A. S. Stepanov, T. A. Aseyeva, K. N. Dubrovin* 10  
The influence of climatic characteristics and values of NDVI at soybean yield (on the example of the districts of the Primorskiy region)
- G. T. Syzdykova, T. Zh. Aydarbekova, A. I. Gabdulina, S. Yu. Puchkova* 20  
Adaptation of spring durum wheat varieties in the steppe zone of Akmola region
- E. A. Traburova, A. M. Konova, A. Yu. Gavrilova, S. M. Zuyeva, S. M. Chekhalkov* 28  
Comparative characteristics of medium-maturing varieties of fiber-flax of Smolensk selection

*Biology and biotechnologies*

- O. D. Golyayeva* 35  
Introduction of Orel red currant varieties into the West-Siberian region
- N. M. Kosyachenko, M. V. Abramova, M. Yu. Lapina* 43  
Characteristics of the productive-economic indicators of cows of Yaroslavl breed of different genotypes
- Yu. I. Levakhin, B. S. Nurzhanov, V. A. Ryazanov, E. B. Dzhulamanov* 53  
Changes in the microbiocenosis of the rumen and digestibility of the dry matter of the diet with the introduction of gobies together fatty addition of ultrafine iron particles
- L. A. Logvinenko, E. V. Dunayevskaya* 60  
Contents of biologically active substances in the leaves of *Myrtus communis* L. under the conditions of the south Crimea
- I. I. Sleptsov, V. A. Machakhtyrova, G. N. Machakhtyrov, O. A. Zavyalov* 69  
Age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed under conditions of Yakutia
- Yu. A. Stepanova* 78  
Udder properties and productive longevity of cows of different breeds with intensive milking technology

*Economy*

- Kh. A. Dibirova* 86  
Role of integrated organizations in the dairy sub-complex of Leningrad region in rural development.
- E. A. Farvazova* 97  
The essence and implementation of the organizational and economic mechanism management of agricultural enterprises: theoretical aspect

## Способ и срок уборки многолетних бобовых трав на семена

Н. И. Касаткина<sup>1</sup>, И. Ш. Фатыхов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Ижевск, Россия

<sup>2</sup> Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

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

**Аннотация.** Цель исследований – изучение влияния способа и срока уборки на урожайность семян, структуру урожайности, посевные качества семян в урожае козлятника восточного Гале и клевера лугового тетраплоидного Кудесник. **Методы исследований.** Постановка полевого опыта и обобщение результатов исследований выполнены в соответствии с требованиями методик опытного дела. Анализ посевных качеств полученного семенного материала проводился в соответствии с ГОСТ 12038-84 и ГОСТ 12042-80. **Результаты.** Установлено, что в сухую в период уборки погоду на выровненном семенном травостое многолетних бобовых трав основным способом уборка является однофазная уборка. Данный способ способствовал получению 288–299 кг/га семян козлятника восточного Гале (1995–1999 гг.) и 116–120 кг/га семян клевера лугового тетраплоидного Кудесник (2013–2016 гг.). Во влажные годы при высокой биомассе трав целесообразно применение однофазной уборки с предварительной десикацией. Относительно высокая урожайность семян козлятника 331 кг/га при десикации травостоя получена при формировании травостоя с густотой стеблестоя 51 шт/м<sup>2</sup>, количеством бобов на стебле 47 шт., семян в бобе 1,77 шт. Формирование наибольшей урожайности семян клевера лугового тетраплоидного 152 кг/га при десикации посевов происходило в связи с увеличением до 9 шт. количества семян в головке и до 0,023 г массы семян в головке. Десикация семенного травостоя многолетних трав способствовала увеличению лабораторной всхожести полученных семян козлятника до 94 %, массы 1000 семян – до 7,55 г, клевера лугового – до 91 % и 2,53 г соответственно. **Научная новизна.** В условиях Среднего Предуралья выявлена зависимость способа и срока уборки от состояния семенного травостоя многолетней бобовой культуры, погодных условий в период уборки, установлено влияние способа и срока уборки на посевные качества семян.

**Ключевые слова:** козлятник восточный, клевер луговой тетраплоидный, уборка семенного травостоя, десикация, урожайность семян, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, масса 1000 семян.

**Для цитирования:** Касаткина Н. И., Фатыхов И. Ш. Способ и срок уборки многолетних бобовых трав на семена // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-2-9.

**Дата поступления статьи:** 05.11.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Своевременная и качественная уборка – важный этап в комплексе работ по возделыванию многолетних бобовых трав на семенные цели. Трудности в уборке семенных травостоев возникают из-за того, что семена созревают неравномерно и трудно выделяются из цветочных оболочек. Семена бывают маленького размера с незначительной массой по отношению ко всей растительной биомассе. В связи с этим очень затруднено выделение семян из вороха при их обработке на решетках. Семена с половой легко выносятся потоком воздуха [1, с. 90; 2, с. 17; 3, с. 50].

Многие авторы [4, с. 37; 5, с. 6; 6, с. 406] при быстром созревании семян и сухой устойчивой погоде на слабополегшем и малозасоренном травостое многолетних бобовых трав рекомендуют применять однофазную уборку. По мнению других авторов [4, с. 37; 7; 8, с. 456; 9, с. 126; 10, с. 50; 11, с. 33], наиболее перспективным способом уборки семенного травостоя бобовых трав является однофазная уборка с предварительной десикацией, способствующая снижению влажности обмолачиваемой массы, улучшению условий уборки, повышению качества обмолота и

степени вытирания семян, увеличению сбора семян и доли качественных семян в урожае. Двухфазную уборку рекомендуют применять на сильно засоренном или неравномерно созревшем семенном травостое многолетних трав, при значительном количестве так называемого «подгона». При двухфазной уборке влажность обмолачиваемой массы значительно снижается, что способствует улучшению работы комбайна и повышению сбора кондиционных семян. В то же время возрастают потери семян с неподбранными соцветиями в связи с их осыпанием во время скашивания семенников трав в валки и последующего подбора комбайном [5, с. 8; 6, с. 406; 8, с. 456; 11, с. 33].

Таким образом, вопрос выбора способа и срока уборки многолетних бобовых трав на семена остается актуальным и в наши дни. Цель исследований – изучить влияние способа и срока уборки на семенную продуктивность козлятника восточного и клевера лугового тетраплоидного. Задачи исследований: определить урожайность семян изучаемых многолетних бобовых трав, структуру урожайности при изучаемых способах и сроках уборки; оценить посевные качества полученного семенного материала.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Исследования по выявлению влияния способа и срока уборки на семенную продуктивность многолетних бобовых трав проведены в экспериментальном севообороте Удмуртского НИИСХ – структурного подразделения УдмФИЦ УрО РАН в 1995–1999 гг. на козлятнике восточном Гале и в 2013–2016 гг. – на клевере луговом тетраплоидном Кудесник по Методическим указаниям по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав (1986 г.) и Методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (1997 г.). Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны методом дисперсионного анализа, изложенного Б. А. Доспеховым (1985 г.), сопоставлены с результатами исследований ученых НИИ и вузов. Анализ посевных качеств полученного семенного материала проводился в соответствии с ГОСТ 12038-84 и ГОСТ 12042-80.

В основе технологии возделывания козлятника восточного и клевера лугового тетраплоидного на семена в опытах заложены рекомендации, разработанные научными учреждениями для Нечерноземной зоны РФ [3; 4; 5; 6; 8; 12]. Проведено предпосевное внесение минеральных удобрений –  $N_{45}P_{45}K_{45}$ . Перед посевом семена козлятника скарифицировали и обработали ризоторфином в дозе 200 г на гектарную норму семян. Посев козлятника восточного Гале – беспокровный широкорядным способом (60 см) с нормой высева 1,5 млн шт. всхожих семян на 1 га, клевера лугового тетраплоидного Кудесник – под покров яровой пшеницы Свеча обычным рядовым способом (15 см), норма высева – 4 млн шт. всхожих семян на 1 га. Десикация семенных травостоев изучаемых многолетних бобовых трав была проведена препаратом «Реглон» (3 л/га) в соответствии со схемой опыта. Однофазная уборка проведена комбайном «САМПО-130». При уборке двухфазным способом деланки предварительно скосили в валки, затем через 5–7 дней валки обмолотили комбайном. Семенные травостой козлятника убирали на семена в течение четырех лет, клевера – в первый год пользования.

Полевые опыты были заложены на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, характеризующийся очень низким – низким содержанием гумуса (1,9–2,0 %), средне- – слабокислой реакцией почвенного раствора ( $pH_{KCl}$  – 4,8–5,9), высоким – очень высоким содержанием подвижного фосфора (201–430 мг на 1 кг почвы), повышенным – очень высоким содержанием обменного калия (160–320 мг на 1 кг почвы). По метеорологическим условиям вегетационные периоды в годы исследований значительно различались. Из девяти лет исследований влагообеспеченность вегетационного периода трех лет (1996, 2013, 2016) была недостаточной при ГТК 0,63–0,99, четырех лет (1995, 1997, 1998, 2014) – оптимальной при ГТК 1,11–1,53, двух лет (1999, 2015) – избыточной с ГТК 1,55–1,97.

**Результаты (Results)**

Козлятник восточный в вегетационный период накапливает большую растительную массу (30–35 т/га), листья остаются зелеными вплоть до созревания семян. Все это усложняет уборку козлятника на семена и создает дополнительные трудности для работы комбайнов, особен-

но в дождливое время [5, с. 7; 6, с. 406; 8, с. 456; 12, с. 33; 13, с. 14]. В наших исследованиях в условиях засушливого 1996 года урожайность семян козлятника восточного первого года пользования (I г. п.) была относительно низкой – от 45 до 70 кг/га, изучаемые способы и сроки уборки не повлияли на урожайность семян козлятника. В 1997 г. семенная продуктивность козлятника составила 455–691 кг/га. Варианты с обработкой травостоя десикантом с последующей однофазной уборкой, а также с однофазной уборкой на высоком срезе при побурении 95–100 % бобов способствовали увеличению урожайности на 236 и 64 кг/га соответственно при  $HCP_{05}$  50 кг/га в сравнении с урожайностью в контрольном варианте (таблица 1).

В условиях относительно засушливого вегетационного периода 1998 г. на травостое козлятника III г. п. относительно высокую урожайность семян (253 и 242 кг/га соответственно) получили при однофазной уборке на низком и высоком срезе при побурении 95–100 % бобов. В варианте с предварительной обработкой десикантом получено только 196 кг/га семян, т. е. десикация оказалась нецелесообразной. В 1999 г. первая половина вегетационного периода была засушливой, вторая – дождливой. В этих условиях уборка затянулась, травостой полег. Урожайность семян при однофазной уборке на низком срезе при побурении 95–100 % бобов составила 417 кг/га. Из-за полегания травостоя при однофазной уборке на высоком срезе часть растений не захватывались жаткой, вследствие этого урожайность семян составила 299 кг/га, что существенно (на 118 кг/га при  $HCP_{05}$  80 кг/га) ниже урожайности в контроле. Десикация травостоя способствовала повышению урожайности до 376 кг/га. При двухфазной уборке отмечено существенное снижение на 93–89 кг/га урожайности семян по сравнению с урожайностью в варианте с уборкой однофазным способом ( $HCP_{05}$  – 80 кг/га).

В среднем за четыре года пользования травостоем козлятника относительно наибольшая урожайность семян, равная 331 кг/га, была получена при десикации в фазе 80–85% побуревших бобов с последующей однофазной уборкой на низком (15–20 см) срезе, что на 32 кг/га выше аналогичного показателя в контрольном варианте. На момент уборки семенного травостоя козлятника при побурении 80–85 % бобов густота стеблестоя была на уровне 51–55 шт/м<sup>2</sup>. При более поздней уборке отмечено увеличение данного показателя до 59–66 шт/м<sup>2</sup>. Также наблюдали тенденцию увеличения количества бобов на стебле при уборке на низком срезе как однофазным (48 шт.), так и двухфазным (58 шт.) способом. Получению относительно высокой урожайности при десикации посевов с последующей однофазной уборкой способствовало формирование травостоя с густотой стеблестоя 51 шт/м<sup>2</sup>, количеством бобов на стебле 47 шт., количеством семян в бобе 1,77 шт.

Тетраплоидные сорта клевера лугового имеют существенные отличия по морфологическим и физиологическим признакам в сравнении с диплоидными клеверами. Они формируют большую надземную растительную массу, что крайне нежелательно для семенного травостоя, так как усложняет его уборку [2, с. 15; 4, с. 37; 9, с. 126; 10, с. 50; 11, с. 32; 14, с. 314]. В наших исследованиях в условиях 2014 г. семенная продуктивность клевера луго-

Таблица 1

Урожайность семян и ее структура козлятника восточного Гале в зависимости от способа и срока уборки

Способ, срок уборки	Урожайность, кг/га					Структура урожайности		
	Годы				В среднем	Густота стеблестоя, шт/м <sup>2</sup>	Бобов на растении, шт.	Семян в бобе, шт.
	1996	1997	1998	1999				
Однофазная уборка на низком срезе (15–20 см), 95–100 % побуревших бобов (контроль)	68	455	253	417	299	63	48	1,30
Однофазная уборка на высоком срезе (40–60 см), 95–100 % побуревших бобов	70	519	242	299	283	66	44	1,24
Десикация при побурении 80–85 % бобов, однофазная уборка на низком срезе (15–20 см)	59	691	196	376	331	51	47	1,77
Двухфазная уборка на низком срезе (15–20 см), 80–85 % побуревших бобов (контроль)	45	485	–	324	285	55	53	1,19
Двухфазная уборка на низком срезе (15–20 см), 95–100 % побуревших бобов	60	525	–	328	304	59	58	1,12
НСР <sub>05</sub>	16	50	81	80				

Table 1

The yield of seeds and its structure of the eastern galega Gale, depending on the method and term of harvesting

Method and term of harvesting	Yield, kg/ha					Yield structure		
	Years				On average	Density of stalks, pcs/m <sup>2</sup>	Beans on the plant, pcs.	Seeds in the bean, pcs.
	1996	1997	1998	1999				
Single-phase harvesting at a low cut (15–20 cm), 95–100 % of brown beans (control)	68	455	253	417	299	63	48	1.30
Single-phase harvesting at a high cut (40–60 cm), 95–100 % of brown beans	70	519	242	299	283	66	44	1.24
Desiccation at browning of 80–85 % of beans, single-phase harvesting at a low cut (15–20 cm)	59	691	196	376	331	51	47	1.77
Two-phase harvesting at a low cut (15–20 cm), 80–85 % of brown beans (control)	45	485	–	324	285	55	53	1.19
Two-phase harvesting at a low cut (15–20 cm), 95–100 % of brown beans	60	525	–	328	304	59	58	1.12
LSD <sub>05</sub>	16	50	81	80				

вого тетраплоидного Кудесник в зависимости от изучаемых способов и сроков уборки составила 68–140 кг/га. Десикация травостоя в фазе 75–80 % побуревших головок с последующей однофазной уборкой способствовала увеличению урожайности семян на 49 кг/га (53 %) при НСР<sub>05</sub> 6 кг/га в сравнении с урожайностью, полученной в варианте с однофазной уборкой при побурении 90–95 % (контроль). При уборке двухфазным способом при побурении 90–95 % головок урожайность семян была на 30 кг/га (45 %) выше урожайности, полученной при двухфазной уборке в период 75–80 % побуревших головок (контроль). В 2015 г. урожайность семян клевера в зависимости от варианта опыта составила 99–209 кг/га. Относительно наибольшая урожайность (158 и 209 кг/га соответственно) была получена при однофазной уборке в период 75–80 % побуревших головок, а также при десикации в период 75–80 % побуревших головок, что на 18 и 69 кг/га (13 и 49 %) при НСР<sub>05</sub> 15 кг/га выше урожайности, полученной

в контрольном варианте. В засушливых условиях 2016 г. урожайность семян была на уровне 85–118 кг/га, в основном зависела от способа уборки, чем от ее срока. При однофазной уборке урожайность составила 107–118 кг/га, двухфазной – 85–102 кг/га, НСР<sub>05</sub> – 17 кг/га (таблица 2).

В среднем за три года наибольшая урожайность семян 152 кг/га клевера лугового тетраплоидного получена при десикации посевов в период 75–80 % побуревших головок с дальнейшей однофазной уборкой, что выше урожайности в контрольном варианте на 36 кг/га (31 %) при НСР<sub>05</sub> 9 кг/га. При уборке двухфазным способом разница в урожайности семян по вариантам опыта была незначительной – 96–100 кг/га. Относительно наибольшую урожайность семян в варианте с десикацией травостоя клевера в фазе 75–80 % побуревших головок получили в связи с формированием большего на 3 шт. количества семян в головке (9 шт.) и на 0,007 г массы семян в головке (0,023 г). При уборке двухфазным способом в более поздней (90–

## Урожайность семян и ее структура клевера лугового тетраплоидного Кудесник в зависимости от способа и срока уборки

Способ, срок уборки	Урожайность, кг/га				Структура урожайности	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	В среднем	Головок, шт/м <sup>2</sup>	Семян в головке, шт.
Однофазная уборка, 75–80 % побуревших головок	96	158	107	120	1071	6
Десикация в фазе 75–80 % побуревших головок, однофазная уборка	140	209	107	152	1087	9
Однофазная уборка, 90–95 % побуревших головок (контроль)	92	140	118	116	1080	6
Двухфазная уборка, 75–80 % побуревших головок (контроль)	68	136	85	96	920	8
Двухфазная уборка, 90–95 % побуревших головок	98	99	102	100	1216	7
НСР <sub>05</sub>	6	15	17	9	53	

Table 2

## The yield of seeds and its structure of the clover meadow tetraploid Kudesnik, depending on the method and term of harvesting

Method and term of harvesting	Yield, kg/ha				Yield structure	
	2014	2015	2016	On average	Inflorescences, pcs/m <sup>2</sup>	Seeds in the inflorescence, pcs.
Single-phase harvesting, 75–80 % of brown inflorescences	96	158	107	120	1071	6
Desiccation at browning of 75–80 % of brown inflorescences, single-phase harvesting	140	209	107	152	1087	9
Single-phase harvesting, 75–80 % of brown inflorescences (control)	92	140	118	116	1080	6
Two-phase harvesting, 75–80 % of brown inflorescences (control)	68	136	85	96	920	8
Two-phase harvesting, 90–95 % of brown inflorescences	98	99	102	100	1216	7
LSD <sub>05</sub>	6	15	17	9	53	

95% побуревших головок) фазе количество головок было существенно (на 296 шт/м<sup>2</sup> при НСР<sub>05</sub> 53 шт/м<sup>2</sup>) выше данного показателя, полученного в контрольном варианте. В то же время продуктивность соцветия была ниже, выявлена тенденция снижения на 1 шт. обсемененности головки, на 0,002 г массы семян в головке.

Многими авторами [1, с. 91; 7; 15, с. 30] отмечается влияние способа и срока уборки семенного травостоя на посевные качества полученного семенного материала, который представлен биологической совокупностью семян и их фракций. При анализе посевных качеств семян козлятника восточного выявлено, что предварительная десикация травостоя во влажные годы значительно снижала влажность семян при уборке до 23 % в сравнении с влажностью семян 28–30 %, полученных при уборке однофазным способом. Энергия прорастания семян в урожае была на уровне 31–32 % и не зависела от способа и срока уборки. Однако отмечено увеличение лабораторной всхожести до 94 % (на 3 %) при десикации травостоя козлятника с последующей однофазной уборкой и при уборке двухфазным способом на низком срезе при побурении 95–100 % бобов. Масса 1000 семян составила 6,72–7,55 г. Десикация травостоя козлятника с последующей однофазной уборкой, а также двухфазная уборка на низком срезе при побурении 95–100 % бобов способствовала повышению данного показателя на 0,53 и 0,16 г соответственно относительно контрольных вариантов (таблица 3).

Способ и срок уборки клевера лугового тетраплоидного повлияли на энергию прорастания семян в урожае. При десикации посевов клевера в фазе 75–80 % побуревших головок отмечено существенное (на 6 % при НСР<sub>05</sub> 1 %) снижение энергии прорастания семян в сравнении аналогичным показателем (34 %) в контрольном варианте. Относительно наибольшая энергия прорастания семян 36 % была получена при уборке клевера двухфазным способом в более поздний срок. Лабораторная всхожесть семян составила 90–94 %. Отмечено существенное снижение на 2–4 % при НСР<sub>05</sub> 1 % данного показателя в вариантах с однофазной уборкой в фазе 75–80 % побуревших головок с десикацией, а также с двухфазной уборкой в фазе 90–95 % побуревших головок. Доля твердых семян в урожае в контрольном варианте (уборка однофазным способом в период 90–95 % побуревших головок) составила 50 %. Проведение уборки в более ранний период существенно уменьшило твердосемянность на 4 % при НСР<sub>05</sub> 1 %.

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

Таким образом, в условиях Среднего Предуралья в сухую погоду основным способом уборки семенного травостоя многолетних бобовых трав является однофазная уборка, что способствует получению 288–299 кг/га семян козлятника восточного Гале и 116–120 кг/га семян клевера лугового тетраплоидного Кудесник. Во влажные годы при высокой биомассе трав целесообразно применять однофазную уборку с предварительной десикацией или двух-

Таблица 3

## Посевные качества семян в урожае многолетних трав в зависимости от способа и срока уборки

Способ, срок уборки	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %		Масса 1000 семян, г
		Всего	В т. ч. твердых	
<b>Козлятник восточный (в среднем за 1996–1998 гг.)</b>				
Однофазная уборка на низком срезе (15–20 см), 95–100 % побуревших бобов (контроль)	32	91	48	7,02
Однофазная уборка на высоком срезе (40–60 см), 95–100 % побуревших бобов	31	93	50	6,72
Десикация при побурении 80–85 % бобов, однофазная уборка на низком срезе (15–20 см)	32	94	42	7,55
Двухфазная уборка на низком срезе (15–20 см), 80–85 % побуревших бобов (контроль)	32	91	45	7,04
Двухфазная уборка на низком срезе (15–20 см), 95–100 % побуревших бобов	32	94	46	7,20
<b>Клевер луговой тетраплоидный (в среднем за 2014–2016 гг.)</b>				
Однофазная уборка, 75–80 % побуревших головок	33	90	46	2,48
Десикация в фазе 75–80 % побуревших головок, однофазная уборка	28	91	51	2,53
Однофазная уборка, 90–95 % побуревших головок (контроль)	34	94	50	2,66
Двухфазная уборка, 75–80 % побуревших головок (контроль)	31	94	51	2,45
Двухфазная уборка, 90–95 % побуревших головок	36	92	50	2,65
НСР <sub>05</sub>	1	1	1	

Table 3

## Sowing qualities of seeds in the harvest of perennial grasses depending on the method and term of harvesting

Method and term of harvesting	Germination energy, %	Laboratory germination, %		Mass of 1000 seeds, g
		Total	Including solid	
<b>Eastern galega (on average for 1996–1998)</b>				
Single-phase harvesting at a low cut (15–20 cm), 95–100 % of brown beans (control)	32	91	48	7.02
Single-phase harvesting at a high cut (40–60 cm), 95–100 % of brown beans	31	93	50	6.72
Desiccation at browning of 80–85 % of beans, single-phase harvesting at a low cut (15–20 cm)	32	94	42	7.55
Two-phase harvesting at a low cut (15–20 cm), 80–85 % of brown beans (control)	32	91	45	7.04
Two-phase harvesting at a low cut (15–20 cm), 95–100 % of brown beans	32	94	46	7.20
<b>Clover meadow tetraploid (on average for 2014–2016)</b>				
Single-phase harvesting, 75–80 % of brown inflorescences	33	90	46	2.48
Desiccation at browning of 75–80 % of brown inflorescences, single-phase harvesting	28	91	51	2.53
Single-phase harvesting, 75–80 % of brown inflorescences (control)	34	94	50	2.66
Two-phase harvesting, 75–80 % of brown inflorescences (control)	31	94	51	2.45
Two-phase harvesting, 90–95 % of brown inflorescences	36	92	50	2.65
LSD <sub>05</sub>	1	1	1	

фазную уборку при своевременном обмолоте валков. Относительно высокая урожайность семян 331 кг/га козлятника при десикации травостоя получена за счет формирования травостоя с густотой стеблестоя 51 шт/м<sup>2</sup>, количеством бобов на стебле 47 шт., семян в бобе 1,77 шт. Десикация травостоя козлятника снижала влажность семян до 23 %, что облегчало их подработку, увеличивала до 94 % лабо-

раторную всхожесть семян, до 7,55 г массу 1000 семян. Наибольшая урожайность семян 152 кг/га клевера лугового при десикации посевов получена за счет большего количества семян в головке (9 шт.) и массы семян в головке (0,023 г) с лабораторной всхожестью семян 91 %, массой 1000 семян 2,53 г.

## Библиографический список

1. Зарьянова З. А., Кирюхин С. В. Сопряженность семенной продуктивности клевера лугового с его хозяйственными, биологическими и морфологическими признаками // Образование, наука и производство. 2014. № 2. С. 88–91.
2. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Семенная продуктивность клевера лугового тетраплоидного в зависимости от способа и срока уборки // Вестник Новосибирского ГАУ. 2016. № 3 (40). С. 13–18.
3. Нелюбина Ж. С., Фатыхов И. Ш. Зависимость продуктивности козлятника восточного и лядвенца рогатого от способа посева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 4. С. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/49-52>.
4. Данилов В. П., Глинчиков И. М., Штрауб А. А., Агаркова З. В. Возделывание клевера лугового на корм и семена в лесостепи Западной Сибири // Адаптивное кормопроизводство. 2014. № 3. С. 33–38.
5. Зубарев Ю. Н., Фалалеева Л. В., Субботина Я. В., Нечунаев М. Л. Козлятник восточный – культура XXI века // Пермский аграрный вестник. 2016. № 4 (16). С. 4–9.
6. Степанов А. Ф., Христинич В. В., Александрова С. Н. Козлятник восточный: биология, возделывание, использование: монография. Омск: Изд-во Омского ГАУ, 2017. 420 с.
7. Акманаев Э. Д., Елисеев С. Л. Адаптивность позднеспелого и раннеспелых сортов клевера лугового на семена в Среднем Предуралье [Электронный ресурс] // АгроЭкоИнфо. 2017. № 2. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29824341> (дата обращения: 06.05.2019).
8. Нагибин А. Е., Тормозин М. А., Зырянцева А. А. Травы в системе кормопроизводства: монография. Екатеринбург: Уральский ФАНИЦ УрО РАН, Уральский НИИСХ, 2018. 784 с.
9. Переprawo Н. И., Трухан О. В. Семеноводство многолетних трав в России: состояние, проблемы и перспективы // Кормопроизводство в Сибири: достижения, проблемы, стратегия развития: материалы международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2014. С. 121–128.
10. Рекашус Э. С., Курдакова О. В. Новый сорт клевера лугового Надежный и технологические решения его семеноводства // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5 (47). Ч. 6. С. 48–51.
11. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Реакция клевера лугового тетраплоидного на срок и способ уборки // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2018. Т. 63 (№ 2). С. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.29-34>.
12. Пигорев И. Я., Долгополова Н. В., Шомина Е. Ю. Возделывание козлятника восточного в условиях лесостепи Центрального Черноземья // Вестник аграрной науки. 2017. № 6 (69). С. 31–38.
13. Слободяник Т. М., Слободяник Н. С., Чепелев Г. П. Возделывание козлятника восточного в Амурской области: рекомендации. Благовещенск: ООО «ИПК «Одеон», 2016. 16 с.
14. Золотарев В. Н., Переprawo Н. И. Эффективность возделывания многолетних бобовых трав на семена в смесях с мятликовыми культурами // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: международная научная экологическая конференция. Краснодар, 2016. С. 313–319.
15. Бушуева В. И., Ковалевская Л. И., Новоселов М. Ю., Авраменко М. Н. Создание и характеристика нового сорта клевера лугового ГПТТ-Ранний // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 28–32.

## Об авторах:

Надежда Ивановна Касаткина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0725-2254, AuthorID 339584; [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru), +7 (3412) 62-96-98  
Ильдус Шамилович Фатыхов<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ORCID 0000-0003-0579-3284, AuthorID 661633; [agro@izhgsha.ru](mailto:agro@izhgsha.ru)

<sup>1</sup> Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, Ижевск, Россия

<sup>2</sup> Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

## Method and term for harvesting perennial legume herbs for seeds

N. I. Kasatkina<sup>1</sup>✉, I. Sh. Fatykhov<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

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

**Abstract.** The purpose of the research is to study the influence of the method and term of harvesting on seed yield, yield structure, sowing qualities of seeds in the harvest of Eastern galega Gale and meadow tetraploid clover Kudesnik. **Research methods.** The field experimentation and the generalization of research results were performed in accordance with the requirements of methodology of experimental work. The analysis of sowing qualities of the obtained seed material was carried out in accordance with GOST 12038-84 and GOST 12042-80. **Results.** It was established that in dry weather during harvesting on

aligned seed grass stand of perennial leguminous grasses, the main method is single-phase harvesting. This method contributed to the production of 288–299 kg/ha of Eastern galega Gale goat seeds (1995–1999) and 116–120 kg/ha of meadow tetraploid clover Kudensnik seeds (2013–2016). In wet years with high biomass of herbs, it is advisable to use single-phase harvesting with preliminary desiccation. A relatively high yield of galega seeds 331 kg/ha was obtained during desiccation of the grass stand, during the formation of the grass stand with the plant density – 51 pcs/m<sup>2</sup>, the number of beans on the stem – 47 pcs., the seeds in the bean – 1.77 pcs. The formation of the highest seed yield of meadow tetraploid clover 152 kg/ha during desiccation of crops occurred in connection with an increase in the number of seeds in the head to 9 pcs. and the mass of seeds in the head to 0.023 g. Desiccation of the seed grass stand of perennial grasses contributed to an increase in laboratory germination of the obtained galega seeds to 94 % and a mass of 1000 seeds to 7.55 g, meadow clover to 91 % and 2.53 g, respectively. **Scientific novelty.** In the conditions of the Middle Urals, the dependence of the method and term of harvesting on the state of the seed grass stand of perennial leguminous crops, weather conditions during the harvesting period is revealed, the influence of the method and term of harvesting on the sowing qualities of seeds is established.

**Keywords:** eastern galega, clover meadow tetraploid, seed grass stand harvesting, desiccation, seed yield, germination energy, laboratory germination, mass of 1000 seeds.

**For citation:** Kasatkina N. I., Fatykhov I. Sh. Sposob i srok uborki mnogoletnikh bobovykh trav na semena [Method and term for harvesting perennial legume herbs for seeds] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-2-9. (In Russian.)

**Paper submitted:** 05.11.2019.

### References

- Zar'yanova Z.A., Kiryukhin S.V. Sopryazhennost' semennoy produktivnosti klevera lugovogo s ego khozyaystvennymi, biologicheskimi i morfologicheskimi priznakami [Contingency of seed productivity of meadow clover with its economic, biological and morphological features] // Obrazovanie, nauka i proizvodstvo. 2014. No. 2. Pp. 88–91. (In Russian.)
- Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. Semennaya produktivnost' klevera lugovogo tetraploidnogo v zavisimosti ot sposoba i sroka uborki [Seed production of red clover tetraploid depending on the method and term of harvest] // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016. No. 3 (40). Pp. 13–18. (In Russian.)
- Nelyubina Zh. S., Fatykhov I. Sh. Zavisimost' produktivnosti kozlyatnika vostochnogo i lyadventa rogatogo ot sposoba poseva [The dependence of the productivity of the Eastern galega and the birds-foot trefoil on the sowing method] // Vestnik Rossijskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. No. 4. Pp. 49–52. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/49-52>. (In Russian.)
- Danilov V. P., Glinchikov I. M., Shtraub A. A., Agarkova Z. V. Vozdelyvanie klevera lugovogo na korm i semena v lesostepi Zapadnoy Sibiri [Cultivation of meadow clover for fodder and seeds in the forest-steppe of Western Siberia] // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2014. No. 3. Pp. 33–38. (In Russian.)
- Zubarev Yu. N., Falaleeva L. V., Subbotina Ya. V., Nechunaev M. L. Kozlyatnik vostochnyy – kul'tura XXI veka [Eastern galega – the culture of the XXI century] // Permskiy agrarnyy vestnik. 2016. No. 4 (16). Pp. 4–9. (In Russian.)
- Stepanov A. F., Khristich V. V., Aleksandrova S. N. Kozlyatnik vostochnyy: biologiya, vzdelyvanie, ispol'zovanie [Eastern galega: biology, cultivation, use]: monograph. Omsk: Publishing house of the Omsk State Agrarian University, 2017. 420 p. (In Russian.)
- Akmanayev E. D., Eliseev S. L. Adaptivnost' pozdnespelogo i rannespelykh sortov klevera lugovogo na semena v Srednem Predural'e [Adaptability of late-ripening and early-ripening varieties of meadow clover for seeds in the Middle Cis-Urals region] [e-resource] // AgroEcoInfo. 2017. No. 2. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29824341> (appeal date: 06.05.2019). (In Russian.)
- Nagibin A. E., Tormozin M. A., Zyryantseva A. A. Travy v sisteme kormoproizvodstva [Herbs in the fodder production system]: monograph. Ekaterinburg: Ural Ural Federal Agrarian Research Center of UB RAS, Ural Agricultural Research Institute, 2018. 784 p. (In Russian.)
- Perepravo N. I., Trukhan O. V. Semenovodstvo mnogoletnikh trav v Rossii: sostoyanie, problemy i perspektivy [Seed production of perennial grasses in Russia: status, problems and prospects] // Kormoproizvodstvo v Sibiri: dostizheniya, problemy, strategiya razvitiya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Novosibirsk, 2014. Pp. 121–128. (In Russian.)
- Rekashus E. S., Kurdakova O. V. Novyy sort klevera lugovogo Nadezhnyy i tekhnologicheskie resheniya ego semenovodstva [New variety of meadow clover Nadezhnyi and technological solutions for its seed production] // International Research Journal. 2016. No. 5 (47). P. 6. Pp. 48–51. (In Russian.)
- Kasatkina N. I., Nelyubina Zh. S. Reaktsiya klevera lugovogo tetraploidnogo na srok i sposob uborki [Reaction of tetraploid red clover on method and term of harvest seed of grass] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018. V. 63 (No. 2). Pp. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.29-34>. (In Russian.)
- Pigorev I. Ya., Dolgoplova N. V., Shomina E. Yu. Vozdelyvanie kozlyatnika vostochnogo v usloviyakh lesostepi Tsentral'nogo Chernozem'ya [Cultivation of the eastern galega in the conditions of the forest-steppe of the Central Black Soil Region] // Vestnik agrarnoy nauki, 2017. No. 6 (69). Pp. 31–38. (In Russian.)

13. Slobodyanik T. M., Slobodyanik N. S., Chepelev G. P. Vozdelyvanie kozlyatnika vostochnogo v Amurskoy oblasti: rekomendatsii [Cultivation of the eastern galega in the Amur region: recommendations]. Blagoveshchensk: LLC "IPK "Odeon", 2016. 16 p. (In Russian.)

14. Zolotarev V. N., Perepravo N. I. Effektivnost' vozdelyvaniya mnogoletnikh bobovykh trav na semena v smesyakh s myatlikovymi kul'turami [Efficiency of cultivation of perennial leguminous grasses as seeds in mixtures with bluegrass crops] // Sovmeshchennye posevy polevykh kul'tur v sevooborote agrolandshafta: Mezhdunarodnaya nauchnaya ekologicheskaya konferentsiya. Krasnodar, 2016. Pp. 313–319. (In Russian.)

15. Bushueva V. I., Kovalevskaya L. I., Novoselov M. Yu., Avramenko M. N. Sozdanie i kharakteristika novogo sorta klevera lugovogo GPTT-Ranniy [Creation and characterization of a new variety of clover meadow GPTT-Ranniy] // Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii. 2018. No. 1. Pp. 28–32.

***Authors' information:***

Nadezhda I. Kasatkina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0003-0725-2254, AuthorID 339584; [ugniish-nauka@yandex.ru](mailto:ugniish-nauka@yandex.ru), +7 (3412) 62-96-98

Ildus Sh. Fatykhov<sup>2</sup>, doctor of agricultural sciences, professor, ORCID 0000-0003-0579-3284, AuthorID 661633; [agro@izhgsha.ru](mailto:agro@izhgsha.ru)

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

<sup>2</sup> Izhevsk State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

## Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края)

А. С. Степанов<sup>1</sup>✉, Т. А. Асеева<sup>1</sup>, К. Н. Дубровин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный НИИ сельского хозяйства, Восточное, Россия

<sup>2</sup> Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, Россия

✉ E-mail: stepanxx@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность исследования. Соя является одной из ключевых культур мирового сельского хозяйства; в последнее время производство сои активно развивается на территории российского Дальнего Востока. Для решения практических задач, связанных с производством сои, в том числе планирования посевных площадей и экспортных операций субъектами ДФО, необходимо с достаточной точностью прогнозировать урожайность сельскохозяйственной культуры. **Цель исследования** – определить факторы, влияющие на урожайность культуры, установить взаимосвязь между этими показателями и урожайностью, а также оценить точность предложенной модели. **Методы исследования.** На примере Ханкайского, Хорольского, Михайловского и Октябрьского районов Приморского края рассмотрены показатели, характеризующие климатические особенности муниципальных образований, а также данные дистанционного зондирования Земли за период 2008–2018 гг. Метеорологические характеристики территорий и значения индексов вегетации получены с использованием системы «VEGA-Science», дополнительно рассчитаны интегральные коэффициенты, при этом взаимно коррелирующие показатели исключены из регрессионной модели. **Основным результатом исследования** является многофакторная регрессионная модель, где в качестве зависимой переменной выступает среднегодовая урожайность сои, а независимых переменных – максимум среди еженедельных композитов вегетационного индекса NDVI пахотных земель, гидротермический коэффициент, продолжительность вегетационного периода, средняя годовая влажность и сумма температур верхнего слоя почвы. Средняя абсолютная ошибка модели составляет: для Ханкайского района 11,0 %, Хорольского района – 4,8 %, Октябрьского района – 9,5 %, Михайловского района – 8,9 %. **Научная новизна и практическая значимость.** Для прогнозирования урожайности сои на Дальнем Востоке разработана регрессионная модель, предполагающая использование климатических характеристик и значений NDVI пахотных полей по муниципальному образованию. В целом предложенные модели с заявленным уровнем точности могут быть использованы для прогнозирования урожайности сои, а также для принятия управленческих решений на региональном и муниципальном уровнях.

**Ключевые слова:** соя, урожайность, Приморский край, климатические характеристики, регрессионная модель, дистанционное зондирование, NDVI.

**Для цитирования:** Степанов А. С., Асеева Т. А., Дубровин К. Н. Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края) // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19.

**Дата поступления статьи:** 22.11.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время соя является одной из ключевых сельскохозяйственных культур в мировом агропромышленном комплексе [1, с. 40; 2, с.78]. За последние 10 лет мировое потребление сои выросло приблизительно в 1,6 раза, при этом валовой сбор культуры в РФ увеличился более чем в 5 раз (с 0,7 до 3,6 млн тонн в 2008–2018 гг.). На территории Дальневосточного федерального округа (ДФО) соя является основной возделываемой культурой, на долю четырех южных регионов ДФО в 2018 г. приходилось более 50 % общей площади посевов сои в России

[3, с. 168; 4]. В соответствии со стратегией социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона до 2025 г. планируется повысить в том числе роль экспортной составляющей в производстве сои, для чего необходимо решить задачу планирования необходимых посевных площадей с использованием современных методов прогнозирования урожайности культуры [5, с. 9; 6, с. 4290].

В последнее время для прогнозирования урожайности культур на районном или региональном уровне наряду с традиционными трендовыми методами и методами года-

аналога применяются регрессионные модели, где в качестве независимых переменных используются показатели, характеризующие климат, а также данные, полученные с помощью методов дистанционного зондирования Земли из космоса [7, с. 70; 8, с. 18; 9, с. 198; 10, с. 176; 11, с. 15]. Основными показателями, отражающими состояние растительности пахотных земель в определенный момент времени, являются рассчитанные по спутниковым снимкам значения вегетационных индексов [12, с. 65; 13, с. 174; 14, с. 67]. В то же время совокупность метеорологических факторов, включающая в себя как отдельные показатели, например температуру и влажность, так и интегральные характеристики климата, определяет условия производства и продуктивности сельскохозяйственных культур муниципального образования [15, с. 55; 16, с. 534]. Различия в значениях климатических показателей соседних муниципалитетов особенно характерны для дальневосточных регионов в связи со значительной площадью субъектов федерации и их структурных единиц. На особенности формирования микроклимата оказывают влияние сложный рельеф региона и специфика муссонного климата, что в первую очередь отражается на пахотных землях Приморского и Хабаровского краев [17, с. 1774].

Актуальность поиска оптимальной регрессионной модели для оценки урожайности сои в Приморье обусловлена тем, что соя является основным объектом культивирования практически во всех земледельческих районах территории. При этом Приморский край занимает второе место в РФ по общей площади посевов сои – в 2018 г

доля посевной площади сои составила практически 11 % от общероссийского значения. Также Приморский край характеризуется наиболее высоким ростом как валового сбора, так и посевных площадей сои (соответственно 140 % и 91 % в 2018 г. по отношению к 2012 г.) среди дальневосточных регионов, входящих в топ-10 производителей сои в РФ.

Таким образом, построение и оценка точности модели для прогнозирования урожайности сои в муниципальных образованиях Приморского края является актуальной задачей, решение которой имеет большое теоретическое и народнохозяйственное значение для всех соеопроизводящих регионов Дальнего Востока.

#### Методология и методы исследования (Methods)

В качестве объектов исследования рассматривались пахотные земли муниципальных районов Приморского края. Как видно из таблицы 1, в 2018 г. первые четыре места по посевной площади сои занимали Ханкайский, Хорольский, Михайловский и Спасский районы. В 2008–2014 гг. на четвертой позиции в Приморском крае находился Октябрьский район. При этом, как следует из таблицы 1, доля сои в общих посевах лидирующих муниципалитетов возросла с 45–58 % в 2012 г. до 61–80 % в 2018 г.

Для расчетов урожайности сои в четырех районах Приморского края – Ханкайском, Хорольском, Михайловском и Октябрьском (рис. 1) – использовались данные показателей муниципальных образований, в частности посевных площадей и валового сбора сои в период с

Таблица 1  
Посевная площадь сои в разных муниципальных районах Приморского края в 2012 и 2018 гг.

Муниципальный район Приморского края	Посевная площадь сои, га		Общая посевная площадь, га		Доля сои в общих посевах, %	
	2012	2018	2012	2018	2012	2018
Ханкайский	19 428	44 973	42 010	56 378	46,2	79,8
Хорольский	21 925	44 535	48 447	61 830	45,3	72,0
Михайловский	24 494	42 372	42 060	66 340	58,2	63,9
Спасский	11 201	30 568	23 453	43 627	47,8	70,1
Октябрьский	15 525	25 111	33 270	41 262	46,7	60,9
Черниговский	10 637	18 341	23 098	26 346	46,1	69,6
Кировский	10 528	16 851	22 403	25 704	47,0	65,6
Пограничный	12 909	16 129	20 038	25 145	64,4	64,1
Дальнереченский	5 268	14 296	9 060	15 399	58,1	92,8

Table 1  
Soybean sown area in different municipal areas of Primorsky Region in 2012 and 2018

Municipal district	Soybean sown area, ha		Total sown area, ha		Share of soybean in total crops, %	
	2012	2018	2012	2018	2012	2018
Khankayskiy	19 428	44 973	42 010	56 378	46.2	79.8
Khorol'skiy	21 925	44 535	48 447	61 830	45.3	72.0
Mikhaylovskiy	24 494	42 372	42 060	66 340	58.2	63.9
Spasskiy	11 201	30 568	23 453	43 627	47.8	70.1
Oktyabr'skiy	15 525	25 111	33 270	41 262	46.7	60.9
Chernigovskiy	10 637	18 341	23 098	26 346	46.1	69.6
Kirovskiy	10 528	16 851	22 403	25 704	47.0	65.6
Pogranichnyy	12 909	16 129	20 038	25 145	64.4	64.1
Dalnerechenskiy	5 268	14 296	9 060	15 399	58.1	92.8

2008 по 2018 гг. [18]. Спутниковые и метеорологические данные за этот же период по исследуемым районам были получены с использованием информационной системы «VEGA-Science» [19, с. 581; 20, с. 12]. Для оценки эффективности роста растительной биомассы использовались еженедельные значения композитов вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) пахотных земель региона (обозначены на рис. 1 желтым цветом).

Индекс NDVI является наиболее распространенным показателем фотосинтетически активной биомассы и характеризует состояние растительности, в том числе пахотных земель. Для вычисления данного индекса применяется формула:

$$NDVI = \frac{PN - PR}{PN + PR},$$

где  $PN$  – значение отражения в инфракрасной области спектра;

$PR$  – значение отражения в красной области спектра.

Таким образом, для построения регрессионной модели нами рассматривались следующие показатели:

$y$  – среднегодовая урожайность сои по муниципальному образованию, ц/га;

$x_1$  – максимальное значение среди еженедельных композитов вегетационного индекса NDVI по массе пахотных земель муниципального образования;

$x_2$  – гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), который вычисляется по формуле:

$$ГТК = \frac{10 \sum P_{T>10^{\circ}}}{\sum T_{>10^{\circ}}},$$

где  $\sum P_{T>10^{\circ}}$  – сумма осадков (мм) и  $\sum T_{>10^{\circ}}$  – сумма среднесуточных температур приземного слоя воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) за период с  $T > 10^{\circ}\text{C}$ ;

$x_3$  – индекс биологической эффективности климата (БЭК), который находится так:

$$БЭК = \frac{0,01 \sum P \sum T_{>10^{\circ}}}{\sum_{i=1}^{12} 0,0018(25 + t_i)^2 (100 - f_i)},$$

где  $\sum P$  – сумма годового количества осадков (мм),  
 $t_i$  – среднемесячная температура приземного слоя воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ,

$f_i$  – среднемесячная относительная влажность воздуха, %;

$x_4$  – число дней вегетационного периода в календарном году;

$x_5$  – индекс сухости Будыко, вычисляется по формуле:

$$ИС = \frac{0,18 \sum T_{>10^{\circ}}}{\sum P};$$

$x_6$  – суммарная годовая температура почвы (слой 0–10 см),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$x_7$  – средняя годовая влажность почвы (слой 0–10 см), %;

$x_8$  – средняя годовая влажность почвы (слой 10–40 см), %.

Многофакторная регрессионная модель строилась в следующем виде:

$$y = b + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 + a_8x_8$$

с последующим удалением взаимно коррелирующих факторов. Для оценки точности модели рассчитывался показатель MAPE (Mean absolute percentage error) – средняя абсолютная ошибка модели по данным 2008–2017 гг., выраженная в процентах. Ошибка прогнозирования (Absolute percentage error) определялась сравнением фактического показателя урожайности сои в муниципальном районе в 2018 г. со смоделированным значением, полученным по данным 2007–2017 гг., и рассчитывалась по формуле:

$$APE_{2018} = \frac{|y_{2018}^{прогноз} - y_{2018}^{факт}|}{y_{2018}^{факт}} 100.$$

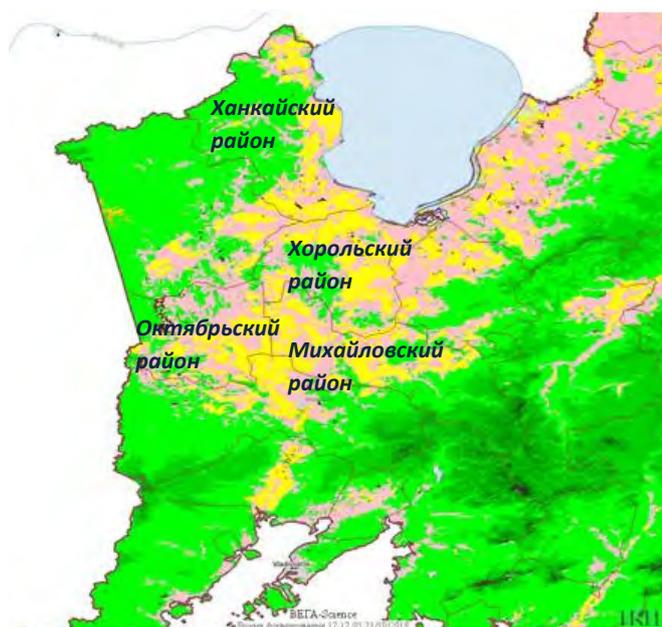


Рис. 1. Пахотные земли юго-запада Приморского края в 2018 г.

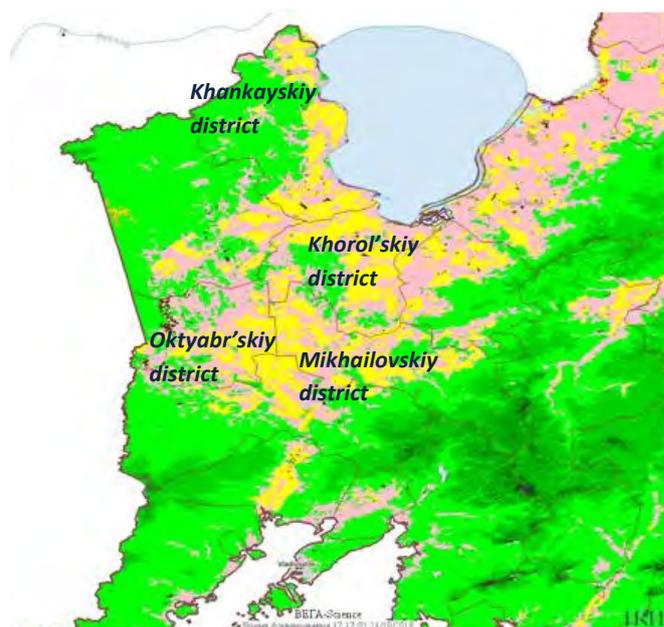


Fig. 1. Sown areas of south-western Primorskiy region in 2018

**Результаты (Results)**

Для пахотных земель каждого из четырех исследуемых муниципальных образований Приморского края в период с 2008 по 2017 гг. по значениям еженедельных композитов NDVI были определены максимальные значения для каждого года. При этом было установлено, что для всех районов выраженный максимум приходился на 30–32 календарные недели. В таблице 2 для Ханкайского района представлены численные значения урожайности сои, а также показателей, влияющих на урожайность культуры.

Как видно из таблицы 2, урожайность является достаточно вариабельным показателем, коэффициент вариации составляет 22,2. Из независимых переменных модели высокий коэффициент вариации характерен для интегральных показателей ( $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_5$ ). Наименьшим образом варьируют  $x_1$  и  $x_4$ : коэффициенты вариации соответственно равны 3,3 % и 2,9 %.

При анализе таблицы 3 можно сделать вывод, что некоторые показатели находятся в достаточно высокой корреляционной зависимости. Так, поскольку  $x_2$  коррелирует с  $x_3$  и  $x_8$ , а  $x_7$  коррелирует с  $x_8$ , в качестве независимых переменных регрессионной модели целесообразно оставить только один из двух показателей, характеризующих влажность почвы, и в качестве интегральной климатической характеристики сохранить в модели ГТК. Индекс сухости Будько находится в обратной корреляционной зависимости с  $x_2$  и  $x_3$ , поэтому также должен быть исключен из уравнения регрессии. С помощью данной матрицы корреляций также возможно предварительно охарактеризовать влияние показателей на урожайность сои в Ханкайском районе. Так, максимальные значения NDVI, индекс ГТК и влажность почвы находятся в прямой зависимости от средней урожайности культуры.

Таблица 2

**Численные значения урожайности сои, максимума индекса NDVI и метеорологических характеристик для Ханкайского района в 2008–2018 гг.**

	у	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
2008	8,13	0,77	1,61	24,6	154	0,66	1 956	25,2	25,2
2009	6,80	0,796	1,47	28,2	156	0,60	1 600	26,8	24,1
2010	10,67	0,789	1,63	34,8	148	0,56	1 437	31,6	27,1
2011	8,67	0,784	1,24	20,1	150	0,87	1 805	29,0	25,9
2012	9,23	0,829	1,60	31,7	155	0,66	1 537	27,2	25,7
2013	6,62	0,777	1,97	39,4	153	0,59	1 497	33,4	30,9
2014	10,81	0,775	1,67	28,8	160	0,69	1 660	32,4	30,6
2015	8,37	0,787	1,63	28,9	157	0,69	1 788	28,8	27,7
2016	11,51	0,791	2,20	42,3	149	0,51	1 560	31,0	28,9
2017	13,03	0,819	1,83	27,2	150	0,66	1 751	29,8	28,7
2018	12,14	0,855	2,04	35,1	161	0,60	1 686	29,8	29,1
$x_{cp}$	9,63	0,797	1,72	31,0	154	0,65	1 662	29,5	27,6
$\sigma$	2,14	0,03	0,27	6,5	4	0,09	155	2,5	2,2
V, %	22,2	3,3	15,9	21,0	2,9	14,5	9,3	8,4	8,1

Table 2

**Numerical values of soybean yield, maximum NDVI index and meteorological characteristics for Khankayskiy district in 2008–2018**

	у	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
2008	8.13	0.77	1.61	24.6	154	0.66	1 956	25.2	25.2
2009	6.80	0.796	1.47	28.2	156	0.60	1 600	26.8	24.1
2010	10.67	0.789	1.63	34.8	148	0.56	1 437	31.6	27.1
2011	8.67	0.784	1.24	20.1	150	0.87	1 805	29.0	25.9
2012	9.23	0.829	1.60	31.7	155	0.66	1 537	27.2	25.7
2013	6.62	0.777	1.97	39.4	153	0.59	1 497	33.4	30.9
2014	10.81	0.775	1.67	28.8	160	0.69	1 660	32.4	30.6
2015	8.37	0.787	1.63	28.9	157	0.69	1 788	28.8	27.7
2016	11.51	0.791	2.20	42.3	149	0.51	1 560	31.0	28.9
2017	13.03	0.819	1.83	27.2	150	0.66	1 751	29.8	28.7
2018	12.14	0.855	2.04	35.1	161	0.60	1 686	29.8	29.1
$x_{cp}$	9.63	0.797	1.72	31.0	154	0.65	1 662	29.5	27.6
$\sigma$	2.14	0.03	0.27	6.5	4	0.09	155	2.5	2.2
V, %	22.2	3.3	15.9	21.0	2.9	14.5	9.3	8.4	8.1

Таблица 3

## Матрица корреляций показателей регрессионной модели для Ханкайского района

	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>
y	1,00	0,51	0,52	0,15	-0,07	-0,13	0,02	0,30	0,35
x <sub>1</sub>	0,51	1,00	0,17	0,30	0,10	-0,31	-0,26	-0,15	-0,08
x <sub>2</sub>	0,52	0,17	1,00	<u>0,73</u>	-0,05	-0,64	-0,31	0,66	<u>0,82</u>
x <sub>3</sub>	0,15	0,30	<u>0,73</u>	1,00	-0,05	<u>-0,73</u>	-0,66	0,54	0,57
x <sub>4</sub>	-0,07	0,10	-0,05	-0,05	1,00	0,41	0,28	-0,26	0,11
x <sub>5</sub>	-0,13	-0,31	-0,64	<u>-0,73</u>	0,41	1,00	0,63	-0,35	-0,24
x <sub>6</sub>	0,02	-0,26	-0,31	-0,66	0,28	0,63	1,00	-0,54	-0,25
x <sub>7</sub>	0,30	-0,15	0,66	0,54	-0,26	-0,35	-0,54	1,00	<u>0,85</u>
x <sub>8</sub>	0,35	-0,08	<u>0,82</u>	0,57	0,11	-0,24	-0,25	<u>0,85</u>	1,00

Table 3

## Regression model correlation matrix for Khankayskiy district

	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>	x <sub>8</sub>
y	1.00	0.51	0.52	0.15	-0.07	-0.13	0.02	0.30	0.35
x <sub>1</sub>	0.51	1.00	0.17	0.30	0.10	-0.31	-0.26	-0.15	-0.08
x <sub>2</sub>	0.52	0.17	1.00	<u>0.73</u>	-0.05	-0.64	-0.31	0.66	<u>0.82</u>
x <sub>3</sub>	0.15	0.30	<u>0.73</u>	1.00	-0.05	<u>-0.73</u>	-0.66	0.54	0.57
x <sub>4</sub>	-0.07	0.10	-0.05	-0.05	1.00	0.41	0.28	-0.26	0.11
x <sub>5</sub>	-0.13	-0.31	-0.64	<u>-0.73</u>	0.41	1.00	0.63	-0.35	-0.24
x <sub>6</sub>	0.02	-0.26	-0.31	-0.66	0.28	0.63	1.00	-0.54	-0.25
x <sub>7</sub>	0.30	-0.15	0.66	0.54	-0.26	-0.35	-0.54	1.00	<u>0.85</u>
x <sub>8</sub>	0.35	-0.08	<u>0.82</u>	0.57	0.11	-0.24	-0.25	<u>0.85</u>	1.00

Уравнение множественной регрессии, характеризующее зависимость урожайности сои в Ханкайском районе от включенных в модель показателей, построенное по данным 2008–2017 гг., имеет следующий вид:

$$y = -60,5 + 72,9x_1 + 1,53x_2 - 0,13x_4 + 0,008x_6 + 0,5x_7,$$

при этом коэффициент детерминации составляет 0,56.

На рис. 2 представлены фактические значения средней урожайности сои в Ханкайском районе в 2008–2018 гг., смоделированные значения в период 2007–2017 гг., а также прогноз урожайности на 2018 г.

Проведенная оценка точности модели показала, что средняя абсолютная ошибка модели находилась на уровне 11 %, а ошибка прогнозирования с использованием регрессионной модели на 2018 г. составила 12,8 %.

Достаточно высокое значение МАРЕ для Ханкайского района обусловлено в том числе и тем, что вариабельность урожайности в сравнении с показателями других ведущих муниципальных образований – производителей сои – имеет наибольшую величину (таблица 4). Так, в Октябрьском и Михайловском районах коэффициент вариации не превышает 19 %, а в Хорольском районе – 13 %.

Средняя продолжительность вегетационного периода в Михайловском и Ханкайском районах в 2008–2018 гг. составляла соответственно 152 и 154 дня, а в Хорольском

и Октябрьском районах – 162 и 164. Наиболее высокая средняя влажность почвы характерна для Михайловского района, при этом в среднем суммарная температура почвы в этом муниципалитете наиболее низкая (1345 °С). Средние значения ГТК в Михайловском и Ханкайском районах были существенно выше, чем соответствующие показатели для Октябрьского и Хорольского районов.

В таблице 5 представлены значения коэффициентов множественной регрессии, а также оценка точности модели для четырех муниципалитетов Приморского края. Коэффициенты детерминации составили соответственно 0,56; 0,82; 0,74 и 0,58 для Ханкайского, Хорольского, Михайловского и Октябрьского районов. Значения МАРЕ для Михайловского и Октябрьского районов находились на уровне 8,9 % и 9,5 %, соответствующий показатель для Хорольского района был равен 4,8 %. При этом ошибка расчета прогнозного значения урожайности сои в 2018 г. была наиболее высока именно в Хорольском районе, что было вызвано влиянием на урожайность сои разных факторов, в том числе агротехнических. Ошибка прогноза урожайности сои в 2018 г. в Михайловском и Октябрьском районах находилась на уровне точности модели – 6,6 % и 14,4 % соответственно.

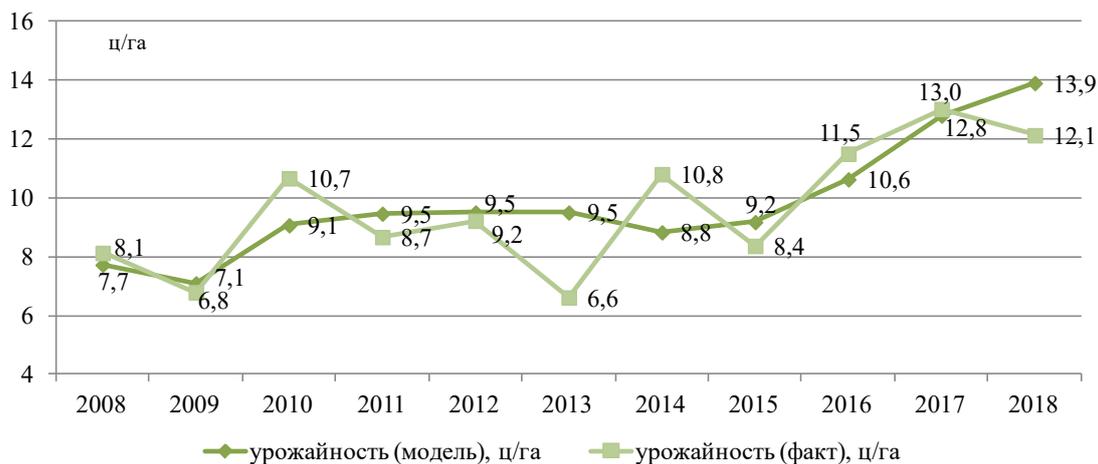


Рис. 2. Фактическая и смоделированная урожайность сои (ц/га) в Ханкайском районе в период с 2008 по 2018 гг.

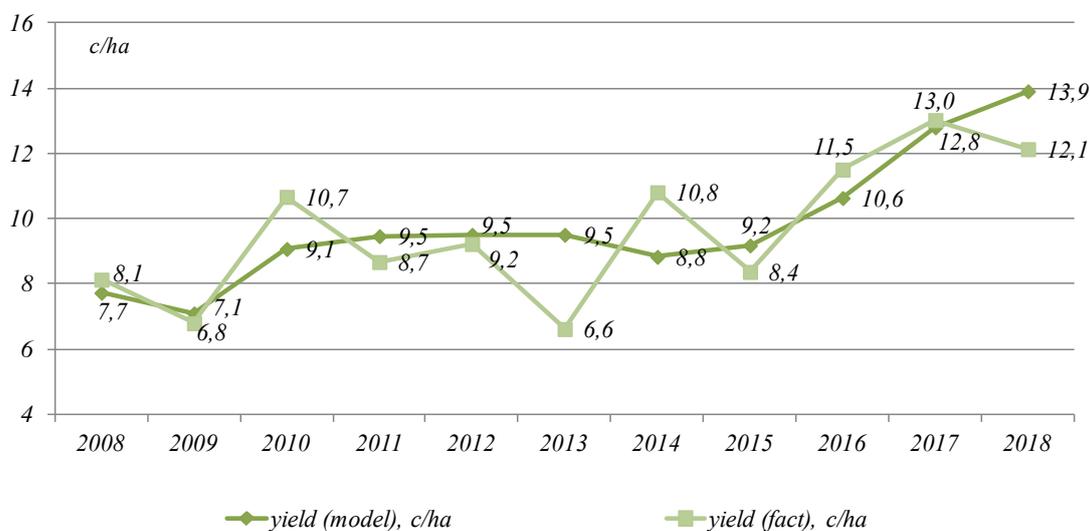


Fig. 2. Fact and model soybean yield (c/ha): Khankayskiy district, 2008–2018

Таблица 4

Статистические характеристики основных показателей, вошедших в регрессионную модель для четырех муниципальных образований Приморского края (по данным 2008–2018 гг.)

Статистические характеристики	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>
<b>Октябрьский</b>						
Мин.	9,4	0,753	0,70	153	1375,8	23,8
Макс.	15,3	0,835	1,69	175	1936	31,9
X <sub>ср</sub>	12,4	0,787	1,27	164	1619	28,4
V, %	17,3	2,9	25,3	4,1	10,5	8,8
<b>Хорольский</b>						
Мин.	8,2	0,740	0,91	151	1419,6	23,1
Макс.	13,9	0,840	2,06	177	2038	33,2
X <sub>ср</sub>	11,5	0,781	1,56	162	1623	29,1
V, %	12,8	3,4	22,4	4,7	10,4	10,4
<b>Михайловский</b>						
Мин.	9,1	0,748	1,39	141	1187,8	25,3
Макс.	17,0	0,822	2,50	167	1602	37,0
X <sub>ср</sub>	13,7	0,774	1,94	152	1345	33,2
V, %	18,5	3,5	19,9	4,6	11,1	9,6
<b>Ханкайский</b>						
Мин.	6,6	0,770	1,24	148	1437,0	25,2
Макс.	13,0	0,855	2,20	161	1956	33,4
X <sub>ср</sub>	9,6	0,797	1,72	154	1662	29,5
V, %	22,2	3,3	15,9	2,9	9,3	8,4

Table 4  
Statistical characteristics of the main indicators included in the regression model for four municipalities of the Primorskiy region (2008–2018)

Characteristics	y	$x_1$	$x_2$	$x_4$	$x_6$	$x_7$
<b>Oktyabr'skiy</b>						
Min.	9.4	0.753	0.70	153	1375.8	23.8
Max.	15.3	0.835	1.69	175	1936	31.9
$X_{cp}$	12.4	0.787	1.27	164	1619	28.4
V, %	17.3	2.9	25.3	4,1	10.5	8.8
<b>Khorol'skiy</b>						
Min.	8.2	0.740	0.91	151	1419.6	23.1
Max.	13.9	0.840	2.06	177	2038	33.2
$X_{cp}$	11.5	0.781	1.56	162	1623	29.1
V, %	12.8	3.4	22.4	4.7	10.4	10.4
<b>Mikhailovskiy</b>						
Min.	9.1	0.748	1.39	141	1187.8	25.3
Max.	17.0	0.822	2.50	167	1602	37.0
$X_{cp}$	13.7	0.774	1.94	152	1345	33.2
V, %	18.5	3.5	19.9	4.6	11.1	9.6
<b>Khankayskiy</b>						
Min.	6.6	0.770	1.24	148	1437.0	25.2
Max.	13.0	0.855	2.20	161	1956	33.4
$X_{cp}$	9.6	0.797	1.72	154	1662	29.5
V, %	22.2	3.3	15.9	2.9	9.3	8.4

Таблица 5  
Значения коэффициентов регрессионной модели для определения урожайности сои в районах Приморского края (по данным 2008–2017 гг.)

Муниципальный район Приморского края	b	$a_1$	$a_2$	$a_4$	$a_6$	$a_7$	R <sup>2</sup>	MAPE, %	APE <sub>2018</sub> , %
Ханкайский	-60,5	72,9	1,53	-0,13	0,008	0,50	0,56	11,0	12,8
Хорольский	-72,6	95,2	-1,44	-0,08	0,013	0,13	0,82	4,8	29,6
Михайловский	-38,9	36,1	1,99	-0,02	0,006	0,49	0,74	8,9	6,6
Октябрьский	-113,2	88,6	-4,4	0,17	0,004	0,98	0,58	9,5	14,4

Table 5  
The values of the coefficients of the regression model for determining soybean yield in the areas of Primorskiy region (2008–2017)

District	b	$a_1$	$a_2$	$a_4$	$a_6$	$a_7$	R <sup>2</sup>	MAPE, %	APE <sub>2018</sub> , %
Khankayskiy	-60.5	72.9	1.53	-0.13	0.008	0.50	0.56	11.0	12.8
Khorol'skiy	-72.6	95.2	-1.44	-0.08	0.013	0.13	0.82	4.8	29.6
Mikhailovskiy	-38.9	36.1	1.99	-0.02	0.006	0.49	0.74	8.9	6.6
Oktyabr'skiy	-113.2	88.6	-4.4	0.17	0.004	0.98	0.58	9.5	14.4

В целом точность предложенной регрессионной модели с использованием метеорологических показателей и спутниковых данных является вполне удовлетворительной для оценки степени влияния совокупности факторов на урожайность сои в муниципальных образованиях и получения первичных прогнозных значений.

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

Проведенный анализ статистических данных урожайности сои в муниципальных образованиях Приморского края в период с 2008 по 2018 гг., а также климатических

характеристик и вегетационного индекса NDVI пахотных земель, рассчитанного с помощью методов дистанционного зондирования Земли, позволил установить взаимосвязь между показателями и определить параметры многофакторного регрессионного уравнения. В качестве независимых переменных в модель были включены максимум вегетационного индекса NDVI, продолжительность вегетационного периода, ГТК, годовая сумма температур в верхнем слое почвы, средняя годовая влажность верхнего слоя почвы. Оценка точности модели на

примере четырех муниципальных образований Приморского края, являющихся основными районами – производителями сои, показала, что средняя абсолютная ошибка прогнозирования находилась в пределах 4,8–11,0 %.

При этом динамический показатель урожайности сои в каждом районе характеризуется достаточно высоким коэффициентом вариации, что, возможно, свидетельствует о высоком разбросе значений этого показателя по разным полям внутри муниципалитета и ежегодном изменении площади полей в общей структуре посевов. Для повышения точности регионального прогноза в дальнейшем необходимо реализовать предложенную регрессионную модель на уровне отдельных полей не только с

использованием данных дистанционного зондирования Земли, но и с учетом применяемых агротехнических приемов.

В целом полученная точность разработанных моделей является вполне достаточной для решения практических задач регионального производства сои на территории как Приморского края, так и других субъектов ДФО. Предложенные модели могут применяться для прогнозирования урожайности сои и принятия управленческих решений районными департаментами сельского хозяйства и отдельными предприятиями агропромышленного комплекса.

#### Библиографический список

1. Boyarskiy B. S., Hasegawa H., Lyude A. Demand for Russian soybean based on the needs of food industry in Japan // Scientific support of soybean: problems and prospects. Collection of scientific articles on materials of the International research and practice conference dedicated to the 50th anniversary of the foundation of the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean. Blagoveshchensk, 2018. Pp. 36–41.
2. Gaso D. V., Berger A. G., Ciganda V. S. Predicting wheat grain yield and spatial variability at field scale using a simple regression or a crop model in conjunction with Landsat images // Computers and Electronics in Agriculture. 2019. Vol. 159. Pp. 75–83.
3. Асеева Т. А., Терехова М. В. Рациональные приемы использования сельскохозяйственных земель в Хабаровском крае при возделывании сои // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2016. № 1. С. 168–171.
4. Производство сои: прогноз на сезон 2017/18 [Электронный ресурс] // МНИАП. URL: <http://мниап.рф/analytics/Proizvodstvo-soi-prognoz-na-sezon-2017-18> (дата обращения: 25.09.2019).
5. Минакир П. А. «Программная» экономика: Дальний Восток // Пространственная экономика. 2019. № 2. Т. 15. С. 7–16.
6. Boyarskiy B. Application of NDVI Data to Analyse the Effects of Sowing Methods and Seeding Rates on Soybean Crop Yield // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. Vol. 14. Pp. 4290–4294.
7. Onojeghuo A. O., G Blackburn. A., Huang J. Applications of satellite “hyper-sensing” in Chinese agriculture: Challenges and opportunities // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2018. Vol. 64. Pp. 62–86.
8. Береза О. В., Страшная А. И., Лупян Е. А. О возможности прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Среднем Поволжье на основе комплексирования наземных и спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. № 1. Т. 12. С. 18–30.
9. Буховец А. Г. [и др.] Моделирование динамики вегетационного индекса NDVI озимой пшеницы в условиях ЦФО // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. Т. 11. № 2. С. 186–199.
10. Панеш А. Х., Цалов Г. В. Прогнозирование урожайности озимой пшеницы на основе сервисов геоинформационных систем // Вестник АГУ. 2017. № 4. С. 175–180.
11. Iizumi T., Shin Y., Kim W. Global crop yield forecasting using seasonal climate information from a multi-model ensemble // Climate Services. 2018. Vol. 11. Pp. 13–23.
12. Boyarskiy B. S., Hasegawa H., Lyude A. Application of NDVI in soybean analysis // Scientific support of soybean: problems and prospects. Collection of scientific articles on materials of the International research and practice conference dedicated to the 50th anniversary of the foundation of the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean. Blagoveshchensk, 2018. Pp. 64–71.
13. Спивак Л. Ф. [и др.] Анализ результатов прогнозирования урожайности яровой пшеницы на основе временных рядов статистических данных и интегральных индексов вегетации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. № 2. Т. 12. С. 173–182.
14. Сторчак И. Г., Шестакова Е. О., Ерошенко Ф. В. Связь урожайности посевов озимой пшеницы с NDVI для отдельных полей // Аграрный вестник Урала. 2018. № 6. С. 64–68.
15. Балабайкин В. Ф., Елкин К. В. Влияние изменения климата на урожайность зерновых в Костанайской области // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11. С. 54–59.
16. De la Casaa A., Ovandoa G. G., Bressanini L. Soybean crop coverage estimation from NDVI images with different spatial resolution to evaluate yield variability in a plot // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2018. Vol. 146. Pp. 531–547.
17. Горохова С. В. Некоторые особенности формирования мезоклимата на юге Приморского края // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. № 1. Т. 14. С. 1441–1443.
18. Росстат. База данных показателей муниципальных образований [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru> (дата обращения: 15.09.2019).

19. Толпин В. А. [и др.] Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // Оптика атмосферы и океана. 2014. № 7. Т. 27. С. 581–586.

20. Якушев В. П., Дубенок Н. Н., Лупян Е. А. Опыт применения и перспективы развития технологий дистанционного зондирования Земли для сельского хозяйства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. № 3. Т. 16. С. 11–23.

#### Об авторах:

Алексей Сергеевич Степанов<sup>1</sup>, доктор фармацевтических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции зерновых колосковых культур, ORCID 0000-0001-8395-8350, AuthorID 247904; [stepanxx@mail.ru](mailto:stepanxx@mail.ru), +7 924 210-91-02

Татьяна Александровна Асеева<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и защиты растений, ORCID 0000-0001-8471-0891, AuthorID 726527

Константин Николаевич Дубровин<sup>2</sup>, инженер лаборатории численных методов, ORCID 0000-0001-8655-4618, AuthorID 104861

<sup>1</sup> Дальневосточный НИИ сельского хозяйства, Восточное, Россия

<sup>2</sup> Вычислительный центр ДВО РАН, Хабаровск, Россия

## The influence of climatic characteristics and values of NDVI at soybean yield (on the example of the districts of the Primorskiy region)

A. S. Stepanov<sup>1</sup>✉, T. A. Aseyeva<sup>1</sup>, K. N. Dubrovin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Far Eastern Agriculture Research Institute, Vostochnoye, Russia

<sup>2</sup> Computer Center of Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

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

**Abstract. The relevance of research.** Soybean is one of the key crops in world agriculture; in recent years, soybean production has been actively developing in the Russian Far East. It is necessary to predict yield to solve problems associated with soybean production, including the planning of sown areas and export operations. **The purpose of this study** is: to determine the factors affecting yield, to establish the relationship between these indicators and yield, and to evaluate the accuracy of the model. **Research methods.** We examined climatic features and remote Earth sensing indicators of Khankayskiy, Khorol'skiy, Mikhailovskiy and Oktyabr'skiy districts of the Primorskiy region since 2008 to 2018. Meteorological characteristics of territories and values of vegetation index were obtained using the Vega Science system. Integral coefficients were additionally calculated and mutually correlating indicators were excluded from the regression model. **The main result of the study** is a multiple regression model, where yield is considered as a dependent variable, and the independent variables are: the maximum weekly NDVI, hydrothermal coefficient, duration of the growing season, average annual humidity, and aggregated temperature of the upper soil layer. Mean absolute percentage error of the model is 11.0 % for the Khankayskiy district, 4.8 % for the Khorol'skiy district, 9.5 % for the Oktyabr'skiy district, and 8.9 % for the Mikhailovskiy district. **Scientific novelty and practical relevance.** A regression model, which predict soybean yield, was developed. In general, the proposed model can be used to predict soybean yield, as well as to make managerial decisions at the regional level.

**Keywords:** soybean, yield, Primorskiy region, climatic characteristics, regression model, remote Earth sensing, NDVI.

**For citation:** Stepanov A. S., Aseyeva T. A., Dubrovin K. N. The influence of climatic characteristics and values of NDVI at soybean yield (on the example of the districts of the Primorskiy region) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 10–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-10-19. (In Russian.)

**Paper submitted:** 22.11.2019.

#### References

1. Boyarskiy B. S., Hasegawa H., Lyude A. Demand for Russian soybean based on the needs of food industry in Japan // Scientific support of soybean: problems and prospects. Collection of scientific articles on materials of the International research and practice conference dedicated to the 50th anniversary of the foundation of the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean. Blagoveshchensk, 2018. Pp. 36–41.

2. Gaso D. V., Berger A. G., Ciganda V. S. Predicting wheat grain yield and spatial variability at field scale using a simple regression or a crop model in conjunction with Landsat images // Computers and Electronics in Agriculture. 2019. Vol. 159. Pp. 75–83.

3. Aseyeva T. A., Terekhova M. V. Ratsional'nye priemy ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennykh zemel' v Khabarovskom krae pri vozdeleyvanii soi [Methods of rational use of agricultural land in soybean cultivation in the Khabarovsk kray] // Dal'nij Vostok: problemy razvitiya arkhitekturno-stroitel'nogo kompleksa. 2016. No. 1. Pp. 168–171. (In Russian.)

4. Proizvodstvo soi: prognoz na sezon 2017/18. [Soybean production: forecast on season 2017/18] [e-resource] // MNIAP. URL: <http://mniap.pf/analytics/Proizvodstvo-soi-prognoz-na-sezon-2017-18> (appeal date: 25.09.2019).
5. Minakir P. A. "Programmnyaya" ekonomika: Dal'niy Vostok ["Program" Economy: The Far East] // Spatial Economics. 2019. Vol. 15. No. 2. Pp. 7–16. (In Russian.)
6. Boyarskiy B. Application of NDVI Data to Analyse the Effects of Sowing Methods and Seeding Rates on Soybean Crop Yield // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2019. Vol. 14. Pp. 4290–4294.
7. Onojeghuo A. O., G Blackburn. A., Huang J. Applications of satellite "hyper-sensing" in Chinese agriculture: Challenges and opportunities // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2018. Vol. 64. Pp. 62–86.
8. Bereza O. V., Strashnaya A. I., Lupyan E. A. O vozmozhnosti prognozirovaniya urozhaynosti ozimoy pshenitsy v Srednem Povolzh'e na osnove kompleksirovaniya nazemnykh i sputnikovykh dannykh [About the possibility to predict the yield of winter wheat in the Middle Volga region on the basis of integration of land and satellite data] // Current problems in remote sensing of the Earth from space. 2015. Vol. 12. No. 1. Pp. 18–30. (In Russian.)
9. Bukhovets A. G. [et al.] Modelirovaniye dinamiki vegetatsionnogo indeksa NDVI ozimoy pshenitsy v usloviyakh TsFO [Simulation of the dynamics of the NDVI of winter wheat in the conditions of the Central Federal district] // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2018. Vol. 11. No. 2. Pp. 186–199. (In Russian.)
10. Panesh A. K., Tsalov G. V. Prognozirovaniye urozhaynosti ozimoy pshenitsy na osnove servisov geoinformatsionnykh system [Prediction of winter wheat productivity on the basis of geographic information system services] // The Bulletin of the Adyge State University. 2017. No. 4. Pp. 175–180. (In Russian.)
11. Iizumi T., Shin Y., Kim W. Global crop yield forecasting using seasonal climate information from a multi-model ensemble // Climate Services. 2018. Vol. 11. Pp. 13–23.
12. Boyarskiy B. S., Hasegawa H., Lyude A. Application of NDVI in soybean analysis // Scientific support of soybean: problems and prospects. Collection of scientific articles on materials of the International research and practice conference dedicated to the 50th anniversary of the foundation of the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean. Blagoveshchensk, 2018. Pp. 64–71.
13. Spivak L. F. [et al.] Analiz rezul'tatov prognozirovaniya urozhaynosti yarovoy pshenitsy na osnove vremennykh ryadov statisticheskikh dannykh i integral'nykh indeksov vegetatsii [Analysis of spring wheat yield forecasts based on time series of statistical data and integrated vegetation indices] // Current problems in remote sensing of the Earth from space. 2015. Vol. 12. No. 2. Pp. 173–182. (In Russian.)
14. Storchak I. G., Shestakova E. O., Eroshenko F. V. Svyaz' urozhaynosti posevov ozimoy pshenitsy s NDVI dlya otdel'nykh poley [Influence of elements of technology on crop productivity and NDVI of wheat sowings] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 6. Pp. 64–68. (In Russian.)
15. Balabaykin V. F., Elkin K. V. Vliyaniye izmeneniya klimata na urozhaynost' zernovykh v Kostanayskoy oblasti [Effects of climate change on grain productivity in Kostanay region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 11. Pp. 54–59. (In Russian.)
16. De la Casaa A., Ovandoa G. G., Bressanini L. Soybean crop coverage estimation from NDVI images with different spatial resolution to evaluate yield variability in a plot // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2018. Vol. 146. Pp. 531–547.
17. Gorokhova S. V. Nekotorye osobennosti formirovaniya mezoklimata na yuge Primorskogo kraya [Some features of formation a mesoclimate in the south Primorskiy region] // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. Vol. 14. No. 1. Pp. 1441–1443. (In Russian.)
18. Rosstat. Baza dannykh pokazateley munitsipal'nykh obrazovaniy [Rosstat. Data base of municipalities]. URL: <https://www.gks.ru> (appeal date: 15.09.2019).
19. Tolpin V. A. [et al.] Vozmozhnosti analiza sostoyaniya sel'skokhozyaystvennoy rastitel'nosti s ispol'zovaniem sputnikovogo servisa "VEGA" [Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the "VEGA" satellite service] // Atmospheric and Oceanic Optics. 2014. Vol. 27. No. 7. Pp. 581–586. (In Russian.)
20. Yakushev V. P., Dubenok N. N., Lupyan E. A. Opyt primeneniya i perspektivy razvitiya tekhnologiy distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya sel'skogo khozyaystva [Earth remote sensing technologies for agriculture: application experience and development prospects] // Current problems in remote sensing of the Earth from space. 2019. Vol. 16. No. 3. Pp. 11–23. (In Russian.)

#### Authors' information:

Alexey S. Stepanov<sup>1</sup>, doctor of pharmaceutical sciences, leading researcher, cereal breeding laboratory, ORCID 0000-0001-8395-8350 AuthorID 247904; [stepanxx@mail.ru](mailto:stepanxx@mail.ru), +7 924 210-91-02

Tatyana A. Aseyeva<sup>1</sup>, doctor of agriculture sciences, leading researcher, laboratory of agriculture and plant protection, ORCID 0000-0001-8471-0891, AuthorID 726527

Konstantin N. Dubrovin<sup>2</sup>, numerical method engineer, ORCID 0000-0001-8655-4618, AuthorID 104861

<sup>1</sup> Far Eastern Agriculture Research Institute, Vostochnoye, Russia

<sup>2</sup> Computer Center of Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia

## Адаптация сортов яровой твердой пшеницы в степной зоне Акмолинской области

Г. Т. Сыздыкова<sup>1</sup>, Т. Ж. Айдарбекова<sup>1</sup>✉, А. И. Габдулина<sup>1</sup>, С. Ю. Пучкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

<sup>2</sup>Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

✉E-mail: aidarbekova\_t@mail.ru

**Аннотация.** Целью работы является выявление сортов яровой твердой пшеницы по комплексу признаков, максимально адаптированных к условиям Северного Казахстана, а также сопряженность связей между элементами структуры урожайности и урожаем зерна. **Материалом исследований** служил расширенный набор перспективных и зарегистрированных сортов яровой твердой пшеницы: Дамсинская юбилейная, Дамсинская 90, Шарифа, Хоросан, Солнечная 573, Алтайка, Корона, Сид 88. В статье представлены результаты исследования об особенностях прохождения межфазных периодов у сортов и вегетационного периода в целом, определены хозяйственно-ценные признаки и элементы структуры урожайности яровой твердой пшеницы в условиях степной зоны Акмолинской области, а также дана технологическая оценка зерна. **Результаты.** Вегетационный период у сортов яровой твердой пшеницы в среднем внутри группы составил 76 суток, наиболее продолжительный вегетационный период наблюдался у стандартного сорта Дамсинская юбилейная – 82 суток, менее короткий у сортов Алтайка и Хоросан – 71 сутки. Самый высокий показатель по урожайности показал сорт Шарифа (2,3 т/га) по сравнению со стандартом Дамсинская юбилейная (2,1 т/га). По технологической оценке сорт Хоросан показал наилучший показатель по клейковине (38,4 %) по сравнению со стандартом Дамсинская юбилейная (36,2 %). Выявлена корреляционная зависимость между вегетационным периодом и урожайностью у сортов яровой твердой пшеницы. **Научная новизна.** В степной зоне Акмолинской области изучен набор новых перспективных сортов яровой твердой пшеницы, характеризующихся хорошей урожайностью, высокой адаптационной способностью, в сравнении с районированными сортами, определена технологическая оценка зерна.

**Ключевые слова:** яровая твердая пшеница, сорт, урожайность, вегетационный период, элементы структуры урожайности, сохранность, натура зерна, клейковина, стекловидность, масса 1000 зерен.

**Для цитирования:** Сыздыкова Г. Т., Пучкова С. Ю., Айдарбекова Т. Ж., Габдулина А. И. Адаптация сортов яровой твердой пшеницы в степной зоне Акмолинской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 20–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-20-27.

**Дата поступления статьи:** 01.11.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Пшеница – одна из самых важнейших и древних злаковых культур, возделываемых на земле. Это важнейшая продовольственная культура почти для всего населения нашей планеты. Главное достоинство зерна пшеницы заключается в том, что она способна образовывать клейковину, имеющую огромное значение для выпечки хлебной продукции, изготовления манной крупы и макарон. Республика Казахстан – один из важнейших производителей зерна в мире, которое является главнейшим объектом внешнеэкономических связей. Зерновое производство является ведущей экспортообразующей отраслью. Казахстанское зерно экспортируется более чем в 40 стран мира. Выращивание зерна занимает особенное место среди других отраслей земледелия. Зерно – это основа питания для населения, потому что при его переработке получают не только хлеб, макаронные изделия и крупы, но оно и источник производства мяса, молока, яиц и других продуктов.

Для получения максимальных урожаев высококачественного зерна яровой твердой пшеницы требуются обобщенные научные технологии ее возделывания, которые

недостаточно полно разработаны, а для современных сортов не разработаны совсем. В наше время главным направлением в формировании производства зерна твердой пшеницы является отбор лучших сортов, которые были бы в наибольшей степени адаптивны к использованию биоклиматического потенциала в области ее возделывания. При этом большое значение получает не только ежегодное получение больших урожаев зерна, но и его устойчиво высокое качество.

### Методология и методы (Methods)

Опыты закладывались по методике ГСИ (1989) по паровому предшественнику на опытном поле Кокшетауского государственного университета имени Ш. Уалиханова (Республика Казахстан) в 2016–2017 гг.

Учетная площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Сорта располагались рандомизированно. За стандарт был взят зарегистрированный в зоне сорт Дамсинская юбилейная, норма высева – 300 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Посев проводился сеялкой СН-16, оборудованной кассетами. За посевами проводились уход и наблюдения за фазами развития растения.

Материалом служили перспективные и зарегистрированные сорта яровой твердой пшеницы (*Triticum durum*) среднеспелой группы.

Оценивали продолжительность межфазных и вегетационных периодов, хозяйственно-ценные признаки, основные элементы его структуры: число растений, число продуктивных стеблей, продуктивную кустистость, число зерен в колосе, массу 1000 зерен, технологические качества зерна.

Фенологические наблюдения проводили в течение вегетации на двух несмежных повторностях опыта по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1, с. 10]. Отмечали фазы: всходы, кушения, выход в трубку, колошение, цветения, молочная и восковая спелость. Лабораторную всхожесть семян определяли лабораторным методом, при котором проращивание семян осуществляли в оптимальных условиях согласно ГОСТ Р 52325-2005 [2]. Для проращивания семян в качестве ложе использовали фильтровальную бумагу, которую помещали на дно чашки Петри. Перед проращиванием фильтровальную бумагу увлажняли до полной влагоемкости. В каждую чашку помещали по 100 семян в четырехкратной повторности. Семена проращивали в термостате при температуре 20 °С и постоянной 90–95 % относительной влажности воздуха. Через 7 суток в каждой повторности подсчитывали количество и процент проросших семян.

Полнота всходов определялась по полным всходам путем подсчета растений на четырех пробных площадках общей площадью 1 м<sup>2</sup> в процентном соотношении к норме высеянных семян.

Сохранность растений определялась перед уборкой путем подсчета сохранившихся растений на пробных площадках в процентном соотношении к полным всходам.

Структурный анализ снопового материала проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. С пробных площадок каждого образца в четырех повторностях отбирали сноповый материал. Каждый сноп анализировали по следующим показателям: высота растений, число растений, число стеблей с колосом.

Элементы структуры урожайности определялись у 25 растений в четырех повторностях по следующим показателям: число зерен в растении и в колосе, масса 1000 зерен. Уборку урожая проводили по полной спелости комбайном САМПО 500. Урожай зерна по каждому сорту приводили к среднему стандарту, 14 % влажности и 100 % чистоте.

Биологический урожай определяли по формуле:

$$Y_{\text{биол}} = Ч \times \text{Пр} \times 3 \times A / 10\,000,$$

где Ч – число растений на единице площади при уборке урожая (м<sup>2</sup>);

Пр – продуктивная кустистость;

3 – число зерен в колосе (шт.);

A – масса 1000 зерен (гр.) при стандартной влажности 14 %.

**Технологическая оценка зерна (натура, клейковина, масса 1000 зерен, стекловидность, ИДК).** Натурная масса, или натура, – это масса зерна в определенном объе-

ме. Натура зерна по ГОСТ 10840-64 «Зерно. Методы определения зерна» – это масса 1 литра зерна в граммах. Для определения натуры зерна использовали метрическую пурку. Натуру зерна определяли дважды. Разница двух взвешиваний не должна превышать 5 г.

Клейковина пшеницы определяется как ручным методом по ГОСТ 13586.1-68 «Зерно. Метод определения количества и качества клейковины в пшенице», так и механизованным методом с применением системы МОК-3. В нашем эксперименте для определения клейковины пшеницы использовали ручной метод отмывания. При этом допустимое отклонение не должно превышать 2 %. Выделенную их средней пробы навеску зерна массой 30–50 г (очищенную) размалывали на лабораторной мельнице так, чтобы остаток на проволочном сите № 067 не превышал 2 %, а проход через капроновое сито № 38 составил не менее 40 %. Полученный шрот тщательно перемешивали и отвешивали 25 г или более с расчетом получения не менее 4 г клейковины. Навеску помещали в фарфоровую чашку и заливали водой с учетом массы навески: 25 г – 14 мл, 30 г – 17 мл, 35 г – 20 мл, 40 г – 22 мл. Затем тесто замешивали до однородной формы. Скатав тесто в шарик, помещали его в чашку и прикрывали стеклом на 20 минут для отлежки. Затем отмывали клейковину в проточной воде или в эмалированном тазике с водой. Температура воды должна быть в пределах 18 ± 2 °С. Воду меняли 3–4 раза. Случайно оторвавшиеся кусочки клейковины собирали с сита и присоединяли к общей массе клейковины. Отмывали до прозрачной промывной воды. Отмытую клейковину отжимали между ладонями, вытирая их время от времени сухим полотенцем, до тех пор пока она слегка не будет прилипать к рукам.

Затем клейковину взвешивали на весах с точностью до 0,01 г, после чего еще раз промывали 2–3 минуты, вновь отжимали и взвешивали. Если разница между первым и вторым взвешиванием составляет не более 0,1 г, то отмывание клейковины закончено. Количество клейковины вычисляли в процентах к массе взятой навески. Качество клейковины определяли на приборе ИДК-1 по СТ РК 1054-2002.

Стекловидность является важнейшим показателем зерна. Определяли стекловидность с помощью диафаноскопа ДСЗ-2. Стекловидность зерна выражали в процентах и подсчитывали по формуле:

$$C_{\text{ст}} = C + 1/2 \times C_{\text{пс}},$$

где C<sub>с</sub> – полностью стекловидные зерна, %;

C<sub>пс</sub> – полустекловидные зерна, %.

Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 12042-80. Семена основной культуры тщательно перемешивали, отсчитывали без выбора две пробы по 500 штук и взвешивали их с точностью до 0,01 грамма. За окончательный результат массы 1000 зерен принимали сумму результатов взвешивания двух проб, округляя ее до 0,1.

Качественные показатели зерна были определены в лаборатории «Технология хранения и переработки зерна» при Аграрно-экономическом институте имени С. Садуакасова.

Дисперсионный анализ проводился по методу Фишера в изложении Б. А. Доспехова.

**Результаты исследования (Results)**

Климатические условия в годы исследования были неоднозначны по годам. Резко засушливым в период «посев – трубкование» (ГТК 0,40–0,5 – сухо) характеризовался 2016 год, когда и налив зерна проходил при дефиците влаги (ГТК 0,1). Это отразилось на продуктивности пшеницы: она оказалась наименьшей за годы исследования.

В 2017 году погодные условия были более благоприятными. Так, в период «посев – трубкование» ГТК был на уровне 0,9–0,2, а налив зерна проходил при ГТК 0,1–0,2.

Генетические особенности сорта и совокупность факторов, влияющие на развитие растения определяют время наступления фенологических фаз и продолжительность вегетации в целом [3, с. 6; 4, с. 177].

В степной зоне Северного Казахстана, где часто наблюдаются весенние и раннелетние засухи, более адаптированы и пластичны сорта с удлинённым периодом «всходы – колошение» и укороченным «колошение – созревание» [5, с. 178–179]. Таким образом, формирование урожая зависит от продуктивности первой половины вегетации [6, с. 11].

В годы исследования среднее значение вегетационного периода у среднеспелых сортов яровой твердой пшеницы составило 76 суток (таблица 1).

ГТК в период исследования в среднем за 2 года был равен 0,6. Прохождение межфазного периода «всходы – колошение» составило 43–45 суток. Отсутствие осадков ускорило период «колошение – созревание» (27–38 суток). Так, налив зерна проходил при ГТК 0,1–0,2. Среди изученных сортов самый короткий вегетационный период имели сорта Алтайка, Хоросан (71 сутки).

Корреляционная зависимость между вегетационным периодом и урожайностью у сортов твердой пшеницы выражена слабая положительная ( $r = 0,1 \pm 0,24$ ).

Многие ученые в своих исследованиях уделяли большое внимание полной и объективной оценке создаваемых сортов, чтобы определить их экологическую пластичность, адаптивность к тем или иным условиям среды [7, с. 37–40]. Хозяйственно-ценные признаки характеризуют адаптационные способности сортов.

Эксперименты показали, что все исследуемые сорта имели высокую лабораторную всхожесть – в среднем 92 %. Климатические условия в период «посев – всходы» (ГТК 0,4–0,5) сказались на полноте всходов. Полевая всхожесть составила в среднем 80 % и варьировала от 70 % (Алтайка) до 87 % (Дамсинская 90). Из таблицы 2 видно, что сорта Дамсинская 90, Сид 88, Шарифа лучше других

Таблица 1  
Продолжительность межфазных периодов и вегетации у среднеспелых сортов яровой твердой пшеницы (2016–2017 гг.)

№	Сорт	Посев	Продолжительность фаз развития, дни				Вегетационный период, дни	
			Всходы – кущение		Кущение – выход в трубку	Выход в трубку – колошение		Колошение – созревание
1	Дамсинская юбилейная стандарт	20 мая	6	13	12	13	38	82
2	Солнечная 573		7	14	10	13	36	80
3	Алтайка		6	14	10	12	28	71
4	Дамсинская 90		7	13	9	14	29	72
5	Шарифа		7	13	12	13	34	79
6	Хоросан		7	12	10	14	28	71
7	Корона		7	14	10	11	34	79
8	Сид 88		7	15	11	11	27	71
Среднее				7	14	11	13	32

Table 1  
Duration of interphase periods and vegetation in mid-ripening varieties of spring durum wheat (2016–2017)

No.	Variety	Crop	The duration of the phases of development, days				Vegetation period	
			Shoots – tillering		Tillering-out – into the phone	Out in the tube – Earing		Earing – maturation
1	Damsinskaya jubileynaya standart	20 May	6	13	12	13	38	82
2	Solnechnaya 573		7	14	10	13	36	80
3	Altayka		6	14	10	12	28	71
4	Damsinskaya 90		7	13	9	14	29	72
5	Sharifa		7	13	12	13	34	79
6	Khorosan		7	12	10	14	28	71
7	Korona		7	14	10	11	34	79
8	Sid 88		7	15	11	11	27	71
Average				7	14	11	13	32

перенесли отсутствие осадков во второй половине мая и первой декаде июня, формировали полевую всхожесть на уровне 82–87 %.

Сохранность растений составила в среднем 83 % и находилась в пределах 79 % (Шарифа) до 88 % (Корона). Из изученных сортов высокую адаптационную способность проявили Дамсинская юбилейная стандарт (86 %), Корона (88 %).

При изучении перспективных и зарегистрированных сортов, наряду с отмеченными признаками, особое значение придается урожайности и ее составным элементам. На урожай пшеницы большое влияние оказывают природно-климатические условия района возделывания [8, с. 103–110]. Дж. Ацци [9, с. 24–29] отмечает, что существует известная несовместимость между продуктивностью и общей устойчивостью растения. Поэтому в резко континентальном климате, характерном для Севера Казахстана, в большинстве случаев трудно добиться высоких урожаев [10, с. 25–30].

Основными слагаемыми продуктивности ценоза являются густота стояния растений, количество общих стеблей, количество продуктивных стеблей на единицы площади, которым характерна определенная пластичность своего проявления и которые представляют основной резерв повышения урожайности [11, с. 6–8].

При сравнении элементов структуры у сортов твердой пшеницы видно, что основным отличием формирования являются количество растений перед уборкой, количество

продуктивных стеблей [12, с. 834–851]. Более густой продуктивный стеблестой у сортов сформирован за счет меньшего выпада растений в период вегетации – сохранность растений была на уровне 79–88 %. Число продуктивных стеблей в среднем составило 223 шт/м<sup>2</sup> и находилась в пределах от 206 шт/м<sup>2</sup> (Алтайка) до 233 шт/м<sup>2</sup> (Шарифа) (таблица 3). Количество зерен в колосе по годам изменяется в зависимости от складывающихся погодных условий в период их формирования.

Увеличение количества зерен компенсируется значительным снижением его массы до 5 % [13, с. 67; 14, с. 10]. Это проявилось в нашем случае у сорта Алтайка: число зерен в колосе – 24 шт., масса 1000 зерен – 38,9 г; у сорта Корона – соответственно 25 шт. и 38,2 г.

В нашем эксперименте получены и другие результаты у перспективных сортов. Так, у сорта Шарифа количество зерен в колосе – 29 шт., масса 1000 зерен – 34,1 г, биологическая урожайность – 2,3 т/га; у сорта Хоросан с увеличением числа зерен в колосе (28 шт.), снизилась масса 1000 зерен – 33,1 г, биологическая урожайность составила 2,0 т/га.

Масса 1000 зерен с селекционной точки зрения – менее варьирующий под влиянием условий среды показатель, она является надежным индикаторным показателем при отборе на урожайность [15, с. 52–60; 16, с. 718–729]. Условия для налива и созревания зерна в наших экспериментах – при ГТК 0,1–0,2, однако на массу 1000 зерен оказали большее влияние влага глубоких слоев почвы, которые

Таблица 2  
Хозяйственно-ценные признаки у сортов яровой твердой пшеницы (2016–2017 гг.)

№	Сорт	Лабораторная всхожесть, %	Полнота всходов, шт/м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед уборкой, шт/м <sup>2</sup>	Сохранность, %
1	Дамсинская юбилейная стандарт	93	80	240	206	86
2	Солнечная 573	88	76	229	184	80
3	Алтайка	84	70	210	175	83
4	Дамсинская 90	99	87	260	212	83
5	Шарифа	89	82	245	193	79
6	Хоросан	87	75	224	180	80
7	Корона	95	80	240	210	88
8	Сид 88	95	85	255	212	83
Среднее		92	80	238	197	83

Table 2  
Economic and valuable features in varieties of spring durum wheat (2016–2017)

No.	Variety	Laboratory germination, %	Fullness of shoots, pcs/m <sup>2</sup>	Field germination, %	Number of plants before harvesting, pcs/m <sup>2</sup>	Safety, %
1	Damsinskaya yubileynaya standart	93	80	240	206	86
2	Solnechnaya 573	88	76	229	184	80
3	Altayka	84	70	210	175	83
4	Damsinskaya 90	99	87	260	212	83
5	Sharifa	89	82	245	193	79
6	Khorosan	87	75	224	180	80
7	Korona	95	80	240	210	88
8	Sid 88	95	85	255	212	83
Average		92	80	238	197	83

накопились за счет осадков выпавших во второй декаде июля (ГТК 0,5–1,3). В наших данных масса 1000 зерен находилась в зависимости как от факторов внешней среды, так и от биологических особенностей сорта, в результате чего варьировала от 32,0 г (Солнечная 573) до 38,9 г (Алтайка), а в среднем составила 34 г.

Для получения высоких урожаев сорта необходимо размещать на высоком агрофоне. Высокой урожайностью среди перспективных сортов выделился сорт Шарифа (2,3 т/га). По урожайности следует отметить зарегистрированные сорта Дамсинская 90 (2,2 т/га), Корона (2,2 т/га) при среднем значении 2,1 т/га.

Ценность зерна твердой пшеницы определяется качеством основного продукта при переработке [17, с. 29–36].

Анализ качества зерна показал, что в условиях степной зоны Акмолинской области натура зерна у исследуемых сортов твердой пшеницы была в пределах 717 г/л (Хоросан) до 850 г/л (Шарифа), в среднем составила 797 г/л (таблица 4). Одним из важнейших показателей является клейковина. В наших экспериментах по показателю доли клейковины в зерне выделались перспективные сорта Хоросан (38,4 %), Шарифа (36,6 %) из зарегистрированных сортов – Дамсинская 90 (37,2 %), Корона (37,0 %), Дам-

синская юбилейная стандарт (36,2 %). Стекловидность зерна указывает на относительно высокое содержание белка в нем. Оценка стекловидности зерна яровой твердой пшеницы выявлена, и данный показатель у изученных сортов составил 99–100 %.

Индекс деформации клейковины (ИДК) является показателем качества клейковины, который характеризует ее реологические свойства (упругость, растяжимость и др.).

По данному признаку следует отметить перспективные сорта Шарифа (74,2 %), Хоросан (73,8), из зарегистрированных – Корона (74,3 %), Дамсинская 90 (73,5 %).

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

Таким образом у среднеспелых сортов яровой твердой пшеницы основными элементами структуры урожая у исследуемых сортов было количество продуктивных стеблей (206–239 шт/м<sup>2</sup>), количество зерен в колосе (24–29 шт.), масса 1000 зерен (32,0–38,9 г). Технологические качества зерна: натура зерна (714–850 г/л), клейковина (30,8–38,4 %), ИДК (62,9–74,3 %), стекловидность (99–100 %).

Из исследуемой коллекции оптимальным по урожайности зерна для степной зоны Акмолинской области признан перспективный сорт Шарифа (2,3 т/га).

Таблица 3

**Урожайность и элементы ее структуры у сортов яровой твердой пшеницы (среднее за 2016–2017 гг.)**

№	Сорт	Количество растений перед уборкой урожая, шт/м <sup>2</sup>	Количество продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Биологическая урожайность, т/га
1	Дамсинская юбилейная стандарт	206	238	1,2	26	32,2	2,1
2	Солнечная 573	184	221	1,2	24	32,0	1,7
3	Алтайка	175	206	1,2	24	38,9	2,0
4	Дамсинская 90	212	230	1,1	28	33,9	2,2
5	Шарифа	193	239	1,2	29	34,1	2,3
6	Хоросан	180	210	1,2	28	33,1	2,0
7	Корона	210	230	1,1	25	38,2	2,2
8	Сид 88	212	212	1,0	27	32,6	1,9
Среднее		197	223	1,2	26	34,0	2,1
НСР 0,5							1,45

Table 3

**Yield and elements of its structure in spring durum wheat varieties (average 2016–2017)**

No.	Variety	Number of plants before cleaning yield, pcs/m <sup>2</sup>	Number of productive stems, pcs/m <sup>2</sup>	Productive bushiness	Number of grains in the ear, pieces.	Weight of 1000 grain, g.	Biological yield, t/ha
1	Damsinskaya yubileynaya standard	206	238	1.2	26	32.2	2.1
2	Solnechnaya 573	184	221	1.2	24	32.0	1.7
3	Altayka	175	206	1.2	24	38.9	2.0
4	Damsinskaya 90	212	230	1.1	28	33.9	2.2
5	Sharifa	193	239	1.2	29	34.1	2.3
6	Khorosan	180	210	1.2	28	33.1	2.0
7	Korona	210	230	1.1	25	38.2	2.2
8	Sid 88	212	212	1.0	27	32.6	1.9
Average		197	223	1.2	26	34.0	2.1
SSD 0,5							1.45

## Технологическая оценка зерна у сортов яровой твердой пшеницы (средние за 2016–2017 гг.)

№	Сорт	Натура зерна, г/л	Содержание клейковины, %	ИДК, %	Стекловидность, %
1	Дамсинская юбилейная (стандарт)	781	36,2	62,9	100
2	Солнечная 573	792	32,4	63,0	99
3	Алтайка	787	30,8	71,8	99
4	Дамсинская 90	818	37,2	73,5	100
5	Шарифа	850	36,6	74,2	100
6	Хоросан	714	38,4	73,8	100
7	Корона	826	37,0	74,3	100
8	Сид 88	805	33,6	71,8	99
Среднее по группе		797	35,7	70,7	99,6

Table 4

## Technological evaluation of grain varieties of spring durum wheat (average 2016–2017)

No.	Variety	Nature grain, g/l	Gluten content	Measuring deformation of gluten, %	Vitreous, %
1	Damsinskaya yubileynaya standart	781	36.2	62.9	100
2	Solnechnaya 573	792	32.4	63.0	99
3	Altayka	787	30.8	71.8	99
4	Damsinskaya 90	818	37.2	73.5	100
5	Sharifa	850	36.6	74.2	100
6	Khorosan	714	38.4	73.8	100
7	Korona	826	37.0	74.3	100
8	Sid 88	805	33.6	71.8	99
Average		797	35.7	70.7	99.6

## Библиографический список

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М. А. Федина. М., 1985. 269 с.
2. ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия (с Поправкой). М., 2005. 22 с.
3. Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н., Трипутин В. М., Шварцкопф Т. В. Селекция озимой пшеницы в Омской области // Вестник ОмГАУ. 2016. № 3 (23). С. 5–8.
4. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Возможности создания сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf) с широкой изменчивостью параметров вегетационного периода // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. № 19 (2). С. 176–184.
5. Шевелуха В. А. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. М., 2016. 594 с.
6. Бесалиев И. Н., Абдрашитов Р. Р. Экологическая приспособленность сортов яровой мягкой пшеницы в Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. № 2. С. 11.
7. Цыганков В. И., Цыганкова М. Ю., Цыганков И. Г., Уразалиев Р. А., Аширбаева С. А. Районированные и новые конкурентоспособные сорта твердой пшеницы отечественной селекции для степных и сухостепных зон Казахстана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (44). С. 37–41.
8. Сыздыкова Г. Т., Серeda С. Г., Малицкая Н. В. Подбор сортов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по адаптивности к условиям степной зоны Акмолинской области Казахстана // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 1. С. 103–110.
9. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология. М., 1959. 479 с.
10. Сапега В. А., Туреумбекова Г. Ш. Взаимодействие генотип-среда и параметры экологической пластичности сортов // Зерновые культуры. 1999. № 1. С. 25–31.
11. Коренюк Е. А., Мешкова Л. В. Комбинационная способность сортов и перспективных линий яровой мягкой пшеницы по признакам продуктивности в условиях южной лесостепи Омской области // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 6–8.
12. Endaie B., Maheepala D. C., Bekta H., Waines J. G. Phenotyping and genetic analysis of root and shoot traits of recombinant inbred lines of bread wheat under well – watered conditions // Journal of Crop Improvement. 2014. No. 28. Pp. 834–851. DOI: 10.1080/1542728.2014.948107.

13. Rebetzke G. J., Bonnett D. G., Reynolds M. P. Awns reduce grain number to increase grain size and have stable yield in irrigated and rainfed spring wheat // *J. Exp. Bot.* 2016. No. 67 (9). Pp. 2573–2586. DOI: 10.1093/jxb/erw081.
14. Griffiths S., Wingen L., Pietragalla J., Garcia G., Hasan A., Miralles D. F., Calderini D. F., Anklehwaria J. B., Waite M. L., Simmonds J., Snape J., Reynolds M. Genetic dissection of grain size and grain number tradeoffs in CIMMYT wheat germplasm // *PLoS ONE*. 2015. No. 10 (3): e0118847. DOI: 10.1371/journal.pone.0118847.
15. Краснова Ю. С., Шаманин В. П., Моргунов А. И., Петуховский С. Л., Трущенко А. Ю. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы селекции ОмГАУ в условиях изменчивых климатических факторов южной лесостепи Западной Сибири // *Вестник Новосибирского государственного аграрного университета*. 2015. № 1 (34). С. 52–60.
16. Hongjie L., Yang Zh., Wenli X., Yiqin W., Junling Zh., Lilei G. Wheat breeding in northern China: Achievements and technical advances // *The Crop Journal* 2019. No. 7. Pp. 718–729.
17. Luciano G., Saskia K., Agata N. No-till durum wheat yield success probability in semi arid climate: a methodological framework // *Soil & Tillage Research*. 2018. No. 18. Pp. 29–36.

#### Об авторах:

Гульсум Ташкеновна Сыздыкова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ORCID 0000-0002-3511-8311; +7 701 997-89-04

Тойжан Жумагалиевна Айдарбекова<sup>1</sup>, преподаватель, ORCID 0000-0003-3815-3486; [aidarbekova\\_t@mail.ru](mailto:aidarbekova_t@mail.ru), +7 771 665-65-62

Аксанат Ислямовна Габдулина<sup>1</sup>, старший преподаватель, ORCID 0000-0001-9486-6734; +7 707 695-47-36

Светлана Юрьевна Пучкова<sup>2</sup>, магистр сельского хозяйства, ORCID 0000-0001-8351-803X; +7 777 421-02-35

<sup>1</sup> Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, Петропавловск, Казахстан

<sup>2</sup> Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

## Adaptation of spring durum wheat varieties in the steppe zone of Akmola region

G. T. Syzdykova<sup>1</sup>, T. Zh. Aydarbekova<sup>1</sup>✉, A. I. Gabdulina<sup>1</sup>, S. Yu. Puchkova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>North Kazakhstan University named after M. Kozymbayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan

✉E-mail: [aidarbekova\\_t@mail.ru](mailto:aidarbekova_t@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of the work is to identify varieties of spring durum wheat on a complex of features, the most adapted to the conditions of Northern Kazakhstan, as well as the conjugacy of relations between the elements of the structure of yield and grain yield. **The research material** was an expanded set of promising and registered varieties of spring durum wheat: Damsinskaya yubileynaya, Damsinskaya 90, Sharifa, Khorosan, Solnechnaya 573, Altayka, Korona, Sid 88. The article presents the results of the study on the features of the interphase periods in varieties and the growing season as a whole, identifies economic and valuable features and elements of the structure of the yield of spring durum wheat in the steppe zone of Akmola region, as well as the technological evaluation of grain. **Results.** The vegetation period of spring durum wheat varieties averaged 76 days within the group, the longest vegetation period was observed in the standard variety Damsinskaya yubileynaya – 82 days, the shortest in the varieties Altayka and Khorosan – 71 days. The highest yield showed the kind of Sheriff – 2.3 t/ha compared to the standard Damsinskaya yubileynaya of 2.1 t/ha. For technological assessment grade Khorosan showed the best indicator of gluten to 38.4 % in comparison with the standard Damsinskaya yubileynaya – 36,2 %. The correlation between the growing season and yield of spring durum wheat varieties was revealed. **Scientific novelty.** In the steppe zone of Akmola region, a set of new promising varieties of spring durum wheat, characterized by good yield, high adaptive capacity, in comparison with zoned varieties, the technological assessment of grain is determined.

**Keywords:** spring durum wheat, variety, yield, vegetation period, yield structure elements, preservation, grain nature, gluten, vitreous, weight of 1000 grains.

**For citation:** Syzdykova G. T., Aydarbekova T. Zh., Gabdulina A. I., Puchkova S. Yu. Adaptatsiya sortov yarovoy tverдой psheniцы v stepnoy zone Akmolinskoy oblasti [Adaptation of spring durum wheat varieties in the steppe zone of Akmola region] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020. No. 01 (192). Pp. 20–27. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-20-27. (In Russian.)

**Paper submitted:** 01.11.2019.

#### References

1. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methodology of state variety testing of crops] / Under the editorship of M. A. Fedin. Moscow, 1985. 269 p. (In Russian.)

2. GOST R 52325-2005 Semena sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Sortovyye i posevnyye kachestva. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [State Standard R 52325-2005 Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General specifications]. Moscow, 2005. 22 p. (In Russian.)
3. Kashuba Yu. N., Kovtunenkov A. N., Triputin V. M., Shvartskopf T. V. Seleksiya ozimoy pshenitsy v Omskoy oblasti [Winter wheat breeding in the Omsk region]. Vestnik OmGAU. 2016. No. 3 (23). Pp. 5–8. (In Russian.)
4. Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Vozmozhnosti sozdaniya sortov yarovoy tverdoy pshenitsy (*Triticum durum* Desf) c shirokoy izmenchivost'yu parametrov vegetatsionnogo perioda [Malchikov PN, Myasnikova MG. Possibilities of creating varieties of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf) with wide variability of parameters of the growing season] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2015. No. 19 (2). Pp. 176–184. (In Russian.)
5. Shevelukha V. A. Rost rasteniy i ego regulyatsiya v ontogeneze [Plant growth and its regulation in ontogenesis]. Moscow, 2016. 594 p. (In Russian.)
6. Besaliyev I. N., Abdrashitov R. R. Ekologicheskaya prisposoblennost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v Orenburgskoy oblasti [Ecological fitness of spring soft wheat varieties in the Orenburg region] // Byulleten' Orenburgskogo nauchnogo tsentra UrO RAN. 2018. No. 2. P. 11. (In Russian.)
7. Tsygankov V. I., Tsygankova M. Yu., Tsygankov I. G., Urazaliyev R. A., Ashirbayeva S. A. Rayonirovannyye i novyye konkurentosposobnyye sorta tvërdoy pshenitsy otechestvennoy seleksii dlya stepnykh i sukhostepnykh zon Kazakhstana [Zoned and competitive new durum wheat varieties of domestic selection for the steppe and dry-steppe zones of Kazakhstan] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. No. 6 (44). Pp. 37–41. (In Russian.)
8. Syzdykova G. T., Sereda S. G., Malitskaya N. V. Podbor sortov yarovoy myagkoy pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) po adaptivnosti k usloviyam stepnoy zony Akmolinskoy oblasti Kazakhstana [Selection of varieties of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) according to adaptability to the conditions of the steppe zone of the Akmla region of Kazakhstan] // Agricultural Biology, 2018. T. 53. No. 1. Pp. 103–110. (In Russian.)
9. Atsi Dzh. Sel'skokhozyaystvennaya ekologiya [Agricultural ecology]. Moscow, 1959. 479 p. (In Russian.)
10. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Vzaimodeystviye genotip-sreda i parametry ekologicheskoy plastichnosti sortov [Genotype-environment interaction and environmental plasticity parameters of varieties] // Zernovyye kul'tury. 1999. No. 1. Pp. 25–31. (In Russian.)
11. Korenyuk E. A., Meshkova L. V. Kombinatsionnaya sposobnost' sortov i perspektivnykh liniy yarovoy myagkoy pshenitsy po priznakam produktivnosti v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Omskoy oblasti [The combining ability of varieties and promising lines of spring soft wheat by signs of productivity in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2013. No. 5. Pp. 6–8. (In Russian.)
12. Endaie B., Maheepala D. C., Bekta H., Waines J. G. Phenotyping and genetic analysis of root and shoot traits of recombinant inbred lines of bread wheat under well – watered conditions // Journal of Crop Improvement. 2014. No. 28. Pp. 834–851. DOI: 10.1080/1542728.2014.948107.
13. Rebetzke G. J., Bonnett D. G., Reynolds M. P. Awns reduce grain number to increase grain size and haverstable yield in irrigated and rainfed spring wheat // J. Exp. Bot. 2016. No. 67 (9). Pp. 2573–2586. DOI: 10.1093/jxb/erw081.
14. Griffiths S., Wingen L., Pietragalla J., Garcia G., Hasan A., Mirralles D., Calderini D. F., Ankleshwaria J. B., Waite M. L., Simmonds J., Snape J., Reynolds M. Genetic dissection of grain size and grain number tradeoffs in CIMMYT wheat germplasm // PLoS ONE. 2015. No. 10 (3): e0118847. DOI: 10.1371/journal.pone.0118847.
15. Krasnova Yu. S., Shamanin V. P., Morgunov A. I., Petukhovskiy S. L., Trushchenko A. Yu. Urozhaynost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy seleksii OmGAU v usloviyakh izmenchivyykh klimaticheskikh faktorov yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [The yield of spring soft wheat varieties from the Omsk State Agrarian University under the conditions of variable climatic factors in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Bulletin of NSAU. 2015. No. 1 (34). Pp. 52–60. (In Russian.)
16. Hongjie L., Yang Zh., Wenli X., Yiqin W., Junling Zh., Lilei G. Wheat breeding in northern China: Achievements and technical advances // The crop journal. 2019. No. 7. Pp. 718–729.
17. Luciano G., Saskia K., Agata N. No-till durum wheat yield success probability in semi arid climate: a methodological framework // Soil & Tillage Research. 2018. No. 18. Pp. 29–36.

#### Authors' information:

Gulsum T. Syzdykova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-3511-8311; +7 701 997-89-04

Toizhan Zh. Aydarbekova<sup>1</sup>, lecturer, ORCID 0000-0003-3815-3486; [aidarbekova\\_t@mail.ru](mailto:aidarbekova_t@mail.ru), +7 771 665-65-62

Aksanat I. Gabdulina<sup>1</sup>, senior lecturer, ORCID 0000-0001-9486-6734; +7 707 695-47-36

Svetlana Yu. Puchkova<sup>2</sup>, master of agriculture, ORCID 0000-0001-8351-803X; +7 777 421-02-35

<sup>1</sup>North Kazakhstan University named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan

## Сравнительная характеристика среднеспелых сортов льна-долгунца смоленской селекции

Е. А. Трабурова<sup>1</sup>, А. М. Конова<sup>1</sup>, А. Ю. Гаврилова<sup>1✉</sup>, С. М. Зуева<sup>1</sup>, С. М. Чехалков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научный центр лубяных культур, Смоленск, Россия

✉ E-mail: augavrilova@gmail.com

**Аннотация.** Целью исследований являлась оценка среднеспелых сортов льна-долгунца смоленской селекции по комплексу хозяйственно-полезных признаков. Исследования проводили на дерново-подзолистой, среднесуглинистой, среднекультуренной почве на опытных полях Смоленского института сельского хозяйства (бывшая Смоленская ГОСХОС). **Объектом исследования** являются 3 среднеспелых сорта льна-долгунца селекции Смоленского ИСХ: С-108 (в среднем за 2007–2009 гг.), Смолич (в среднем за 2011–2013 гг.) и Импульс (в среднем за 2016–2018 гг.). Закладку опытов, наблюдения и учеты выполняли по общепринятым методикам. Система земледелия типичная для Смоленской области. **Результаты и практическая значимость.** В статье приведена сравнительная характеристика изучаемых сортов льна-долгунца. Установлено, что все сорта относились к группе среднеспелых с длительностью вегетационного периода 80 дней. По длине стебля наиболее высокорослыми оказались сорта С-108 и Импульс (80 см). Смолич отставал в росте от вышеперечисленных сортов на 5 см. Все сорта имели высокую устойчивость к полеганию и оптимальную густоту стояния растений перед уборкой. Наибольшая урожайность льносемян и льноломки отмечена у сорта С-108 (7,5 и 53,5 ц/га соответственно). По урожайности всего волокна сорта С-108 и Импульс были на одном уровне (14,9 и 14,8 ц/га соответственно). По содержанию всего волокна в стеблях и выходу длинного волокна также выделился сорт С-108 (29,0 % и 22,3 % соответственно). По качественным характеристикам наиболее прочное волокно было у сорта Смолич (33,4 кг/с). По гибкости все изучаемые сорта были примерно на одинаковом уровне. **Научная новизна.** Совершенствование уже существующих сортов льна-долгунца, обладающих экологической пластичностью.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, сорт, вегетационный период, урожайность, качество волокна, устойчивость к болезням.

**Для цитирования:** Трабурова Е. А., Конова А. М., Гаврилова А. Ю., Зуева С. М., Чехалков С. М. Сравнительная характеристика среднеспелых сортов льна-долгунца смоленской селекции // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 28–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-28-34.

**Дата поступления статьи:** 26.11.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Лен для России является единственной отечественной технической культурой, способной обеспечивать потребности населения в текстильной продукции. Культура льна не требует большого количества тепла, с успехом произрастает от Вологодской области на севере до Украины на юге и от Белоруссии на западе до Красноярского края на востоке. Прочность льняного волокна в 3 раза выше, чем у хлопка. Льняное полотно обладает высокой гигроскопичностью, износоустойчивостью. Разнообразие производимых товаров из льна поразительно: тончайшие батисты, брюссельские и вологодские кружева, брезенты и парусина из волокна; парфюмерия и фармацевтика, олифа из масла; высокобелковый корм, строительные материалы, картон и спирт из отходов производства волокна и масла [1, с. 151; 2, с. 40].

Роль сортов льна как средства повышения урожайности и ее стабилизации общеизвестна. Доминирующая роль при получении высококачественной продукции льна-долгунца также принадлежит сорту. Поэтому определяющим фактором повышения урожайности, ее стаби-

лизации и качества продукции является сорт как основа сельскохозяйственного производства [3, с. 253].

Смоленская областная сельскохозяйственная опытная станция (в настоящее время – Смоленский институт сельского хозяйства) является одним из старейших научно-исследовательских учреждений страны по сельскому хозяйству. Официально работы по селекции льна-долгунца на опытной станции были начаты в 1913 г. селекционером К. Г. Ренардом. В 30-е годы после создания Всероссийского института льна опытная станция входит в его состав как Западная зональная льняная опытная станция. Успешная работа ученых станции по разработке вопросов селекции, биологии, физиологии и агротехники льна-долгунца позволила создать в довоенный период 14 сортов этой культуры [4, с. 20].

Первые сорта льна вышли на поля страны в 1930–1936 гг. Они превышали беспородные местные льны по урожаю волокна на 23–43 %, благодаря чему широко распространились по стране. К 1939 г. все посевные площади Смоленской области засеивались районированными сортами, а по стране площадь посевов сортами Смоленской селекции составляла 805,5 тыс. га [5, с. 19].

Успехи селекции стали возможными только на основе глубокого изучения явлений изменчивости, наследственности сельскохозяйственных растений и научно построенной методики селекционного процесса.

Совершенствование методов селекции, разработка новых положений в предбридинговых и бридинговых исследованиях позволили создать к концу прошедшего столетия новое поколение адаптивных, экологически пластичных высокопродуктивных сортов, которые в настоящее время включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Это такие известные сорта, как Л-1120, Смоленский, Союз, С-108, Смолич, Импульс и другие [6, с. 153].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследований – провести оценку среднеспелых сортов льна-долгунца смоленской селекции по комплексу хозяйственно-полезных признаков.

Полевые опыты закладывались в специализированном севообороте. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, среднеокультуренная. Агрохимическая характеристика почвы следующая: содержание гумуса – 2,19 %, рН – 5,0–6,0, содержание  $P_2O_5$  – 154–220 мг/кг почвы,  $K_2O$  – 105–120 мг/кг почвы.

Агротехника опыта общепринятая для Смоленской области. Норма высева – 23 млн всхожих семян/га, что в весовом выражении составило 109,9–122,0 кг/га. В качестве минеральных удобрений на всех сортах вносили азотоску фоном в дозе 100–150 кг/га. Посев проведен в оптимально сжатые сроки. Предшественник – озимые зерновые. Учетная площадь делянки составила 25 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная. Фенологические наблюдения и глазомерные оценки общего состояния посевов в период вегетации проводили согласно методике ВНИИ льна. Учет урожая сплошной поделяночный. Закладка опыта и статистическая обработка экспериментальных данных выполнены по общепринятым методикам с использованием компьютерной программы STAT VNIIA [7, с. 82; 8, с. 242].

В опыте изучали 3 среднеспелых сорта льна-долгунца селекции Смоленского ИСХ (бывшая Смоленская ГОСХОС): С-108 (в среднем за 2007–2009 гг.), Смолич (в среднем за 2011–2013 гг.) и Импульс (в среднем за 2016–2018 гг.). В статье приводятся данные по каждому сорту в среднем за три года исследований.

Сорт С-108 включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному региону и рекомендован по Смоленской области в 1988 г. Сорт пластичный, высокопродуктивный по волокну и семенам, высокорослый. Относится к четвертой группе сортов по переводу тресты и соломы в волокно. Коэффициент зачета соломы и тресты номер 1 и выше – 3,85 и 3,15 соответственно.

Сорт Смолич включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному региону и рекомендован по Смоленской области в 1993 г. Отличительной особенностью сорта является высокое качество волокна и пряжи (I группа). Обладает высокой адаптивной способностью к неблагоприятным условиям возделывания (недостатку минеральных удобрений и климатическим факторам).

Сорт Импульс включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному региону в 2005 г. Сорт высокопродуктивен по волокну и семенам. Качество волокна и пряжи хорошее. Прочность волокна – 25–34 кгс, гибкость – 71 мм. Морфологически выровнен, устойчив к полеганию, не склонен к осыпанию семян [9, с. 145; 10, с. 90].

Особенностью погоды, резко осложняющей возделывание льна в условиях Центрального Нечерноземья, является большая неравномерность в выпадении осадков в течение вегетационного периода (отклонения от средней многолетней нормы достигают 40–50 %). Условия погоды оказывают решающее влияние на формирование урожая льнопродукции и ее качество. Оптимальными условиями для прохождения ростовых процессов льна в период «быстрый рост» является температура воздуха – 15,8–17,7 °С, относительная влажность – 75–100 %. Изменение данных условий приводит к неравномерности ростовых процессов, что отрицательно сказывается на урожае и качестве льноволокна.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2007–2018 гг.) были различными как по накоплению тепла, так и по обеспеченности влагой, что способствовало объективной оценке сортов льна-долгунца. Сумма активных температур за период 2007–2018 гг. изменялась в интервале 2100–2400 °С при климатической норме 2100–2200 °С.

Наиболее теплым и засушливым оказался 2007 г. Среднесуточная температура была выше многолетних данных на 1,3 °С. Количество осадков в течение вегетации было недостаточным: отклонение от нормы составило 34 %. Температурный режим 2008 г. был близок к норме. Отклонение от многолетних значений среднесуточной температуры воздуха за вегетацию составило всего 0,2 °С. Фактическое количество выпавших осадков соответствовало норме. В целом год оказался благоприятным для возделывания льна-долгунца. 2009 г. оказался нормальным по температуре, но избыточно увлажненным по осадкам, количество которых за вегетацию превысило среднее многолетнее значение на 24 %. Кроме того, их распределение по месяцам было неравномерным. Самыми дождливыми оказались май, июнь и август: осадков за эти месяцы выпало на 70 % больше нормы, что негативно сказалось на урожайности культуры.

В начале вегетации 2012 г. количество атмосферных осадков было меньше среднемноголетней нормы (60 мм) на 16 мм, в 2011 и 2013 гг. – больше на 32 и 54 мм соответственно. В июне, когда происходило активное нарастание фитомассы растений льна-долгунца, во все годы исследования количество осадков было больше среднемноголетней нормы (87 мм) на 13–58 мм. Среднесуточная температура воздуха в мае во все годы проведения опыта была близка к среднемноголетнему показателю (12,2 °С). В июне наблюдали небольшие отклонения температур – на 1,0–2,5 °С от нормы (15,9 °С). Величина гидротермического коэффициента в 2011 г. составляла 1,4, в 2012–2013 гг. колебалась в пределах 1,7–1,9.

2016 г. был наиболее оптимальным для роста и развития растений льна, период «всходы – бутонизация» ха-

рактиковался как теплый и слабо засушливый (ГТК = 1,2). Дождливые и прохладные погодные условия 2017 г. в период «всходы – бутонизация» привели к снижению хозяйственных показателей, характеризующих урожайность льноволокна. Период всходов 2018 г. был очень засушливым (ГТК = 0,5), на период «елочка – бутонизация» пришлось обильное выпадение осадков (ГТК = 2,1), что негативно отразилось на завязываемости льносемян [11].

**Результаты (Results)**

В течение вегетационного периода проводились следующие наблюдения: продолжительность вегетационного периода, оценка на устойчивость к полеганию, высота и густота стояния растений по полным всходам и перед уборкой.

Продолжительность вегетационного периода – один из важных хозяйственно-ценных признаков льна-долгунца, определяющих возможность получения наивысшего урожая в районах его выращивания [12, с. 4]. Все изучаемые сорта относились к группе среднеспелых с продолжительностью вегетационного периода 80 дней (таблица 1).

Для практической селекции льна-долгунца наибольшее значение имеют признаки, определяющие урожай-

ность волокна: высота растений и содержание его в стеблях. Высота растений льна-долгунца – признак наследственно-устойчивый и имеет большое значение в селекционной работе, так как во многом определяет урожайность льноволокна [13, с. 165].

Наиболее высокорослыми оказались сорта С-108 и Импульс (80 см). Смолич отставал в росте от вышеперечисленных сортов на 5 см.

Основной признак, характеризующий пригодность сорта к механизированной уборке и определяющий производственную ценность сорта, – устойчивость к полеганию. Устойчивость к полеганию влияет на качество выходной волокнистой продукции [14, с. 617]. В опыте проводилась оценка всех изучаемых сортов по устойчивости к полеганию по пятибалльной шкале. Результаты наблюдений показали, что сорта имели высокую устойчивость к полеганию (5 баллов).

Определение массы 1000 семян позволяет дать оценку запасов питательных веществ в семенах, т. е. чем выше масса 1000 семян одной и той же культуры, тем выше содержание в ней питательных веществ [15, с. 6]. Наибольшей массой 1000 семян обладал сорт С-108, она составила 5,0 граммов.

Таблица 1  
Фенологические наблюдения за посевами льна-долгунца

Сорт	Вегетационный период, дней	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию перед уборкой, балл	Масса 1000 семян, г	Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup>	
					по всходам	перед уборкой
С-108	80	80	5,0	5,0	1983	1782
Смолич	80	75	5,0	4,5	1942	1716
Импульс	80	80	5,0	4,8	1964	1756

Table 1  
Phenological observations of fiber-flax crops

Variety	Vegetation period, days	Plant height, cm	Resistance to lodging before harvesting, score	The mass of 1000 seeds, g	Density of standing plants, pcs/m <sup>2</sup>	
					on shoots	before harvesting
S-108	80	80	5.0	5.0	1983	1782
Smolich	80	75	5.0	4.5	1942	1716
Impul's	80	80	5.0	4.8	1964	1756

Таблица 2  
Характеристика сортов льна-долгунца по хозяйственно-ценным признакам

Сорт	Урожайность, ц/га			Содержание волокна всего, %	Выход длинного волокна, %
	семян	соломки	волокна всего		
С-108	7,5	53,5	14,9	29,0	22,3
Смолич	6,5	49,0	13,2	27,0	19,0
Импульс	7,0	51,5	14,8	27,6	21,3
НСР <sub>05</sub>	0,5	4,1	1,3		

Table 2  
Characteristics of fiber-flax varieties on economically valuable features

Variety	Yield, c/ha			The fiber content of all, %	The output of long fibre, %
	seed	straw	fibers of all		
S-108	7.5	53.5	14.9	29.0	22.3
Smolich	6.5	49.0	13.2	27.0	19.0
Impul's	7.0	51.5	14.8	27.6	21.3
SSD <sub>05</sub>	0.5	4.1	1.3		

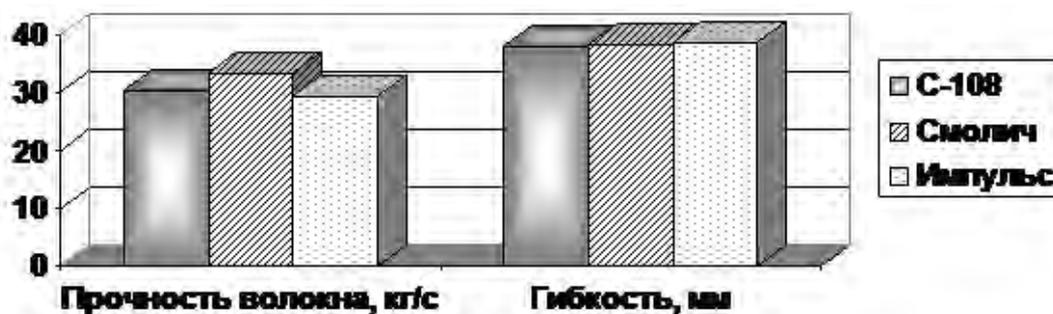


Рис. 1. Качественные характеристики льна-долгунца

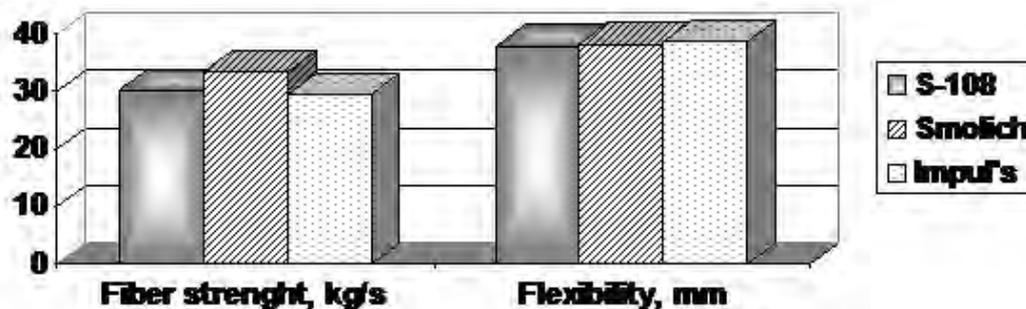


Fig. 1. Qualitative characteristics of flax

Основной урожай и его качества является густота стеблестоя льна-долгунца, создаваемая в основном нормой высева семян. Ранее проведенными исследованиями установлено, что наибольший выход волокна с единицы площади получается при густоте стояния 1700–2300 растений на 1 м<sup>2</sup>. В разреженных посевах лен вырастает толстостебельным, разветвленным, с большим количеством семенных коробочек, грубым коротким волокном и низкой длиной технической части стебля [16, с. 23]. В загущенных посевах усиливается деятельность перецикла и, следовательно, образуется большое количество клеток луба, увеличивающее содержание волокна в стеблях. В опыте густота стояния растений перед уборкой варьировала от 1716 до 1782 растений на 1 м<sup>2</sup> и была наибольшей у сорта С-108.

Важным элементом продуктивности льна-долгунца является масса семян. Масса (крупность) семян – наследственный признак, на который оказывают влияние некоторые биотические и абиотические факторы [17, с. 45]. Результаты изучения показали, что высокой семенной продуктивностью отличился сорт С-108, менее продуктивным оказался Смолич (на 15 %) (таблица 2).

Для получения качественной волокнистой льнопродукции необходимо, чтобы выелка льнотресты проходила в оптимальные сроки в I и II декадах августа. Для этого необходимо сеять ранне- и среднеспелые сорта льна [18, с. 189]. По урожайности соломки сорт С-108 также превысил сорта Смолич и Импульс на 9 и 4 % соответственно. По урожайности волокна всего сорта С-108 и Импульс были на одном уровне и превысили сорт Смолич на 1,6–1,7 %.

Наиболее стабильным и мало изменяемым в процессе репродукции является содержание волокна. Основным продуктом льна-долгунца является волокно, поэтому его содержание в стеблях – основной показатель хозяйственной ценности сортов и гибридов [19, с. 47; 20, с. 121]. Полученные трехлетние данные показали, что по содержанию всего волокна в стеблях и выходу длинного волокна выделился сорт С-108 (29,0 % и 22,3 % соответственно).

Технологические показатели качества волокна льна-долгунца приведены на рис. 1. Прочность волокна льна в 3–5 раз превосходит прочность волокна хлопка. В проведенных исследованиях наиболее прочное волокно было у сорта Смолич (33,4 кг/с). По гибкости все изучаемые сорта были примерно на одинаковом уровне.

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

Результаты исследований показали, что у всех изучаемых сортов льна-долгунца длина вегетационного периода составила 80 дней, т. е. сорта можно отнести к группе среднеспелых. Все сорта имели высокую устойчивость к полеганию (5 баллов) и оптимальную густоту стояния растений перед уборкой (1716–1782 шт./м<sup>2</sup>). Наиболее высокорослыми оказались сорта С-108 и Импульс (80 см). Наибольший урожай семян и соломки получен по сорту С-108 (7,5 и 53,5 ц/га соответственно). Наилучшим по содержанию волокна и выходу длинного волокна также оказался сорт С-108. Наиболее прочное волокно было получено у сорта Смолич (33,4 кг/с), показатель гибкости был примерно одинаковым у всех изучаемых сортов.

#### Библиографический список

1. Рыбченко Т. И., Рожмина Т. А., Понажев В. П. Научные достижения – важный ресурс повышения эффективности регионального льноводства // Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сборник статей международной научно-практической конференции. Смоленск, 2018. С. 150–157.

2. Жученко А. А., Рыбченко Т. И., Кучумов А. В., Терентьев С. Е. Комплексное использование генетических ресурсов растений // Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства: сборник материалов международной научно-практической конференции. Смоленск, 2018. С. 40–51.
3. Bolsheva N. L., Melnikova N. V., Dmitriev A. A., Krasnov G. S., Lakunina V. A., Snezhkina A. V., Rozhmina T. A., Samatadze T. E., Yurkevich O. Yu., Zoshchuk S. A., Amosova A. V., Kudryavtseva A. V., Muravenko O. V., Kirov I. V., Speranskaya A. S., Krinitsina A. A., Belenikin M. S. Evolution of blue-flowered species of genus *linum* based on high-throughput sequencing of ribosomal RNA genes. *BMC Evolutionary Biology*. 2017. Vol. 17. No S2. P. 253. DOI: 10.1186/s12862-017-1105-x.
4. Прудников А. Д., Рыбченко Т. И., Романова И. Н., Прудникова А. Г., Глушаков С. Н. Адаптивное льноводство: монография. Смоленск: Универсум, 2016. 216 с.
5. Кулик Л. К., Конова А. М., Гаврилова А. Ю., Самойлов Л. Н. Изучение коллекционных образцов льна-долгунца для создания новых сортов // Аграрная наука. 2016. № 8. С. 18–20.
6. Понажев В. П., Рожмина Т. А., Павлова Л. Н., Тихомирова В. Я., Поздняков Б. Я., Сорокина О. Ю., Захарова Л. М., Рыжов А. И., Серков В. А., Смирнов А. А., Ушеревич Е. М. Лен и конопля: зонально-адаптивные сорта и технологии производства. Тверь: Тверской государственный университет, 2014. 324 с.
7. Павлова Л. Н., Понажев В. П., Рожмина Т. А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. Тверь: Тверской государственный университет, 2014. 140 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
9. Конова А. М., Гаврилова А. Ю., Рекашус Э. С., Понкратенкова И. В., Курдакова О. В., Дыцкова Т. А., Кулик Л. К., Чехалкова Л. К., Романова И. Н., Прудникова А. Г., Прудников А. Д., Семченкова С. В., Маренкова Е. А., Игнатенкова Д. А., Мирзаева Н. А., Бабурченкова З. П., Новиков В. М., Рыбченко Т. И. Региональная система земледелия Смоленской области. Смоленск: Агронаучсервис, 2013. 277 с.
10. Кулик Л. К., Трабурова Е. А. Методы создания новых сортов льна-долгунца // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: сборник статей международной научно-практической конференции. Тверь, 2017. С. 89–91.
11. Погода в Рославле [Электронный ресурс] // Метеоцентр. URL: [http://meteocenter.net/26882\\_fact.htm](http://meteocenter.net/26882_fact.htm) (дата обращения: 19.08.2019).
12. Рожмина Т. А. Научные достижения – важнейший ресурс возрождения льноводства России // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Тверь, 2018. С. 3–12.
13. Пороховинова Е. А., Павлов А. В., Брач Н. Б., Морван К. Углеводный состав слизи из семян льна и его связь с морфологическими признаками // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 1. С. 161–171. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.161rus.
14. Королев К. П., Боме Н. А. Оценка генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) по экологической адаптивности и стабильности в условиях Северо-Восточной части Беларуси // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 615–621. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.588rus.
15. Кощеева Н. С., Лыскова И. В., Баталова Г. А., Краева С. Н. Исходный материал для селекции льна-долгунца в условиях Волго-Вятского региона // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 6–9.
16. Павлова Л. Н., Герасимова Е. Г., Румянцева В. Н., Кудрявцева Л. П. Новые сорта льна-долгунца – основа повышения эффективности отрасли льноводства // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Тверь, 2018. С. 23–24.
17. Кузьменко Н. Н. Влияние систем удобрения на урожайность льна-долгунца и качество продукции в льянном севообороте // Агротехнологии. 2017. № 8. С. 43–47. DOI: 10.7868/S0002188117080051.
18. Чехалков С. М., Леонова Т. Ф., Трабурова Е. А. Факторы, влияющие на качество льянного волокна // Продовольственная безопасность: от зависимости к самостоятельности: сборник статей международной научно-практической конференции. Смоленск, 2017. С. 189–191.
19. Павлова Л. Н., Герасимова Е. Г., Румянцева В. Н. Инновации в селекции льна-долгунца // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: сборник статей международной научно-практической конференции. Тверь, 2016. С. 46–50.
20. Ильина В. И., Кузьменко Н. Н. Влияние норм высева семян и сроков уборки льна-долгунца разных групп спелости на урожайность и качество продукции // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: сборник статей международной научно-практической конференции. Тверь, 2016. С. 120–123.

#### Об авторах:

Елена Алексеевна Трабурова<sup>1</sup>, младший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID 0000-0002-5852-4654, AuthorID 866722

Аминат Мсостовна Конова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекционных технологий, ORCID 0000-0003-3719-573X, AuthorID 349580

Анна Юрьевна Гаврилова<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID 0000-0002-6340-8439, AuthorID 863101; [augavrilova@gmail.com](mailto:augavrilova@gmail.com), +7 920 300-74-85

Светлана Михайловна Зуева<sup>1</sup>, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID 0000-0001-8414-4850, AuthorID 1032721

Сергей Михайлович Чехалков<sup>1</sup>, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID 0000-0002-0899-8309, AuthorID 866734

<sup>1</sup> Федеральний научний центр лубяних культур, Смоленск, Россия

## Comparative characteristics of medium-maturing varieties of fiber-flax of Smolensk selection

E. A. Traburova<sup>1</sup>, A. M. Konova<sup>1</sup>, A. Yu. Gavrilova<sup>1</sup>✉, S. M. Zuyeva<sup>1</sup>, S. M. Chekhalkov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Smolensk, Russia

✉ E-mail: augavrilova@gmail.com

**Abstract.** The purpose of the research was to assess the average-ripe varieties of fiber-flax Smolensk selection on the complex of economic and useful features. The research was carried out on sod-podzolic, medium-loamy, medium-cultivated soil in the experimental fields of the Smolensk Institute of agriculture (ex. Smolensk state farm). The object of the study are 3 medium-ripe varieties of fiber-flax selection of Smolensk ISH: S-108 (on average for 2007–2009), Smolich (on average for 2011–2013) and Impul's (on average for 2016–2018). Tab experiments, observations and records were performed according to generally accepted methods. The system of agriculture is typical for the Smolensk region. **Results and practical significance.** The article presents a comparative characteristic of the studied varieties of fiber-flax. It was established that all varieties belonged to the group of medium-ripened with a vegetation period of 80 days. Varieties S-108 and Impulse (80 cm) were the tallest along the length of the stem. Smolich lagged behind in growth from the above varieties on 5 sm. All varieties had a high resistance to lodging and optimal density of standing plants before harvesting. The highest yield of flax seeds and flax straw was noted in the variety S-108 (7.5 and 53.5 c/ha, respectively). The yield of all fiber varieties S-108 and Impul's were at the same level (14.9 and 14.8 c/ha, respectively). The variety S-108 (29.0 % and 22.3 % respectively) was also distinguished by the content of all fiber in the stems and the yield of long fiber. According to the qualitative characteristics, the most durable fiber was in the Smolich variety (33.4 kg/s). The flexibility of all the studied varieties was approximately at the same level. **Scientific novelty.** Improvement of already existing varieties of fiber-flax with ecological plasticity.

**Keywords:** fiber-flax, variety, growing season, yield, fiber quality, disease resistance.

**For citation:** Traburova E. A., Konova A. M., Gavrilova A. Yu., Zuyeva S. M., Chekhalkov S. M. Comparative characteristics of medium-maturing varieties of fiber-flax of Smolensk selection // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 28–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-28-34. (In Russian.)

**Paper submitted:** 26.11.2019.

### References

- Rybchenko T. I., Rozhmina T. A., Ponazhev V. P. Nauchnye dostizheniya – vazhnyy resurs povysheniya effektivnosti regional'nogo l'novodstva [Scientific achievements is an important resource for enhancing the effectiveness of regional flax] // Aktual'nye voprosy razvitiya organicheskogo sel'skogo khozyaystva: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Smolensk, 2018. Pp. 150–157. (In Russian.)
- Zhuchenko A. A., Rybchenko T. I., Kuchumov A. V., Terent'ev S. E. Kompleksnoe ispol'zovanie geneticheskikh resursov rasteniy [Integrated use of plant genetic resources] // Aktual'nye voprosy razvitiya organicheskogo sel'skogo khozyaystva: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Smolensk, 2018. Pp. 40–51. (In Russian.)
- Bolsheva N. L., Melnikova N. V., Dmitriev A. A., Krasnov G. S., Lakunina V. A., Snezhkina A. V., Rozhmina T. A., Samatadze T. E., Yurkevich O. Yu., Zoshchuk S. A., Amosova A. V., Kudryavtseva A. V., Muravenko O. V., Kirov I. V., Speranskaya A. S., Krinitsina A. A., Belenikin M. S. Evolution of blue-flowered species of genus linum based on high-throughput sequencing of ribosomal RNA genes. BMC Evolutionary Biology. 2017. Vol. 17. No S2. P. 253. DOI: 10.1186/s12862-017-1105-x.
- Prudnikov A. D., Rybchenko T. I., Romanova I. N., Prudnikova A. G., Glushakov S. N. Adaptivnoe l'novodstvo: monografiya [Adaptive flax growing: monograph]. Smolensk: Universum, 2016. 216 p. (In Russian.)
- Kulik L. K., Konova A. M., Gavrilova A. Yu., Samoylov L. N. Izuchenie kollektsionnykh obraztsov l'na-dolguntsa dlya sozdaniya novykh sortov [Study of collection samples of flax to create new varieties] // Agricultural science. 2016. No. 8. Pp. 18–20. (In Russian.)
- Ponazhev V. P., Rozhmina T. A., Pavlova L. N., Tikhomirova V. Ya., Pozdnyakov B. Ya., Sorokina O. Yu., Zakharova L. M., Ryzhov A. I., Serkov V. A., Smirnov A. A., Usherovich E. M. Len i konoplya: zonal'no-adaptivnye sorta i tekhnologii proizvodstva [Flax and hemp: zonal-adaptive varieties and production technology]. Tver: Tver State University, 2014. 324 p. (In Russian.)

7. Pavlova L. N., Ponazhev V. P., Rozhmina T. A. Seleksiya i pervichnoe semenovodstvo l'na-dolguntsa: metodicheskie ukazaniya [Selection and primary seed production of flax: methodical instructions]. Tver: Tver State University, 2014. 140 p. (In Russian.)
8. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (with bases of statistical processing of research results)]. Moscow: Book on demand, 2012. 352 p. (In Russian.)
9. Konova A. M., Gavrilova A. Yu., Rekashev E. S., Ponkratenkova I. V., Kurdakova O. V., Dytskova T. A., Kulik L. K., Chekhalkova L. K., Romanova I. N., Prudnikova A. G., Prudnikov A. D., Semchenkova S. V., Marenkova E. A., Ignatenkova D. A., Mirzaeva N. A., Baburchenkova Z. P., Novikov V. M., Rybchenko T. I. Regional'naya sistema zemledeliya Smolenskoy oblasti [Regional system of agriculture of the Smolensk region]. Smolensk: Agronauchservis, 2013. 277 p. (In Russian.)
10. Kulik L. K., Traburova E. A. Metody sozdaniya novykh sortov l'na-dolguntsa [Methods of creating new varieties of flax] // Innovatsionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2017. Pp. 89–91. (In Russian.)
11. Pogoda v Roslavle [Weather in Roslavle] [e-resource] // Meteocenter. URL: [http://meteocenter.net/26882\\_fact.htm](http://meteocenter.net/26882_fact.htm) (appeal date: 19.08.2019). (In Russian.)
12. Rozhmina T. A. Nauchnye dostizheniya – vazhneyshiy resurs vozrozhdeniya l'novodstva Rossii [Scientific achievements – the most important resource of revival of flax growing of Russia] // Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh trudov. Tver, 2018. Pp. 3–12. (In Russian.)
13. Porokhovina E. A., Pavlov A. V., Brach N. B., Morvan K. Uglevodnyy sostav slizi iz semyan l'na i ego svyaz' s morfologicheskimi priznakami [Carbohydrate composition of mucus from flax seeds and its relationship with morphological features] // Agricultural biology. 2017. Vol. 51. No. 1. Pp. 161–171. (In Russian.)
14. Korolev K. P., Bome N. A. Otsenka genotipov l'na-dolguntsa (*Linum usitatissimum* L.) po ekologicheskoy adaptivnosti i stabil'nosti v usloviyakh Severo-Vostochnoy chasti Belarusi [Assessment of the genotypes of flax (*Linum usitatissimum* L.) on ecological adaptability and stability in the North-Eastern part of Belarus] // Agricultural biology. 2017. Vol. 52. No. 3. Pp. 615–621. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.1.161rus. (In Russian.)
15. Koshcheeva N. S., Lyskova I. V., Batalova G. A., Kraeva S. N. Iskhodnyy material dlya seleksii l'na-dolguntsa v usloviyakh Volgo-Vyatskogo regiona [Source material for breeding of flax in the conditions of Volgo-Vyatskiy region] // Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka. 2017. No 3. Pp. 6–9. (In Russian.)
16. Pavlova L. N., Gerasimova E. G., Rummyantseva V. N., Kudryavtseva L. P. Novye sorta l'na-dolguntsa – osnova povysheniya effektivnosti otrasli l'novodstva [New varieties of fiber-flax – the basis for improving the efficiency of the flax industry] // Nauchnoe obespechenie proizvodstva pryadil'nykh kul'tur: sostoyanie, problemy i perspektivy: sbornik nauchnykh trudov. Tver, 2018. Pp. 23–24. (In Russian.)
17. Kuz'menko N. N. Vliyaniye sistem udobreniya na urozhaynost' l'na-dolguntsa i kachestvo produktsii v l'nyanom sevooborote [Influence of fertilizer systems on the yield of flax and product quality in flax crop rotation]. Agrochemistry. 2017. No. 8. Pp. 43–47. DOI: 10.7868/S0002188117080051. (In Russian.)
18. Chekhalkov S. M., Leonova T. F., Traburova E. A. Faktory, vliyayushchie na kachestvo l'nyanogo volokna [Factors affecting the quality of flax fiber] // Prodovol'stvennaya bezopasnost': ot zavisimosti k samostoyatel'nosti: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Smolensk, 2017. Pp. 189–191. (In Russian.)
19. Pavlova L. N., Gerasimova E. G., Rummyantseva V. N. Innovatsii v seleksii l'na-dolguntsa [Innovations in flax breeding] // Innovatsionnye razrabotki proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2016. Pp. 46–50. (In Russian.)
20. Il'ina V. I., Kuz'menko N. N. Vliyaniye norm vyseva semyan i srokov uborki l'na-dolguntsa raznykh grupp spelosti na urozhaynost' i kachestvo produktsii [Influence of norms of sowing of seeds and terms of harvesting of flax of different groups of ripeness on productivity and quality of production]. Innovatsionnye razrabotki proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2016. Pp. 120–123. (In Russian.)

#### Author's information:

Elena A. Traburova<sup>1</sup>, junior researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0002-5852-4654, AuthorID 866722

Aminat M. Konova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0003-3719-573X, AuthorID 349580

Anna Yu. Gavrilova<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID 0000-0002-6340-8439, AuthorID 863101; [augavrilova@gmail.com](mailto:augavrilova@gmail.com), +7 920 300-74-85,

Svetlana M. Zuyeva<sup>1</sup>, senior researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0001-8414-4850, AuthorID 1032721

Sergey M. Chekhalkov<sup>1</sup>, senior researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID 0000-0002-0899-8309, AuthorID 866734

<sup>1</sup> Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Smolensk, Russia

## Интродукция орловских сортов смородины красной в Западно-Сибирский регион

О. Д. Голяева<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский НИИ селекции плодовых культур, Орел, Россия

✉ E-mail: golyaeva@vniispk.ru

**Аннотация.** В статье представлены данные государственного сортоиспытания сортов смородины красной на Прокопьевском ГСУ (Западно-Сибирский регион) в 2015–2017 гг. **Цель исследований** состояла в испытании сортов смородины красной ВНИИ селекции плодовых культур в почвенно-климатических условиях Западно-Сибирского региона. **Методы.** В изучении находились 13 сортов ВНИИСПК (Орловская область), 5 сортов селекции Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И. В. Мичурина (Новосибирская область), 3 сорта Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства (г. Челябинск). Контролем (St) был районированный в Западно-Сибирском регионе сорт Красный крест. Наблюдения и учеты проводились по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. **Результаты.** В среднем за три года изучения урожайность контроля составила 63,3 ц/га, на уровне с ним были сорта селекции бывшей Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И. В. Мичурина Валенсия, Хрустящая, Сара, Элиза, уступал ему сорт Розита. Существенно превышали сорт Красный крест по нагрузке урожаем сорта селекции Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства: Ильинка, Уральская красная, Уральская белая (93,3–84,4 ц/га). Более высокий уровень продуктивности имели сорта ВНИИ селекции плодовых культур: 122,5 ц/га (сорт Мармеладница) – 102,6 ц/га (белоплодный сорт Белка). Десертным вкусом (5,0 баллов) выделялись сорта Голландская красная, Хрустящая, Белка, Уральская белая, Роза. В условиях Кемеровской области крупноплодностью характеризовались следующие сорта: Ася, Дар Орла, Дана, Ильинка, Мармеладница, Орловчанка, Подарок лета, Уральская красавица, Нива, Белка с максимальной массой ягоды 0,9–1,3 г. Комплексную устойчивость к основным заболеваниям смородины красной – антракнозу и септориозу – проявили сорта Ильинка, Мармеладница, Уральская красная, Белка, Уральская белая. **Научная новизна и практическая значимость.** Результаты интродукции показали, что сорта красной смородины селекции ВНИИСПК проявляют высокую экологическую адаптивность к условиям резко-континентального климата. В итоге испытания в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Западно-Сибирском регионе (10 регион), включены сорта орловской селекции: Ася, Дана, Мармеладница, Орловчанка, Дар Орла, Подарок лета.

**Ключевые слова:** смородина красная, сорт, продуктивность, товарные и вкусовые качества ягод, поражение болезнями, интродукция, Западно-Сибирский регион.

**Для цитирования:** Голяева О. Д. Интродукция орловских сортов смородины красной в Западно-Сибирский регион // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 35–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-35-42.

**Дата поступления статьи:** 08.10.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Одним из главных факторов интенсификации ягодоводства, повышения урожайности и увеличения валового сбора ягодной продукции является сорт. Особую актуальность приобретает проблема внедрения в производство сортов нового поколения с достаточным адаптивным потенциалом к почвенно-климатическим условиям выращивания. Неправильный выбор сорта приводит к снижению урожайности, преждевременной гибели плантации, большим убыткам и потерям капиталовложений. В формировании сортимента важную роль играют научные селекционные учреждения, основные поставщики сортов, адаптированных к местным условиям [1, с. 8]. Большое значение имеет интродукция сортов в разные почвенно-климатические условия. Интродуценты, обладающие высокой пластичностью, могут составить конкуренцию районированным сортам [2, с. 128–140].

Испытание сортов сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических регионах проводится Государственной комиссией по охране и испытанию селекционных достижений на государственных сортоиспытательных участках. Основная задача государственного сортоиспытания заключается в выявлении лучших по урожайности и качеству сортов и подготовке рекомендаций для их районирования и внедрения в производство по почвенно-климатическим зонам.

Смородина красная – ценная ягодная культура. Ягоды смородины красной содержат необходимые человеку питательные и биологически активные вещества, макро- и микроэлементы [3, с. 11]. Смородина красная является перспективным сырьем для перерабатывающей и пищевой промышленности [4, с. 200; 5, с. 26–32].

Во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, г. Орел) селекция смородины красной ведется с 1984 г. В результате многолетней работы создано 20 сортов разных сроков созревания, разного назначения [6, с. 39]. Благодаря высокому биологическому потенциалу адаптивности и продуктивности сорта хорошо зарекомендовали себя во многих регионах РФ.

В результате исследований во ВСТИСП (Центральный регион) выделены сорта смородины красной орловской селекции – комплексные источники и доноры продуктивности, высокой адаптации, полевой устойчивости к патогенам – Газель, Нива, Мармеладница [7, с. 17].

Изучение товарных показателей ягод 28 сортов смородины красной различного эколого-генетического происхождения в условиях Ленинградской области (Северо-Западный регион) позволило выделить наиболее крупноплодные (со средней массой > 0,60 г), в т. ч. сорта ВНИИСПК Дана, Ася, Мармеладница, Валентиновка [8, с. 54].

В почвенно-климатических условиях Республики Коми (Северный регион) сорта Вика и Мармеладница превысили по продуктивности контрольный сорт Голландская красная на 34,9 и 38,9 %, их урожайность составила 13,9 и 14,3 т/га, чистый доход на дополнительную продукцию – в пределах 400 руб. на 1 га [9, с. 299].

В условиях Центральной Якутии (Восточно-Сибирский регион) легко адаптируемыми к условиям произрастания, конкурентоспособными и пригодными для возделывания оказались сорта Лидер, Валенсия (Новосибирской селекции), Ася, Мармеладница (Орловской селекции) [10, с. 91].

В Уральском регионе лимитирующими факторами для реализации потенциальной продуктивности смородины красной являются холодная суровая зима, жаркое сухое лето, недостаточность атмосферных осадков. На Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства выделены сорта, превышающие контрольный сорт Красный крест по продуктивности и ее компонентам: Осиповская (длиннокистность, крупноплодность, продуктивность) и Мармеладница (крупноплодность, продуктивность) [11, с. 75].

Оценка сортов смородины красной по товарным качествам ягод в условиях Краснодарского края показала, что сорт Баяна имеет высокие показатели длины кисти и числа ягод в кисти, а сорт Ася является самым крупноплодным среди 20, проходивших изучение [12, с. 4–6].

Высокие хозяйственно биологические показатели сорта института проявились в условиях Республики Беларусь, 2 из них – Баяна и Дана – внесены в Государственный реестр сортов [13, с. 139].

По результатам испытания в Латвии выделены как наиболее перспективные для возделывания сорта ВНИИСПК Ася, Белка, Мармеладница, Нива, Орловская звезда, Осиповская [14, с. 183].

Целью работы являлось испытание сортов смородины красной селекции ВНИИСПК в почвенно-климатических условиях Западно-Сибирского региона – ареала естественного произрастания культуры.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Изучение сортов проводилось на Прокопьевском государственном сортоучастке. Данные сортоиспытания предоставлены заведующей данным госсортоучастком И. В. Селезневой. Саженцы шести сортов смородины красной ВНИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК, Орел) Валентиновка, Вика, Газель, Нива, Осиповская, Роза были посажены осенью 2011 г. Годом раньше (осенью 2010 г.) был заложен участок сортами ВНИИСПК Ася, Дар Орла, Дана, Мармеладница, Орловчанка, Подарок лета, Белка; сортами селекции Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И. В. Мичурина (Новосибирская область) Валенсия, Розита, Хрустящая, Сара, Элиза и сортами Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства (г. Челябинск) Ильинка, Уральская красавица, Уральская белая. Контролем (St) является районированный в Западно-Сибирском регионе сорт Красный крест, выведенный в США. Схема посадки 3×1 м. Наблюдения и учеты проводились по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [15].

Таблица 1

**Среднемноголетняя температура по месяцам (г. Прокопьевск, Кемеровская область)**

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
-15,9	-14,8	-6,9	3,0	11,2	17,3	19,5	16,8	10,8	2,4	-7,3	-14,0

Table 1

**Average annual temperature by months (Prokopievsk, Kemerovo region)**

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
-15.9	-14.8	-6.9	3.0	11.2	17.3	19.5	16.8	10.8	2.4	-7.3	-14.0

Таблица 2

**Среднемноголетняя температура по месяцам (г. Орел, Орловская область)**

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, °С	-8,7	-8,1	-3,1	6,5	13,9	17,5	18,9	17,6	12,1	5,8	-0,9	-5,1

Table 2

**Average annual temperature by months (Orel, Orel region)**

Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperature, °C	-8.7	-8.1	-3.1	6.5	13.9	17.5	18.9	17.6	12.1	5.8	-0.9	-5.1

Таблица 3  
Урожайность сортов смородины красной  
на Прокопьевском госсортоучастке, ц/га

Сорт	Годы плодоношения				
	2015	2016	2017	Среднее	Откло- нение от стандарта
<b>2010 г. посадки</b>					
Красный крест – St	26,6	109,9	53,3	63,3	
Ася*	27,7	163,3	133,0	108,0	+44,7
Валенсия	19,9	116,6	76,6	71,0	+7,7
Голландская красная	35,5	119,9	93,3	82,9	+19,6
Дар Орла*	13,3	183,3	133,0	110,0	+46,7
Дана*	21,2	176,6	136,6	111,4	+48,1
Ильинка	36,6	149,9	93,3	93,3	+30,0
Мармеладница*	34,4	189,8	143,3	122,5	+59,2
Орловчанка*	26,6	176,6	143,3	115,5	+52,2
Подарок лета*	34,4	183,3	146,6	121,4	+58,1
Розита	17,6	86,6	66,6	56,9	-6,4
Уральская красавица	34,4	136,6	103,3	91,4	+28,1
Хрустящая	25,3	113,3	86,6	75,1	+11,8
Сара	17,6	109,9	68,9	65,5	+2,2
Элиза	16,6	119,9	83,3	73,3	+10,0
Белка*	44,4	140,0	123,0	102,6	+39,3
Уральская белая	36,6	140,0	76,6	84,4	+21,1
НСР <sub>05</sub>				17,0	
<b>2011 г. посадки</b>					
Красный крест – St	15,3	53,3	38,63	35,7	
Валентиновка*	13,3	83,3	76,6	57,7	+22,0
Вика*	17,6	89,9	73,3	60,3	+24,6
Газель*	34,4	89,9	79,9	68,1	+32,4
Нива*	15,3	96,6	89,9	67,3	+31,6
Осиповская*	25,3	93,3	33,3	50,6	+14,9
Роза*	17,6	86,6	69,9	58,0	+22,3
НСР <sub>05</sub>				13,7	

Примечание: \* сорта селекции ВНИИСПК.

Прокопьевский район расположен в южной части Кемеровской области. На северо-западе граничит с Беловским районом, на юго-востоке – с Новокузнецким районом, на юго-западе – с Алтайским краем. По западу территории проходит древнейшая горная система – Салаирский кряж, на северо-востоке – Караканский хребет. Рельеф района – преимущественно холмистая равнина. Прокопьевский район входит в зону резко континентального климата. Зима холодная и продолжительная, лето короткое и теплое. Среднемесячная температура составляет в январе от  $-18^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-49,5^{\circ}\text{C}$ , а в июле от  $+17^{\circ}\text{C}$  до  $+22^{\circ}\text{C}$ . Количество осадков от 350–450 мм. Зимний период длится пять месяцев. Снежный покров достигает для большей части района 250–500 мм.

Table 3  
Red currant yield at Prokpievsk Fruit-Berry State  
Station of Variety Testing, c/ha

Variety	Years of fruiting				
	2015	2016	2017	Average	Deviation from the standard
<b>Planting in 2010</b>					
<i>Krasnyy krest – St</i>	26.6	109.9	53.3	63.3	
<i>Asya*</i>	27.7	163.3	133.0	108.0	+44.7
<i>Valensiya</i>	19.9	116.6	76.6	71.0	+7.7
<i>Gollandskaya krasnaya</i>	35.5	119.9	93.3	82.9	+19.6
<i>Dar Orla*</i>	13.3	183.3	133.0	110.0	+46.7
<i>Dana*</i>	21.2	176.6	136.6	111.4	+48.1
<i>Ilyinka</i>	36.6	149.9	93.3	93.3	+30.0
<i>Marmeladnitsa*</i>	34.4	189.8	143.3	122.5	+59.2
<i>Orlovchanka*</i>	26.6	176.6	143.3	115.5	+52.2
<i>Podarok leta*</i>	34.4	183.3	146.6	121.4	+58.1
<i>Rozita</i>	17.6	86.6	66.6	56.9	-6.4
<i>Ural'skaya krasavitsa</i>	34.4	136.6	103.3	91.4	+28.1
<i>Khrustyashchaya</i>	25.3	113.3	86.6	75.1	+11.8
<i>Sara</i>	17.6	109.9	68.9	65.5	+2.2
<i>Eliza</i>	16.6	119.9	83.3	73.3	+10.0
<i>Belka*</i>	44.4	140.0	123.0	102.6	+39.3
<i>Ural'skaya belaya</i>	36.6	140.0	76.6	84.4	+21.1
<i>LSD<sub>05</sub></i>				17.0	
<b>Planting in 2011</b>					
<i>Krasnyy krest – St</i>	15.3	53.3	38.63	35.7	
<i>Valentinovka*</i>	13.3	83.3	76.6	57.7	+22.0
<i>Vika*</i>	17.6	89.9	73.3	60.3	+24.6
<i>Gazel'*</i>	34.4	89.9	79.9	68.1	+32.4
<i>Niva*</i>	15.3	96.6	89.9	67.3	+31.6
<i>Osipovskaya*</i>	25.3	93.3	33.3	50.6	+14.9
<i>Roza*</i>	17.6	86.6	69.9	58.0	+22.3
<i>LSD<sub>05</sub></i>				13.7	

Note: \* varieties of All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding breeding.

Вегетационный период со среднесуточной температурой выше  $+5^{\circ}\text{C}$  в среднем равен 153 дням, начинается в конце апреля или начале мая и продолжается до конца сентября. Средняя продолжительность периода без заморозков определяется в 120 дней, первые заморозки наблюдаются в середине сентября, а последние – в конце мая и даже в июне. В Прокопьевском районе преобладают западные и юго-западные ветра, в результате чего лето относительно дождливое. Максимум осадков выпадает в августе – 18,8 % от общего годового, а минимум в феврале – 1,8 % [16] (таблица 1).

Климат Орловской области умеренно континентальный. Температура наиболее теплого месяца (июля) бывает в пределах  $17,9-19,6^{\circ}\text{C}$ , а наиболее холодного месяца

Таблица 4  
Товарная и дегустационная оценка ягод сортов  
смородины красной, 2015–2017 гг.

Сорт	Масса ягоды, г		Оценка вкуса, балл
	Средняя	Макси- мальная	
<b>2010 г. посадки</b>			
Красный крест – St	0,5	0,8	4,8
Ася*	0,8	1,0	4,8
Валенсия	0,5	0,7	4,0
Голландская красная	0,5	0,8	5,0
Дар Орла*	0,9	1,2	4,2
Дана*	0,8	1,3	4,3
Ильинка	0,7	0,9	4,3
Мармеладница*	0,8	1,2	4,5
Орловчанка*	0,9	1,3	4,5
Подарок лета*	0,9	1,3	4,3
Розита	0,4	0,6	4,3
Урал красавица	0,8	1,0	4,5
Хрустящая	0,6	0,8	5,0
Сара	0,4	0,6	4,0
Элиза	0,4	0,6	4,0
Белка*	0,7	0,9	5,0
Уральская белая	0,6	0,9	5,0
НСР <sub>05</sub>	0,2	0,2	
<b>2011 г. посадки</b>			
Красный крест – St	0,5	0,8	4,8
Валентиновка*	0,5	0,8	4,2
Вика*	0,5	0,9	4,5
Газель*	0,5	0,9	4,2
Нива*	0,7	1,0	4,5
Осиповская*	0,5	0,9	4,7
Роза*	0,5	0,8	5,0
НСР <sub>05</sub>	0,1	0,1	

Примечание: \* сорта селекции ВНИИСПК.

(января) –9,0... –10,5 °С. Высота снежного покрова постепенно увеличивается, достигая максимума в конце февраля – начале марта по территории области до 23–28 см. Период со средними суточными температурами воздуха выше +5 °С начинается в середине апреля и заканчивается в середине октября, а продолжительность его в году составляет 175–185 дней. По средним многолетним данным прекращение заморозков приходится по области на вторую пятидневку мая, а самое позднее – на первую декаду июня. Средние даты осеннего заморозка приходятся на последнюю пятидневку сентября. Самое раннее начало заморозков отмечалось по области в первой декаде сентября, а самое позднее – в третьей декаде октября. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 135–150 дней. В области выпадает в среднем 490–580 мм осадков. За холодный период (с ноября по март) сумма осадков составляет 135–175 мм, за теплый – 355–425 мм. По многолетним данным наименьшее количество осадков, составляющее 20–25 мм, выпадает в феврале и марте, в июле выпадает наибольшее количество осадков – 75–90 мм. Сильные ливни наблюдаются редко. Неравномерное распределение осадков как в разные годы, так и в отдельные периоды создает нередко засушливые условия для роста и развития сельскохозяйственных культур [17].

Table 4  
Commodity and tasting evaluation of berries  
of red currant varieties, 2015–2017

Variety	Berry weight, g		Taste evaluation, point
	Average	Maxi- mal	
<b>Planting in 2010</b>			
<i>Krasnyy krest – St</i>	0.5	0.8	4.8
<i>Asya*</i>	0.8	1.0	4.8
<i>Valensiya</i>	0.5	0.7	4.0
<i>Gollandskaya krasnaya</i>	0.5	0.8	5.0
<i>Dar Orla*</i>	0.9	1.2	4.2
<i>Dana*</i>	0.8	1.3	4.3
<i>Ilyinka</i>	0.7	0.9	4.3
<i>Marmeladnitsa*</i>	0.8	1.2	4.5
<i>Orlovchanka*</i>	0.9	1.3	4.5
<i>Podarok leta*</i>	0.9	1.3	4.3
<i>Rozita</i>	0.4	0.6	4.3
<i>Ural'skaya krasavitsa</i>	0.8	1.0	4.5
<i>Khrustyashchaya</i>	0.6	0.8	5.0
<i>Sara</i>	0.4	0.6	4.0
<i>Eliza</i>	0.4	0.6	4.0
<i>Belka*</i>	0.7	0.9	5.0
<i>Ural'skaya belaya</i>	0.6	0.9	5.0
<i>LSD<sub>05</sub></i>	0.2	0.2	
<b>Planting in 2011</b>			
<i>Krasnyy krest – St</i>	0.5	0.8	4.8
<i>Valentinovka*</i>	0.5	0.8	4.2
<i>Vika*</i>	0.5	0.9	4.5
<i>Gazel'*</i>	0.5	0.9	4.2
<i>Niva*</i>	0.7	1.0	4.5
<i>Osipovskaya*</i>	0.5	0.9	4.7
<i>Roza*</i>	0.5	0.8	5.0
<i>LSD<sub>05</sub></i>	0.1	0.1	

Note: \* varieties of All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding breeding.

Погодные условия Кемеровской области более суровые в зимний период по сравнению с Орловской областью, но повреждающее действие экстремальных морозов может нивелировать более высокий снежный покров. Вегетационный период более короткий, чем в Орловской области, это может отрицательно отразиться на подготовке растений смородины к перезимовке.

### Результаты (Results)

Проведенные учеты продуктивности интродуцированных сортов смородины красной в 2015–2017 гг. на участке 2010 года посадки показали, что наиболее высокий урожай был в 2016 г., урожайность по сортам варьировала от 86,6 ц/га (сорт Розита) до 189,8 ц/га (сорт Мармеладница), у контрольного сорта Красный крест она составила 109,9 ц/га. Все сорта, за исключением сорта Розита, показали высокую продуктивность – более 100 ц/га, а сорта Мармеладница, Подарок лета, Дар Орла, Дана, Орловчанка, Ася – более 150 ц/га (таблица 3). В среднем за три года изучения урожайность контроля составила 63,3 ц/га, на уровне с ним были сорта селекции бывшей Новосибирской зональной плодово-ягодной опытной станции им. И. В. Мичурина Валенсия, Хрустящая, Сара, Элиза, уступал ему сорт Розита. Существенно превышали сорт Красный крест по нагрузке урожаем сорта селекции Южно-

## Поражение сортов смородины красной листовыми пятнистостями, % (2015–2017 гг.)

Сорт	Антракноз, максимальный %	Отклонение от стандарта	Септориоз, максимальный %	Отклонение от стандарта
<b>2010 г. посадки</b>				
Красный крест – St	70		40	
Ася*	30	–40	40	0
Валенсия	80	+10	60	+20
Голландская красная	70	0	50	+10
Дар Орла*	60	–10	40	0
Дана*	60	–10	40	0
Ильинка	40	–30	20	–20
Мармеладница*	40	–30	30	–10
Орловчанка*	60	–10	40	0
Подарок лета*	70	0	50	+10
Розита	80	+10	50	+10
Уральская красавица	40	–30	20	–20
Хрустящая	80	+10	60	+20
Сара	90	+20	40	–20
Элиза	80	+10	40	–20
Белка*	60	–10	10	–30
Уральская белая	50	–20	20	–20
<b>2011 г. посадки</b>				
Красный крест – St	60		20	
Валентиновка*	50	–10	20	0
Вика*	70	+10	40	+20
Газель*	50	–10	30	+10
Нива*	40	–20	20	0
Осиповская*	70	+10	30	+10
Роза*	50	–10	20	0

Примечание: \* сорта селекции ВНИИСПК.

## Damage of red currant varieties by leaf spots, % (2015–2017)

Variety	Anthraco­nose, maximal %	Deviation from the standard	Septoria, maximal %	Deviation from the standard
<b>Planting in 2010</b>				
<i>Krasnyy krest – St</i>	70		40	
<i>Asya*</i>	30	–40	40	0
<i>Valensiya</i>	80	+10	60	+20
<i>Gollandskaya krasnaya</i>	70	0	50	+10
<i>Dar Orla*</i>	60	–10	40	0
<i>Dana*</i>	60	–10	40	0
<i>Ilyinka</i>	40	–30	20	–20
<i>Marmeladnitsa*</i>	40	–30	30	–10
<i>Orlovchanka*</i>	60	–10	40	0
<i>Podarok leta*</i>	70	0	50	+10
<i>Rozita*</i>	80	+10	50	+10
<i>Ural'skaya krasavitsa</i>	40	–30	20	–20
<i>Khrustyashchaya</i>	80	+10	60	+20
<i>Sara</i>	90	+20	40	–20
<i>Eliza</i>	80	+10	40	–20
<i>Belka*</i>	60	–10	10	–30
<i>Ural'skaya belaya</i>	50	–20	20	–20
<b>Planting in 2011</b>				
<i>Krasnyy krest – St</i>	60		20	
<i>Valentinovka*</i>	50	–10	20	0
<i>Vika*</i>	70	+10	40	+20
<i>Gazel'*</i>	50	–10	30	+10
<i>Niva*</i>	40	–20	20	0
<i>Osipovskaya*</i>	70	+10	30	+10
<i>Roza*</i>	50	–10	20	0

Note: \* varieties of All-Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding breeding.

Уральского НИИ садоводства и картофелеводства Ильинка, Уральская красная, Уральская белая (93,3–84,4 ц/га). Более высокий уровень продуктивности имели сорта ВНИИ селекции плодовых культур: 122,5 ц/га (сорт Мармеладница) – 102,6 ц/га (белоплодный сорт Белка).

На участке 2011 г. посадки урожайность была ниже, как наиболее урожайный также выделялся 2016 г. Средняя урожайность за 2015–2017 гг. изучения контрольного сорта Красный крест составила 35,7 ц/га. Все 6 сортов ВНИИ селекции плодовых культур существенно превосходили контроль по данному показателю. В среднем за три года изучения по продуктивности выделился сорт среднего срока созревания Газель, который в первый год плодоношения дал 34,4 ц/га по сравнению с 15,3 ц/га у контрольного сорта. Также выделяется сорт раннего срока созревания Нива, который был наиболее урожайным среди изучаемых сортов в 2016 и 2017 годах.

Масса ягоды – это основной показатель товарности и один из важных компонентов продуктивности сорта. Среднюю массу ягоды имеет контрольный сорт и сорта Валенсия, Голландская красная, Хрустящая, Уральская белая. В условиях Кемеровской области крупноплодность проявили следующие сорта: Ася, Дар Орла, Дана, Ильинка, Мармеладница, Орловчанка, Подарок лета, Уральская красавица, Белка с максимальной массой ягоды 0,9–1,3 г (таблица 4). На участке 2011 г. посадки по крупноплодности выделился сорт Нива.

По дегустационной оценке вкуса изучаемые сорта можно разделить на следующие группы:

- 1) десертные (5,0 балла): Голландская красная, Хрустящая, Белка, Уральская белая, Роза;
- 2) кисло-сладкие (4,5–4,8 балла): Красный крест, Ася, Мармеладница, Орловчанка, Уральская красавица, Вика, Нива, Осиповская;
- 3) сладко-кислые (4,2–4,3 балла): Дана, Ильинка, Подарок лета, Розита, Дар Орла, Валентиновка, Газель;
- 4) кислые (4,0 балла): Валенсия, Сара, Элиза.

Болезни и вредители оказывают сильное влияние на развитие и урожайность интродуцированных сортов смородины красной. В Западно-Сибирском регионе наиболее вредоносным из листовых пятнистостей является антрак-

ноз. Сильное развитие данного заболевания наблюдалось в 2016 и 2017 гг. Красный крест поражается антракнозом в сильной степени – от 60 % на участке 2011 г. посадки до 70 % на более старом участке (таблица 5). Наиболее высокую устойчивость показал сорт Ася (максимальное поражение за годы изучения – 30 %), высокую устойчивость проявили сорта Ильинка, Мармеладница, Уральская красная (максимальное поражение – 40 %).

Устойчивость контрольного сорта к септориозу более высокая – 20 % на участке 2011 г. посадки и 40 % на участке 2010 г. посадки. Наиболее устойчивым к возбудителю данного заболевания является сорт Белка, повреждение составило 10 %. Более высокая устойчивость по сравнению с контролем отмечена у сортов Ильинка, Мармеладница, Уральская красная, Сара, Элиза, Уральская белая (максимальное поражение 20–30 %).

Комплексной устойчивостью к антракнозу и септориозу обладают следующие сорта: Ильинка, Мармеладница, Уральская красная, Белка, Уральская белая.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В условиях Западно-Сибирского региона по комплексу хозяйственно-ценных признаков (продуктивности, адаптивности к климатическим условиям региона, устойчивости к основным болезням, потребительским качествам) выделились сорта уральской и орловской селекции. В результате испытания в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Западно-Сибирском регионе (10 регион), включены сорта Ильинка, Уральская красавица (уральской селекции) и Ася, Дана, Мармеладница, Орловчанка, Дар Орла, Подарок лета (орловской селекции). Результатом работы Прокопьевского госсортоучастка стало значительное пополнение промышленного сортимента смородины красной новыми высоко адаптивными и урожайными сортами для увеличения производства высокотоварной, экологически безопасной ягодной продукции.

### Благодарности (Acknowledgements)

Автор выражает благодарность заведующей Прокопьевским госсортоучастком И. В. Селезневой за проведенное испытание сортов смородины красной и предоставленные данные для подготовки данной статьи.

### Библиографический список

1. Князев С. Д., Левгерова Н. С., Макаркина М. А., Пикунова А. В., Салина Е. С., Чекалин Е. И., Янчук Т. В., Шавыркина М. А. Селекция чёрной смородины: методы, достижения, направления. Орел: ВНИИСПК, 2016. 328 с.
2. Горбунов А. Б., Симагин В. С., Фотеев Ю. В. [и др.] Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных культур в Западной Сибири. Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО», 2013. 290 с.
3. Макаркина М. А., Янчук Т. В. Источники биологически активных веществ смородины черной и красной для селекции на улучшение химического состава ягод // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 4. С. 10–14. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/10-13.
4. Левгерова Н. С., Салина Е. С., Сидорова И. А. Технологическая характеристика сортов смородины красной для производства желе // Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (смородина, крыжовник): сборник научных трудов, посвященный 110-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки РФ К. Д. Сергеевой. Воронеж, 2018. С. 194–200.
5. Мяснищева Н. В. Научное обоснование технологии производства желе из ягод смородины красной и черной: автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук. Мичуринск, 2018. 39 с.
6. Голяева О. Д. Состояние сортимента смородины красной и его улучшение // Современные тенденции устойчивого развития ягодоводства России (смородина, крыжовник): сборник научных трудов, посвященный 110-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки РФ К. Д. Сергеевой. Воронеж, 2018. С. 35–51.

7. Куликов И. М., Марченко Л. А., Данилова А. А., Сашко Е. К. Генетические коллекции и источники хозяйственно ценных признаков в селекции ягодных культур // Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта: материалы международной научной конференции Самохваловичи, 2016. С. 16–18.
8. Голод Т. А. Оценка сортов смородины красной по качеству ягод в Ленинградской области // Известия СПбГАУ. 2018. № 2 (51). С. 53–58.
9. Сокерина Н. Н. Перспективные для Республики Коми сорта красной смородины // Плодоводство и ягодоводство России. М.: ВСТИСП, 2016. Т. 47. С. 299–307.
10. Сабарайкина С. М. Интродукционная оценка сортов красной смородины в условиях Центральной Якутии // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2017. № 4 (253). С. 87–92.
11. Джураева Ф. К., Иванова Е. А., Мурсалимова Г. Р. Потенциал продуктивности и биохимический состав красной смородины в условиях Оренбуржья // Плодоводство и ягодоводство России. М.: ВСТИСП, 2014. Т. 39. Ч. 2. С. 71–75.
12. Яковенко В. В., Лапшин В. И., Причко Т. Г., Германова М. Г. Оценка сортов красной смородины по качеству ягод [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/78.pdf> (дата обращения: 10.09.2019).
13. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс]. URL: [http://sorttest.by/gosudarstvennyy\\_reyestr\\_2019.pdf](http://sorttest.by/gosudarstvennyy_reyestr_2019.pdf) (дата обращения: 11.09.2019).
14. Strautina S., Krasnova I., Kalnina I., Laugale V. Evaluation of red and white currant cultivars in Latvia // Acta Hort. 2012. No. 946. 183–188. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.946.28.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1970. 158 с.
16. Климат: Прокопьевск [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.climate-data.org/азия/российская-федерация/кемеровская-область/прокопьевск-1830> (дата обращения: 09.09.2019).
17. Климат: Орловская область [Электронный ресурс]. URL: [http://vuzlit.ru/820127/harakteristika\\_pochvenno\\_klimaticheskikh\\_usloviy\\_orlovskoy\\_oblasti](http://vuzlit.ru/820127/harakteristika_pochvenno_klimaticheskikh_usloviy_orlovskoy_oblasti) (дата обращения: 09.09.2019).

#### Об авторах:

Ольга Дмитриевна Голяева<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-1106-634X, AuthorID 607472; +7 906 660-56-00, [golyaeva@vniispk.ru](mailto:golyaeva@vniispk.ru)

<sup>1</sup> Всероссийский НИИ селекции плодовых культур, Орел, Россия

## Introduction of Orel red currant varieties into the West-Siberian region

O. D. Golyayeva<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel, Russia

 E-mail: [golyaeva@vniispk.ru](mailto:golyaeva@vniispk.ru)

**Abstract.** The results of the state testing of red currant varieties in the Prokopievsky Fruit-Berry State Station of Variety Testing (West-Siberian region) in 2015–2017 are presented. **The task of the research** was to test the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding red currant varieties in the soil-climatic conditions of the West-Siberian region. **Methods.** 13 varieties from the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (Orel region), 5 varieties from the Novosibirsk Zonal Fruit-Berry Experimental Station (Novosibirsk region) and 3 varieties from the South-Urals Research Institute of Fruit and Potato Growing (Chelyabinsk) were studied. The red currant variety “Red Cross” in the West-Siberian region was taken as a standard. The observations and records were carried out according to the Methods of the state variety testing of agricultural crops. **Results.** For three year of the study, on the average, the productivity of the standard was 63.3 centner per hectare. The varieties from the former Novosibirsk Zonal Fruit-Berry Experimental Station “Valensiya”, “Khrustyashchaya” and “Eliza” were on the same level of productivity with the standard, while “Rozita” was inferior to the standard. The varieties from the South-Urals Research Institute of Fruit and Potato Growing significantly exceeded the standard in terms of the crop load: “Ilyinka”, “Ural’skaya krasnaya” and “Ural’skaya belaya” (93.3–84.4 centner/ha). The varieties from the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding had higher rate of productivity: 122.5 centner/ha (“Marmeladnitsa” – 102.6 centner/ha (white-fruit variety “Belka”). “Gollandskaya krasnaya”, “Khrustyashchaya”, “Belka”, “Uralskaya belaya” and “Roza” are characterized by a dessert taste (5.0 point). In conditions of the Kemerovo region the varieties “Asya”, “Dar Orla”, “Dana”, “Ilyinka”, “Marmeladnitsa”, “Orlovchanka”, “Podarok leta”, “Ural’skaya krasavitsa”, “Niva” and “Belka” are characterized by large size of fruit with maximal berry weight of 0.9–1.3 g. “Ilyinka”, “Marmeladnitsa”, “Ural’skaya krasnaya”, “Belka” and “Ural’skaya belaya” demonstrated a complex resistance the main diseases of red currants- anthracnose and septoria. **Scientific novelty and practical importance.** The results of the introduction showed that the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding red currant varieties have high environmental adaptability to the conditions of the sharply continental climate. As a result of the testing, the varieties “Asya”, “Dana”, “Marmeladnitsa”, “Orlovchanka”, “Dar Orla” and “Podarok leta” (Orel breeding) are included in the State Register of breeding achievements admitted for use in the West-Siberian region.

**Keywords:** red currants, variety, productivity, commodity and taste qualities of fruit, diseases, introduction, West-Siberian region.

**For citation:** Golyayeva O. D. Introduktsiya orlovskikh sortov smorodiny krasnoy v Zapadno-Sibirskiy region [Introduction of Orel red currant varieties into the West-Siberian region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 35–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-35-42. (In Russian.)

**Paper submitted:** 08.10.2019.

### References

1. Knyazev S. D., Levgerova N. S., Makarkina M. A., Pikunova A. V., Salina E. S., Chekalin E. I., Yanchuk T. V., Shavyrkina M. A. Seleksiya chernoy smorodiny: metody, dostizheniya, napravleniya [Black currant breeding: methods, advances, trends]. Orel: VNIISPK, 2016. 238 p. (In Russian.)
2. Gorbunov A. B., Simagin V. S., Foteyev Yu. V. [et al.] Introduktsiya netraditsionnykh plodovykh, yagodnykh i ovoshchnykh kul'tur v Zapadnoy Sibiri [Introduction of non-traditional fruit, berry and vegetable crops in Western Siberia]. Novosibirsk: Akademicheskoye izdatel'stvo "GEO", 2013. 290 p. (In Russian.)
3. Makarkina M. A., Yanchuk T. V. Istochniki biologicheski aktivnykh veshchestv smorodiny chernoy i krasnoy dlya selektsii na uluchsheniye khimicheskogo sostava yagod [Sources of biologically active substances of black and red currants for breeding to improve the chemical composition of berries] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2018. No. 4. Pp. 10–14. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/10-13. (In Russian.)
4. Levgerova N. S., Salina E. S., Sidorova I. A. Tekhnologicheskaya kharakteristika sortov smorodiny krasnoy dlya proizvodstva zhele [Technological characteristics of red currant varieties for jelly production] // Sovremennyye tendentsii ustoychivogo razvitiya yagodovodstva Rossii (smorodina, kryzhovnik): sbornik nauchnykh trudov, posvyashchenny 110-letiyu so dnya rozhdeniya doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, zaslužennogo deyatelya nauki RSFSR K. D. Sergeyevoy. Voronezh. 2018. Pp. 194–200. (In Russian.)
5. Myasishcheva N. V. Nauchnoye obosnovaniye tekhnologii proizvodstva zheleynykh produktov iz yagod smorodiny krasnoy i chernoy [Scientific substantiation of the technology of production of jelly products from red and black currant berries]: avtoreferat dis. ... d-ra s.-kh. nauk. Michurinsk, 2018. 39 p. (In Russian.)
6. Golyayeva O. D. Sostoyaniye sortimenta smorodiny krasnoy i ego uluchsheniye [State of red currant assortment and its improvement] // Sovremennyye tendentsii ustoychivogo razvitiya yagodovodstva Rossii (smorodina, kryzhovnik): sbornik nauchnykh trudov, posvyashchenny 110-letiyu so dnya rozhdeniya doktora sel'skokhozyaystvennykh nauk, zaslužennogo deyatelya nauki RSFSR K. D. Sergeyevoy. Voronezh. 2018. Pp. 35–51. (In Russian.)
7. Kulikov I. M., Marchenko L. A., Danilova A. A., Sashko E. K. Geneticheskiye kolleksii i istochniki khozyaystvenno tsennykh priznakov v selektsii yagodnykh kul'tur [Genetic collections and sources of economically valuable traits in the breeding of berry crops] // Teoriya i praktika sovremennogo yagodovodstva: ot sorta do produkta: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Samokhvalovichi. 2016. Pp. 16–18. (In Russian.)
8. Golod T. A. Otsenka sortov smorodiny krasnoy po kachestvu yagod v Leningradskoy oblasti [Evaluation of red currant varieties by quality of berries in the Leningrad region] // Izvestiya Saint Petersburg State Agrarian University. 2018. No. 2 (510). Pp. 53–58. (In Russian.)
9. Sokerina N. N. Perspektivnyye dlya Respubliki Komi sorta krasnoy smorodiny [Perspective red currant varieties for the Republic of Komi] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. Moscow: VSTISP. 2016. Vol. 47. Pp. 299–307. (In Russian.)
10. Sabaraykina S. M. Introduktsionnaya otsenka sortov krasnoy smorodiny v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii [Introduction evaluation of red currant varieties in the conditions of Central Yakutia] // Belgorod State University Scientific Bulletin. Seriya: Natural Sciences. 2017. No. 4 (253). Pp. 87–92. (In Russian.)
11. Dzhurayeva F. K., Ivanova E. A., Mursalimova G. R. Potentsial produktivnosti i biokhimicheskiy sostav krasnoy smorodiny v usloviyakh Orenburzh'ya [Productivity potential and biochemical composition of red currants in the Orenburg region] // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. Moscow: VSTISP. 2014. Vol. 39. Part 2. Pp. 71–75. (In Russian.)
12. Yakovenko V. V., Lapshin V. I., Prichko T. G., Germanova M. G. Otsenka sortov krasnoy smorodiny po kachestvu yagod [Evaluation of red currant varieties by quality of berries] // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2014. No. 100. URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/78.pdf> (appeal date: 10.09.2019). (In Russian.)
13. Gosudarstvennyy reyestr sortov [State register of varieties] [e-resource]. URL: [http://sorttest.by/gosudarstvennyy\\_reyestr\\_2019.pdf](http://sorttest.by/gosudarstvennyy_reyestr_2019.pdf) (appeal date: 11.09.2019). (In Russian.)
14. Strautina S., Krasnova I., Kalnina I., Laugale V. Evaluation of red and white currant cultivars in Latvia // Acta Hort. 2012. No. 946. 183–188. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.946.28.
15. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Moscow: Kolos, 1970. Vol. 5. 158 p. (In Russian.)
16. Klimat: Prokop'yevsk [Climate: Prokopyevsk] [e-resource]. URL: <https://ru.climate-data.org/азия/российская-федерация/кемеровская-область/прокопьевск-1830> (appeal date: 09.09.2019). (In Russian.)
17. Klimat: Orlovskaya oblast' [Climate: Orel region] [e-resource]. URL: [https://vuzlit.ru/820127/harakteristika\\_pochvenno\\_klimaticheskikh\\_usloviy\\_orlovskoy\\_oblasti](https://vuzlit.ru/820127/harakteristika_pochvenno_klimaticheskikh_usloviy_orlovskoy_oblasti) (appeal date: 09.09.2019). (In Russian.)

### Authors' information:

Olga D. Golyayeva<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID 0000-0003-1106-634X, AuthorID 607472; +7 906 660-56-00, [golyaeva@vniispk.ru](mailto:golyaeva@vniispk.ru)

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Orel, Russia

## Характеристика продуктивно-хозяйственных показателей коров ярославской породы различных генотипов

Н. М. Косяченко<sup>1</sup>, М. В. Абрамова<sup>1</sup>, М. Ю. Лапина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Михайловский, Россия

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

**Аннотация.** Цель – изучение влияния доли кровности по голштинской породе на показатели роста и развития ремонтных телок и последующих продуктивных и воспроизводительных качеств коров по первой лактации. **Методы.** С использованием вариационно-статистических методов, корреляционного и дисперсионного анализа оценены селекционно-генетические показатели хозяйственно-ценных признаков крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, а в частности показатели живой массы телок от рождения до 18 месяцев, возраст первого осеменения и первого плодотворного осеменения, живая масса при плодотворном осеменении, кратность осеменения, возраст первого отела, сервис-период, живая масса по первой лактации, исследованы показатели молочной продуктивности по первой лактации: надой за 305 дней (кг), содержание жира (%), белка (%), в молоке. **Результаты.** Исходя их популяционно-генетических оценок продуктивных показателей, установлена их взаимосвязь с генотипом животного. При оценке силы влияния фактора «кровность по голштинской породе» установлено, что наибольшее воздействие прослеживается в возрасте 6 и 18 месяцев и составляет соответственно 12,7 % и 17,1 %. Воспроизводительные качества коров-первотелок снижались с увеличением кровности по голштинской породе. Оценка силы влияния кровности по голштинской породе на показатели молочной продуктивности по первой лактации выявила достоверное сильное влияние на надой за 305 дней первой лактации, а также связанные с ним признаки количество молочного жира и белка. По качественным показателям установлено низкое влияние доли крови голштинов, при этом в большей степени на содержание жира, чем на содержание белка в молоке. Оценка фенотипических и генотипических зависимостей надоя и качественных компонентов молока выявила среднюю отрицательную фенотипическую и низкую отрицательную генотипическую связь по всем исследуемым группам. Исключение составили первотелки ярославской породы с кровностью менее 50 % по голштинской породе, у которых взаимосвязь надой × белок была положительной. В среднем по стаду связь надоя и содержания жира и белка в молоке имеет обратный умеренный характер и силу. **Практическая значимость.** На основании проведенных исследований установлено, что разведение животных голштинской и ярославской пород в одном стаде позволяет получить оптимальное соотношение валового производства молока с высокими показателями его качества. Для данного стада среди животных улучшенных генотипов ярославской породы оптимальным является использование генотипов с долей кровности по голштинской породе от 75,1 % до 87,6 %, что следует учитывать при подборе быков-производителей к маточному поголовью.

**Ключевые слова:** селекция, крупный рогатый скот, ярославская порода, голштинская порода, скрещивание, генотип, живая масса, воспроизводительные качества, молочная продуктивность.

**Для цитирования:** Косяченко Н. М., Абрамова М. В., Лапина М. Ю. Характеристика продуктивно-хозяйственных показателей коров ярославской породы различных генотипов // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 01 (192). С. 43–52. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-43-52.

**Дата поступления статьи:** 22.07.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Формирование высокопродуктивных стад является одной из актуальных задач, позволяющей решить проблему увеличения производства молока. Создание оптимальных условий технологии производства животноводческой продукции: полноценное кормление, комфортное содержание, позволяет животным в полной мере реализовать заложенный генетический потенциал [1, с. 51; 2, с. 34].

Выращивание ремонтного молодняка является важной составляющей в организации племенной работы, главная цель которой состоит в создании высокопродуктивного стада способного реализовать наследственные качества животных и иметь продолжительный срок их использования [3, с. 74–75; 4, с. 34; 5, с. 44].

Для повышения и реализации генетического потенциала животных необходимо применять рациональную систему выращивания ремонтных телок в условиях интенсивной технологии, для того чтобы обеспечить нормальный рост и развитие, формирование воспроизводительных качеств, молочной продуктивности и устойчивости к различным заболеваниям. Мониторинг роста ремонтного молодняка при выращивании позволяет достичь высокой продуктивности у взрослых животных [6, с. 3; 7, с. 161–165].

Высокая молочная продуктивность у ремонтного молодняка закладывается в молочный, переходный и основной период. При выращивании ремонта необходимо учитывать биологические и физиологические особенности

приплода с целью достижения оптимальных показателей живой массы в каждый период развития [8, с. 8–14; 9, с. 76].

Интенсификация молочного скотоводства, позволяющая повысить уровень молочной продуктивности стад, а значит, и конкурентоспособность отрасли, как правило, влечет за собой снижение воспроизводительной способности коров, резистентности к заболеваниям и стрессоустойчивости к разнообразным климатическим условиям и технологиям производства [10, с. 5; 11, с. 12; 12, с. 11; 13, с. 8]. В связи с этим важным элементом племенной работы является популяционно-генетическая оценка хозяйственно-ценных признаков вовлеченных в селекционный процесс. Выявлены степень фенотипической и генетической изменчивости и их взаимосвязь [14, с. 17; 15, с. 262–263].

При оптимальных технологических показателях актуальным является изучение влияния генотипа животного на его продуктивные и воспроизводительные качества [16, с. 28].

### Методология и методы исследования (Methods)

Целью исследования являлось выявление влияния доли кровности по голштинской породе на показатели роста и развития ремонтных телок и последующих продуктивных и воспроизводительных качеств коров по первой лактации в стаде АО «Племзавод Ярославка».

В задачи исследования входила оценка показателей развития телок от рождения до плодотворного осеменения, их воспроизводительных качеств и молочной продуктивности коров по первой лактации в зависимости от генотипа.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в определении оптимальных показателей интенсивности роста и развития телок в зависимости от генотипа, их воспроизводительной способности и молочной продуктивности по первой лактации для стада АО «Племзавод Ярославка».

Исследования проведены в стаде АО «Племзавод Ярославка» Ярославской области. Предприятие имеет статус племенного завода по ярославской породе и племенного репродуктора по голштинской породе крупного рогатого скота. В хозяйстве применяется беспривязно-боксовая система содержания коров с выгульными площадками. Хозяйство полностью обеспечено кормами, рационы балансируют по основным питательным веществам с учетом

данных химического анализа кормов и биохимических показателей крови и молока, которые проводятся химико-аналитической лаборатории Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». В обработку включена информация по 1044 животным, лактировавшим в период с 2017 по 2019 годы. Из подконтрольного поголовья сформировано 6 групп в зависимости от доли кровности по голштинской породе: чистопородные ярославские (УР), ярославские с кровностью по голштинской породе менее 50 %, ярославские с кровностью по голштинской породе от 50,1 до 75,0 %, ярославские с кровностью по голштинской породе 75,1–87,5 %, ярославские с кровностью по голштинской породе 87,6–99 % и чистопородные голштинские животные (НР). В течение всего периода коровы находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Затраты корма составляли 1,08–1,1 ц к. ед. на 1 ц молока. Изучены показатели живой массы телок от рождения до 18 месяцев, возраст первого осеменения и первого плодотворного осеменения, живая масса при плодотворном осеменении, кратность осеменения, возраст первого отела, сервис-период, живая масса по первой лактации, исследованы показатели молочной продуктивности по первой лактации: надой за 305 дней (кг), содержание жира (%), белка (%), кг) в молоке.

При выполнении использовался информационный массив ИАС «Селекс. Молочный скот». Расчёты по фенотипической изменчивости исследуемых признаков были обработаны биометрически с использованием программы Microsoft Office Excel 2016. При этом вычислены следующие величины: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка ( $\pm m$ ), уровень значимости (p), коэффициент вариации (Cv), сила влияния фактора ( $\eta^2$ ), фенотипическая ( $r_p$ ) и генетическая ( $r_g$ ) корреляции.

### Результаты (Results)

Основной целью выращивания молодняка является оптимизация живой массы к периоду физиологической зрелости животных. У интенсивно растущих телок физиологическая зрелость наступает в более ранние сроки, чем у молодняка с низкой скоростью роста. Создание оптимальных условий для животного дает ему возможность проявить свой генетический потенциал роста и развития [17, с. 47]. В таблице 1 представлена оценка показателей живой массы ремонтных телок по возрастам в разрезе генотипов.

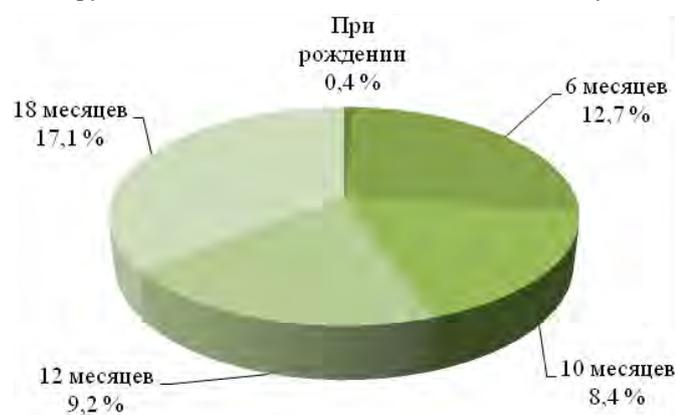


Рис. 1. Сила влияния фактора кровность на живую массу молодняка, %



Fig. 1. The influence of crossbreeding on the live weight of heifers, %

Таблица 1  
Динамика показателей живой массы телок разных генотипов

Генотип	Количество животных, гол.	Живая масса, кг											
		При рождении		6 месяцев		10 месяцев		12 месяцев		18 месяцев			
		M ± m, кг	Cv, %	M ± m, кг	Cv, %	M ± m, кг	Cv, %	M ± m, кг	Cv, %	M ± m, кг	Cv, %		
HP	249	28,6 ± 1,3	17,3	168,7 ± 1,0***	10,0	261,3 ± 1,6***	9,6	296,1 ± 1,7***	9,1	408,6 ± 2,3***	8,8		
YP	620	28,3 ± 0,2	17,0	155,7 ± 0,7***	10,9	246,0 ± 1,0***	9,7	278,3 ± 1,0	9,2	373,0 ± 1,4	9,3		
< 50 %	35	28,1 ± 1,0	27,7	159,8 ± 2,9	10,7	253,1 ± 4,2	9,9	288,7 ± 5,1	10,5	396,9 ± 6,9	10,3		
50,1–75 %	79	29,1 ± 0,5	15,5	165,0 ± 0,5*	10,4	258,1 ± 3,4	11,5	289,2 ± 3,6	10,7	394,0 ± 3,9*	8,7		
75,1–87,5 %	12	26,8 ± 1,0	13,1	172,6 ± 7,2	14,5	259,9 ± 7,6	10,2	296,1 ± 5,7	6,6	412,6 ± 5,9	7,7		
87,6–99 %	49	27,9 ± 0,7	16,5	174,5 ± 2,4***	9,7	266,2 ± 3,4***	9,0	299,3 ± 4,0***	9,4	402,9 ± 4,3	7,5		
Среднее по стаду	1044	28,4 ± 0,2	17,2	160,7 ± 0,6	11,3	251,9 ± 0,8	10,2	285,0 ± 0,9	9,8	385,7 ± 1,2	9,9		

Достоверность разности со средними показателями выборки здесь и далее: \* P ≥ 0,95; \*\* P ≥ 0,99; \*\*\* P ≥ 0,999.

Table 1  
Dynamics of live weight of heifers of different genotypes

Genotype	Numbers of animals, heads	Live weight, kg											
		At birth		6 months		10 months		12 months		18 months			
		M ± m, kg	Cv, %	M ± m, kg	Cv, %	M ± m, kg	Cv, %	M ± m, kg	Cv, %	M ± m, kg	Cv, %		
HP	249	28.6 ± 1.3	17.3	168.7 ± 1.0***	10.0	261.3 ± 1.6***	9.6	296.1 ± 1.7***	9.1	408.6 ± 2.3***	8.8		
YP	620	28.3 ± 0.2	17.0	155.7 ± 0.7***	10.9	246.0 ± 1.0***	9.7	278.3 ± 1.0	9.2	373.0 ± 1.4	9.3		
<50%	35	28.1 ± 1.0	27.7	159.8 ± 2.9	10.7	253.1 ± 4.2	9.9	288.7 ± 5.1	10.5	396.9 ± 6.9	10.3		
50,1-75%	79	29.1 ± 0.5	15.5	165.0 ± 0.5*	10.4	258.1 ± 3.4	11.5	289.2 ± 3.6	10.7	394.0 ± 3.9*	8.7		
75,1-87,5%	12	26.8 ± 1.0	13.1	172.6 ± 7.2	14.5	259.9 ± 7.6	10.2	296.1 ± 5.7	6.6	412.6 ± 5.9	7.7		
87,6-99%	49	27.9 ± 0.7	16.5	174.5 ± 2.4***	9.7	266.2 ± 3.4***	9.0	299.3 ± 4.0***	9.4	402.9 ± 4.3	7.5		
Average of the herd	1044	28.4 ± 0.2	17.2	160.7 ± 0.6	11.3	251.9 ± 0.8	10.2	285.0 ± 0.9	9.8	385.7 ± 1.2	9.9		

Reliability of the difference of average values: \* P ≥ 0,95; \*\* P ≥ 0,99; \*\*\* P ≥ 0,999.

Таблица 2  
Воспроизводительные качества молодняка

Показатели	HP	YP	< 50 %	50,1–75 %	75,1–87,5 %	87,5–99 %	Среднее по стаду
Возраст первого осеменения, месяцев	15,9 ± 0,1***	17,3 ± 0,1***	16,4 ± 0,4	16,4 ± 0,4	15,3 ± 0,3	16,0 ± 0,3**	16,8 ± 0,1
Живая масса при первом осеменении, кг	366,4 ± 1,5**	360,2 ± 1,3	364,8 ± 3,3	364,1 ± 3,0	364,6 ± 5,9**	366,5 ± 3,2	361,6 ± 0,7
Возраст первого плодотворного осеменения, месяцев	16,5 ± 0,1***	17,6 ± 0,1**	17,0 ± 0,4	17,0 ± 0,4	15,8 ± 0,4***	16,6 ± 0,3*	17,2 ± 0,1
Живая масса первого плодотворного осеменения, кг	385,7 ± 2,4***	371,1 ± 1,2	383,6 ± 5,1	383,6 ± 5,1	369,8 ± 6,2	385,3 ± 4,4*	376,4 ± 1,0
Кратность осеменений, раз	1,9 ± 0,1	1,7 ± 0,0	1,7 ± 0,2	1,8 ± 0,1	1,3 ± 0,1**	1,8 ± 0,1	1,7 ± 0,0
Возраст первого отела, месяцев	25,8 ± 0,2***	26,8 ± 0,1**	25,7 ± 0,5	26,3 ± 0,3	25,3 ± 0,8	25,9 ± 0,3	26,4 ± 0,1
Сервис-период по первой лактации, дней	158,2 ± 6,2***	104,8 ± 2,9***	109,3 ± 15,0	142,6 ± 9,9*	150,0 ± 31,7**	136,0 ± 12,7	122,5 ± 2,6

Table 2  
The reproductive performance of heifers

Indicators	HP	YP	< 50 %	50.1–75 %	75.1–87.5 %	87.5–99 %	Average of the herd
Age of first insemination, months	15.9 ± 0.1***	17.3 ± 0.1***	16.4 ± 0.4	16.4 ± 0.4	15.3 ± 0.3	16.0 ± 0.3**	16.8 ± 0.1
Live weight at the first insemination, kg	366.4 ± 1.5**	360.2 ± 1.3	364.8 ± 3.3	364.1 ± 3.0	364.6 ± 5.9**	366.5 ± 3.2	361.6 ± 0.7
Age of the fecundation, months	16.5 ± 0.1***	17.6 ± 0.1**	17.0 ± 0.4	17.0 ± 0.4	15.8 ± 0.4***	16.6 ± 0.3*	17.2 ± 0.1
Live weight of the fecundation, kg	385.7 ± 2.4***	371.1 ± 1.2	383.6 ± 5.1	383.6 ± 5.1	369.8 ± 6.2	385.3 ± 4.4*	376.4 ± 1.0
The frequency rate of insemination, occasion	1.9 ± 0.1	1.7 ± 0.0	1.7 ± 0.2	1.8 ± 0.1	1.3 ± 0.1**	1.8 ± 0.1	1.7 ± 0.0
First calving age, months	25.8 ± 0.2***	26.8 ± 0.1**	25.7 ± 0.5	26.3 ± 0.3	25.3 ± 0.8	25.9 ± 0.3	26.4 ± 0.1
Days open, days	158.2 ± 6.2***	104.8 ± 2.9***	109.3 ± 15.0	142.6 ± 9.9*	150.0 ± 31.7**	136.0 ± 12.7	122.5 ± 2.6

Из данных таблицы 1 видно, что показатели живой массы молодняка при рождении имели среднюю варибельность признака. При оценке живой массы телок за весь период выращивания выявлено влияние генотипа на скорость роста животных.

Телки голштинской породы наращивали живую массу интенсивнее сверстниц. Среди помесных животных максимальная скорость роста отмечена у телок с кровностью по голштинской породе от 71 % и выше, минимальная – у животных с кровностью 50 % и менее.

При оценке силы влияния фактора «кровность по голштинской породе» установлено, что наибольшее воздействие прослеживается в возрасте 6 и 18 месяцев, и составляет соответственно, 12,7 % и 17,1 %. Из полученных результатов следует вывод о достоверном влиянии кровности по голштинской породе на развитие телок.

Понятие воспроизводства в молочном скотоводстве включает комплекс показателей, таких как возраст первого осеменения и отела, сервис-период, кратность осеменений и живая масса в по возрастным периодам. В таблице 2 проанализированы показатели напрямую или косвенно связанные с воспроизводительными способностями животных.

При достижении телками живой массы 340–350 кг их переводят в группу осеменения. Как видно из таблицы 2, при первом осеменении различия в живой массе у телок разных генотипов были незначительны, в среднем этот показатель составил 361,6 кг. Достоверно превосходили средние показатели стада чистопородные голштинские телочки и ярославские с кровностью 75,1–87,5 % по голштинской породе, проявляя породные качества голштинской породы по интенсивности роста. Кратность осеменений по группам была неодинакова, достоверно наименьшее количество осеменений на одно плодотворное было в группе ярославских телочек с кровностью по голштинской породе 75,1–87,5 %. Самый большой расход семени был на чистопородных голштинских телках.

Сервис-период является важным признаком при оценке и отборе животных. Укороченный сервис-период зачастую приводит к самозапуску и снижению дойных дней лактации и, соответственно, надоя, что в современных экономических условиях невыгодно [12, с. 76]. Воспроизводство в стаде должно быть организовано таким образом, чтобы от коровы в год получать одного теленка. Для этого сервис-период должен составлять 80–90 дней [19, с. 5]. По данным таблицы 2 видно, что быстрее всего осеменялись ярославские чистопородные коровы и низкокровные помеси, у голштинских первотелок и помесей с кровностью 75,1–87,5 % сервис-период составлял 158 и 150 дней соответственно, что в полтора раза превышает рекомендуемые показатели.

Следующим этапом исследований было изучение молочной продуктивности у подконтрольных животных (таблица 3).

Оценка показателей молочной продуктивности коров, приведенных в таблице 3, показала, что надой у чистопородных голштинских первотелок превышал значения коров ярославской породы на 2262,5 кг (31,4 %). По содержанию жира и белка в молоке чистопородные ярослав-

ские первотелки превосходили голштинских сверстниц на 0,36 %, а помесных на 0,22 %, 0,28 %, 0,26 и 0,36 % соответственно по генотипам с возрастанием доли кровности по голштинской породе. Ярославские чистопородные первотелки достоверно превышали своих сверстниц по содержанию белка в пределах от 0,08 % для генотипов < 50 % и 51–75 % до 0,13 % для чистопородных голштинских и генотипа 87,6–99 %.

По живой массе ярославские чистопородные первотелки уступали сверстницам голштинской породы, так и животным улучшенных генотипов на 126,6 кг (26,1 %), 116,6 кг (24,5 %), 122,9 кг (25,6 %), 110,9 кг (23,6 %), 122,5 кг (25,5 %) соответственно.

Оценка силы влияния кровности по голштинской породе на показатели молочной продуктивности по первой лактации выявила достоверное сильное влияние на надой за 305 дней первой лактации, а также связанные с ним признаки количество молочного жира и белка. По качественным показателям установлено низкое влияние доли крови голштинов, при этом в большей степени на содержание жира, чем на содержание белка в молоке. Живая масса как признак, в большей степени подвергающийся воздействию средовых факторов (кормление, условия содержания), в меньшей степени зависел от генетического фактора – кровность по голштинской породе (рис. 2).

При разработке программ селекции для популяции или отдельного стада большое значение имеет выявление взаимосвязанности селекционируемых признаков [19, с. 10]. В течение длительного времени приоритетом в селекционной работе в стаде было увеличение надоя. При подборе предпочтение отдавалось производителям, улучшающим этот признак у своих дочерей. Поэтому важным этапом в нашей работе было проведение анализа для выявления направленности и силы корреляционных связей между изучаемыми признаками, и, в частности, их взаимосвязь с надоем (таблица 4).

Оценка фенотипических и генотипических зависимостей надоя и качественных компонентов молока выявила среднюю отрицательную фенотипическую и низкую отрицательную генотипическую связь по всем исследуемым группам. Исключение составили первотелки ярославской породы с кровностью менее 50 % по голштинской породе, у которых взаимосвязь надоя × белок была положительной. В среднем по стаду связь надоя и содержания жира и белка в молоке имеет обратный умеренный характер и силу. Сложившаяся ситуация скорее всего вызвана целенаправленным подбором быков-улучшателей по надоем вне зависимости от их племенной ценности по компонентному составу. Сила связи качественных показателей молока варьирует от слабой генетической до заметной фенотипической, характер связи прямой.

Как установлено нами ранее, для генотипов 75,1–87,5 % и 87,6–99 % кровности по голштинской породе характерна более ранняя половая и физиологическая зрелость. Фенотипически это более выражено у животных с кровностью 75,1–87,5 % по голштинской породе, возраст плодотворного осеменения составил 15,8 месяца. Как описывалось ранее, эти животные имели меньшую кратность осеменения, для этого генотипа характерна генетически обусловленная ранняя физиологическая зрелость.

Таблица 3

Молочная продуктивность коров по I лактации в зависимости от генотипа

Генотип	Надой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %	Белок, кг	Живая масса, кг
НР	7184,8 ± 61,6***	4,28 ± 0,0***	306,3 ± 2,6***	3,15 ± 0,0***	226,2 ± 1,9***	485,4 ± 1,2***
УР	4922,3 ± 33,1***	4,64 ± 0,0	227,4 ± 1,5***	3,28 ± 0,0***	161,1 ± 1,0	458,8 ± 0,8***
< 50 %	6045,5 ± 156,6	4,42 ± 0,1***	266,7 ± 7,2	3,20 ± 0,0	193,7 ± 5,3	475,4 ± 3,9
50,1–75 %	6763,3 ± 126,3***	4,36 ± 0,0**	293,0 ± 5,0*	3,20 ± 0,0***	216,3 ± 4,1**	481,7 ± 3,2
75,1–87,5 %	6432 ± 375,7	4,38 ± 0,1	277,5 ± 11,6	3,17 ± 0,0	202,5 ± 10,1	469,7 ± 4,3
87,6–99 %	6996,1 ± 132,2***	4,28 ± 0,1***	298,4 ± 5,6***	3,15 ± 0,0***	220,1 ± 3,9***	481,3 ± 2,9
Среднее по стаду	5753,6 ± 42,3	4,51 ± 0,0	256,4 ± 1,6	3,23 ± 0,0	185,1 ± 1,3	471,4 ± 0,7

Table 3

The milk yield of cows of I lactation

Genotype	Milk yield, kg	Fat, %	Fat, kg	Protein, %	Protein, kg	Live weight, kg
НР	7184.8 ± 61.6***	4.28 ± 0.0***	306.3 ± 2.6***	3.15 ± 0.0***	226.2 ± 1.9***	485.4 ± 1.2***
УР	4922.3 ± 33.1***	4.64 ± 0.0	227.4 ± 1.5***	3.28 ± 0.0***	161.1 ± 1.0	458.8 ± 0.8***
< 50 %	6045.5 ± 156.6	4.42 ± 0.1***	266.7 ± 7.2	3.20 ± 0.0	193.7 ± 5.3	475.4 ± 3.9
50.1–75 %	6763.3 ± 126.3***	4.36 ± 0.0**	293.0 ± 5.0*	3.20 ± 0.0***	216.3 ± 4.1**	481.7 ± 3.2
75.1–87.5 %	6432 ± 375.7	4.38 ± 0.1	277.5 ± 11.6	3.17 ± 0.0	202.5 ± 10.1	469.7 ± 4.3
87.6–99 %	6996.1 ± 132.2***	4.28 ± 0.1***	298.4 ± 5.6***	3.15 ± 0.0***	220.1 ± 3.9***	481.3 ± 2.9
Average of the herd	5753.6 ± 42.3	4.51 ± 0.0	256.4 ± 1.6	3.23 ± 0.0	185.1 ± 1.3	471.4 ± 0.7



Рис. 2. Влияние кровности на продуктивные показатели по I лактации



Fig. 2. The influence of crossbreeding on the milk productive of first lactation

С повышением уровня молочной продуктивности снижается воспроизводительная способность коров [20, с. 111]. Нашими исследованиями установлено, что сервис-период по первой лактации увеличивался с ростом надоев. Наиболее генетически обусловлено это у животных с кровностью по голштинской породе 50,1–75,0 % и 87,6–99 %. Как видно из таблицы 5, существует прямая положительная связь между возрастом первого осеменения и сервис-периодом по первой лактации по всем изучаемым генотипам, кроме животных с кровностью по голштинской породе 87,6–99 %, то есть более ранние сроки осеменения телок не ведут к проблемам воспроизводства в последствии у коров после первого отела.

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

На основании результатов исследования установлено, что по изучаемым показателям оптимальные значения имели животные с кровностью 75,1–87,5 % по голштинской породе, за весь период выращивания они обладали высокой скоростью роста, при возрасте первого отела 25,3 месяца имели самое низкое количество осеменений на 1 плодотворное.

Оптимальные показатели сервис-периода выявлены у чистопородных ярославских первотелок – 104,8 дня (P ≥ 0,999).

Оценка показателей молочной продуктивности показала, что по надоев молока голштинские первотелки превосходили своих сверстниц ярославской породы на 2262,5 кг, однако по качественным показателям – содержанию жира и белка в молоке – лучшими были первотелки ярославской породы, у которых эти показатели составили 4,64 % и 3,28 % соответственно.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что разведение животных голштинской и ярославской пород в одном стаде позволяет получить оптимальное соотношение валового производства молока с высокими показателями его качества.

Для данного стада среди животных улучшенных генотипов ярославской породы оптимальным является использование генотипов с долей кровности по голштинской породе от 75,1 % до 87,6 %, что следует учитывать при подборе быков-производителей к маточному поголовью.

Таблица 4  
Фенотипические корреляции

Параметры	HP	YP	< 50 %	50,1–75 %	75,1–87,5 %	87,6–99 %	Среднее по стаду
Надой, кг × жир, %	-0,32***	-0,34***	-0,09	-0,38***	-0,77***	-0,35*	-0,50***
Надой, кг × белок, %	-0,19**	-0,27***	0,12	-0,04	-0,82***	-0,32*	-0,41***
Жир, % × белок, %	0,44***	0,44***	0,38*	0,46***	0,78***	0,48***	0,52***
Надой, кг × возраст 1-го плодотворного осеменения, месяцев	0,22	0,16***	0,28	0,18	-0,54	-0,06	-0,04
Надой, кг × живая масса 1-го плодотворного осеменения, кг	0,20***	0,18***	0,21	0,12	-0,08	0,06	0,26***
Надой, кг × сервис-период в I лактации	0,25***	0,33***	0,19	0,46***	0,31	0,34*	0,40***
Возраст первого плодотворного осеменения × сервис-период в I лактации	0,05	0,06***	0,23	0,23*	0,25	-0,24	0,02

Table 4  
Phenotypic correlations

Parameters	HP	YP	< 50 %	50.1–75 %	75.1–87.5 %	87.6–99 %	Average of the herd
Milk yield, kg × fat, %	-0.32***	-0.34***	-0.09	-0.38***	-0.77***	-0.35*	-0.50***
Milk yield, kg × protein, %	-0.19**	-0.27***	0.12	-0.04	-0.82***	-0.32*	-0.41***
Fat, % × protein, %	0.44***	0.44***	0.38*	0.46***	0.78***	0.48***	0.52***
Milk yield, kg × age of the fecundation, months	0.22	0.16***	0.28	0.18	-0.54	-0.06	-0.04
Milk yield, kg × live weight of the fecundation, kg	0.20***	0.18***	0.21	0.12	-0.08	0.06	0.26***
Milk yield, kg × days open, days	0.25***	0.33***	0.19	0.46***	0.31	0.34*	0.40***
Age of the fecundation, months × days open, days	0.05	0.06***	0.23	0.23*	0.25	-0.24	0.02

Таблица 5  
Генотипические корреляции

Параметры	HP	YP	< 50 %	50,1–75 %	75,1–87,5 %	87,6–99 %	Среднее по стаду
Надой, кг × жир, %	-0,11**	-0,14***	-0,04	-0,15***	-0,31***	-0,14**	-0,20***
Надой, кг × белок, %	-0,07	-0,11**	0,05	-0,02	-0,31***	-0,13**	-0,16***
Жир, % × белок, %	0,17***	0,19***	0,15***	0,18***	0,31***	0,19	0,20***
Надой, кг × возраст 1-го плодотворного осеменения, месяцев	0,06	0,06	0,11**	0,07	-0,21***	-0,02	-0,02
Надой, кг × живая масса 1-го плодотворного осеменения, кг	0,06	0,07	0,08*	0,04	-0,03	0,02	0,09*
Надой, кг × сервис-период в I лактации	0,07	0,12**	0,07*	0,18	0,12**	0,13**	0,15***
Возраст первого плодотворного осеменения × сервис-период в I лактации	0,01	0,03	0,09*	0,09*	0,10*	-0,09*	0,01

Table 5  
Genotypic correlations

Parameters	HP	YP	< 50 %	50.1–75 %	75.1–87.5 %	87.6–99 %	Average of the herd
Milk yield, kg × fat, %	-0.11**	-0.14***	-0.04	-0.15***	-0.31***	-0.14**	-0.20***
Milkyield, kg × protein, %	-0.07	-0.11**	0.05	-0.02	-0.31***	-0.13**	-0.16***
Fat, % × protein, %	0.17***	0.19***	0.15***	0.18***	0.31***	0.19	0.20***
Milk yield, kg × age of the fecundation, months	0.06	0.06	0.11**	0.07	-0.21***	-0.02	-0.02
Milk yield, kg × live weight of the fecundation, kg	0.06	0.07	0.08*	0.04	-0.03	0.02	0.09*
Milk yield, kg × days open, days	0.07	0.12**	0.07*	0.18	0.12**	0.13**	0.15***
Age of the fecundation, months × days open, days	0.01	0.03	0.09*	0.09*	0.10*	-0.09*	0.01

## Библиографический список

1. Алексеев А. А., Коновалов А. В., Цой Ю. А. Оценка эффективности проектно-технологических решений, применяемых в молочном скотоводстве // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 1 (33). С. 50–55. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-33-50-55.
2. Санова З. С., Горелик О. В., Федосеева Н. А., Новикова Н. Н., Тинаева Е. А. Анализ селекционно-генетических признаков у коров разного возраста // Аграрный вестник Урала. 2018. № 12 (179). С. 33–37. DOI: 10.32417/article\_5c406ef d280a11.62729359.
3. Бакаева Л. Н., Карамаяев С. В., Карамаяева А. С. Рост и развитие ремонтных телок голштинской и айрширской пород при выращивании в индивидуальных домиках // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 74–77.
4. Кудрин М. Р., Ижболдина С. Н. Рост, развитие, воспроизводительные качества ремонтных телок по возрастным периодам // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 1. С. 34–39.
5. Некрасов А. А., Попов Н. А., Некрасова Н. А., Сулима Н. Н., Федотова Е. Г. Интенсивность выращивания телок и их последующие воспроизводительные качества // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 43–46.
6. Коновалов А. В., Ильина А. В., Абрамова М. В., Косяченко Н. М., Григорьева Т. Н. Популяционно-генетические характеристики в управлении селекционным процессом стада СХПК «Присухонское» Вологодской области // Агро-ЗооТехника. 2018. Т. 1. № 2. С. 3. DOI: 10.15838/alt.2018.2.2.3.
7. Корнев М. М., Фураева Н. С., Хрусталева В. И. [и др.] Селекционно-племенные мероприятия по сохранению и совершенствованию ярославской породы крупного рогатого скота на 2013–2020 годы. Ярославль: Канцлер, 2013. 240 с.
8. Лукичев Д. Л., Лукичев В. Л., Лапин Н. В., Кеворкян С. А. Система эффективного выращивания ремонтных телок, полученных от высокопродуктивных коров. Ярославль: Канцлер, 2017. 46с.
9. Стенникова О. А., Ковязин А. П. Современные тенденции выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота // Мир инноваций. 2017. № 2. С. 75–79.
10. Стрекозов Н. И., Конопелько Е. И. Оптимальная структура высокопродуктивного стада молочного скота и интенсивность выращивания телок // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 5–7.
11. Юшкова И. В., Петрова М. Ю., Князева Т. А. Параметры выращивания ремонтных телок внутривидовых типов в Омской области // Генетика и разведение животных. 2015. № 2. С. 12–15.
12. Sattaei Mokhtari M., Moradi Shahrabak M., Nejati Javaremi A., Rosa G. Genetic relationship between heifers and cows fertility and milk yield traits in first-parity // Iranian Holstein dairy cows. Livestock Science. 2015. No. 182. Pp. 76–82. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.10.026.
13. Kefale G., Direba H., Tadesse M., Tadesse Yo. Reproductive performances of crossbred cattle at Holetta Agricultural Research Center [e-resource] // Livestock Research for Rural Development. 2019. URL: [https://www.researchgate.net/publication/335716115\\_Dairy\\_cattle\\_Reproductive\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/335716115_Dairy_cattle_Reproductive_performance) (appeal date: 21.10.2019).
14. Cassandro M. Genetic aspects of fertility traits in dairy cattle – review // Acta Agraria Kaposváriensis. 2014. Vol. 18. Supp. 1. Pp. 11–23. DOI: 10.13140/2.1.3856.9925.
15. Chapter Norman H., Duane H., Suzanne M., VanRaden P. M. Dairy Cattle: Breeding and Genetics // Encyclopedia of Animal Science, Second Edition. 2010. No. 1:1. Pp. 262–265. DOI: 10.1081/E-EAS2-120045687.
16. Canaza-Cayo A. W., Lopes P. S., Cobuci J. A., Martins M. F., Barbosa da Silva M. V. G. Genetic parameters of milk production and reproduction traits of Girolando cattle in Brazil // Italian Journal of Animal Science. 2018. No. 17:1. Pp. 22–30. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1335180.
17. Levina G., Zelepukina M., Maksimchuk M. Effects of age and liveweight of heifers at puberty and first conception on cow productivity and safety // Rossiyskaya selskokhozyaistvennaya nauka. 2019. No. 1. Pp. 46–49. DOI: 10.31857/S2500-26272019146-49.
18. Бабайлова Г. П., Ковров А. В., Дурсенев М. С. Влияние сервис-периода на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы // Современные научные тенденции в животноводстве, охотоведении и экологии: сборник статей международной научно-практической конференции. Киров, 2018. С. 5–9.
19. Martin P., Baes C., Houlihan K., Richardson C., Jamrozik J., Migliore F. Genetic Correlation among Selected Traits in Canadian Holsteins // Canadian Journal of Animal Science. 2019. DOI: 10.1139/CJAS-2018-0190.
20. Zink V., Lassen J., Štípková M. Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows // Czech Journal of Animal Science. 2012. No. 57. Pp. 108–114.

**Об авторах:**

Николай Михайлович Косяченко<sup>1</sup>, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, ORCID 0000-0003-3927-317, AuthorID 353889; [kossnick@yandex.ru](mailto:kossnick@yandex.ru), +7 (4852) 43-74-38

Марина Владимировна Абрамова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекции и разведения сельскохозяйственных животных, ORCID 0000-0003-3085-8844, AuthorID 899489; [abramovam2016@yandex.ru](mailto:abramovam2016@yandex.ru)

Марина Юрьевна Лапина<sup>1</sup>, младший научный сотрудник лаборатории селекции и разведения сельскохозяйственных животных, ORCID 0000-0002-2018-1633, AuthorID 1001690; [lapinamy@yandex.ru](mailto:lapinamy@yandex.ru)

<sup>1</sup> Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса», Михайловский, Россия

## Characteristics of the productive-economic indicators of cows of Yaroslavl breed of different genotypes

N. M. Kosyachenko<sup>1</sup>✉, M. V. Abramova<sup>1</sup>, M. Yu. Lapina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yaroslavl Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production – the branch of the Federal Scientific Center for Feed Production and Agroecology named after V. R. Williams, Mikhailovskiy, Russia

✉E-mail: kosssnick@yandex.ru

**Abstract. Purpose.** The study of the influence of crossbreeding on the growth and development of heifers and subsequent productive and reproductive qualities of cows on the first lactation. **Methods.** Using statistical methods, correlation analysis and ANOVA for evaluated genetic indicators of economic-valuable traits of dairy cattle. In particular was studied live weight of heifers from birth to 18 months, first insemination age and first fecundation age, live weight at fecundation, frequency of insemination, first calving age, days open, live weight at first lactation, milk yield for 305 days (kg), fat (%), (kg) and protein (%), (kg) in milk. **Results.** Relationship between productive indicators and the genotype of the animal is established. When assessing the strength of the influence of the factor «blood on the Holstein breed» it was found that the greatest impact can be traced at the age of 6 and 18 months, and is respectively 12.7 % and 17.1 %. The reproductive qualities of the first-calf cows decreased with the increase percent of blood in the Holstein breed. Evaluation of the impact of crossbreeding on milk production at first lactation has revealed significant strong influence on milk yield for 305 days of first lactation, and related signs the amount of milk fat and protein. According to qualitative indicators, the low influence of the Holstein blood fraction was found, while to a greater extent on the fat content than on the protein content in milk. Evaluation of phenotypic and genotypic correlations of milk yield and quality components of milk revealed average negative phenotypic and low negative genotypic correlation in all groups. The exception was in heifers of Yaroslavl breed with percent of Holstein blood less than 50 %, in which the relationship of yield x protein was positive. The relationship between milk yield and fat and protein content in milk has the opposite moderate character and strength. **Practical significance.** Studies was established that breeding of animals of Holstein and Yaroslavl breeds in one herd allows to receive an optimum ratio of milk production with optimal percentage fat and protein. For this herd among animals of the improved genotypes of the Yaroslavl breed, the use of genotypes with a percent of blood in the Holstein breed from 75.1 % to 87.6 % is optimal, which should be taken into account when selecting bulls to the breeding program.

**Keywords:** breeding, dairy cattle, Yaroslavl breed, Holstein breed, crossbreeding, genotype, live weight, reproductive qualities, milk productivity.

**For citation:** Kosyachenko N. M., Abramova M. V., Lapina M. Yu. Kharakteristika produktivno-khozyaystvennykh pokazateley korov yaroslavskoy porody razlichnykh genotipov [Characteristics of the productive-economic indicators of cows of Yaroslavl breed of different genotypes] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 01 (192). Pp. 43–52. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-43-52. (In Russian.)

**Paper submitted:** 22.07.2019.

### References

1. Alekseyev A. A., Konovalov A. V., Tsoy Yu. A. Otsenka effektivnosti proektno-tekhnologicheskikh resheniy, primenyaemykh v molochnom skotovodstve [Assessment of the efficiency of project-technological solutions applied in dairy cattle] // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2019. No. 1 (33). Pp. 50–55. DOI: 10.31279/2222-9345-2019-8-33-50-55. (In Russian.)
2. Sanova Z. S., Gorelik O. V., Fedoseyeva N. A., Novikova N. N., Tinayeva E. A. Analiz selektsionno-geneticheskikh priznakov u korov raznogo vozrasta [Analysis of selection and genetic traits in cows of different age] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 12 (179). Pp. 33–37. DOI: 10.32417/article\_5c406efd280a11.62729359. (In Russian.)
3. Bakayeva L. N., Karamayev S. V., Karamayeva A. S. Rost i razvitiye remontnykh telok golshtinskoy i ayrshirskoy porod pri vyrashchivaniy v individual'nykh domikakh [Growth and development of repair heifers Holstein and Ayrshire breeds when grown in individual houses] // Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2015. No. 1. Pp. 74–77. (In Russian.)
4. Kudrin M. R., Izhboldina S. N. Rost, razvitiye, vosproizvoditel'nye kachestva remontnykh telok po vozrastnym periodam [Growth, development, reproductive qualities of repair heifers by age periods] // Proceedings of Gorskoy State Agrarian University. 2016. Vol. 53. No. 1. Pp. 34–39. (In Russian.)
5. Nekrasov A. A., Popov N. A., Nekrasov N. A., Sulima N. N., Fedotova E. G. Intensivnost' vyrashchivaniya telok i ikh posleduyushchie vosproizvoditel'nye kachestva [Intensity of growing heifers and their subsequent reproductive quality] // Achievements of Science and Technology of AICis. 2013. No. 3. Pp. 43–46. (In Russian.)
6. Konovalov A. V., Ilyina A. V., Abramova M. V., Kosyachenko N. M., Grigoryeva T. N. Populyatsionno-geneticheskie kharakteristiki v upravlenii selektsionnym protsessom stada SKhPK "Prisukhonskoe" Vologodskoy oblasti [Population-Genetic characteristics in managing breeding process of a herd at APC Prisukhonskoye in the Vologda oblast] // Agricultural and Life-stock Technology. 2018. Vol. 1. No. 2. P. 3. DOI: 10.15838/alt.2018.2.2.3. (In Russian.)
7. Korenev M. M., Furayeva N. S., Khrustaleva V. I. [et al.] Selekcionno-plemennyye meropriyatiya po sokhraneniyu i sovershenstvovaniyu yaroslavskoy porody krupnogo rogatogo skota na 2013–2020 gody [Selection and breeding activities for the preservation and improvement of the Yaroslavl breed of cattle for 2013–2020 years]. Yaroslavl': Kantsler, 2013. 240 p. (In Russian.)

8. Lukichev D. L., Lukichev V. L., Lapin N. V., Kevorkyan S. A. Sistema effektivnogo vyrashchivaniya remontnykh telok, poluchennykh ot vysokoproduktivnykh korov [System of effective cultivation of the repair heifers received from highly productive cows]. Yaroslavl': Kantsler, 2017. 46p. (In Russian.)
9. Stennikova O. A., Kovyazin A. P. Sovremennye tendentsii vyrashchivaniya remontnogo mladnyaka krupnogo rogatogo skota [Modern trends in the cultivation of repair young cattle] // World of Innovation. 2017. No. 2. Pp. 75–79. (In Russian.)
10. Strekozov N. I., Konopelko E. I. Optimal'naya struktura vysokoproduktivnogo stada molochnogo skota i intensivnost' vyrashchivaniya telok [Optimal structure of highly productive herd of dairy cattle and the intensity of growing heifers] // Achievements of Science and Technology of AICis. 2013. No. 3. Pp. 5–7. (In Russian.)
11. Yushkova I. V., Petrova M. Yu., Knyazeva T. A. Parametry vyrashchivaniya remontnykh telok vnutriporodnykh tipov v Omskoy oblasti [Parameters of cultivation of repair heifers of intrabreed types in the Omsk region] // Genetics and breeding of animals. 2015. No. 2. Pp. 12–15. (In Russian.)
12. Sattaei Mokhtari M., Moradi Shahrabak M., Nejati Javaremi A., Rosa G. Genetic relationship between heifers and cows fertility and milk yield traits in first-parity // Iranian Holstein dairy cows. Livestock Science. 2015. No. 182. Pp. 76–82. DOI: 10.1016/j.livsci.2015.10.026.
13. Kefale G., Direba H., Tadesse M., Tadesse Yo. Reproductive performances of crossbred cattle at Holetta Agricultural Research Center [e-resource] // Livestock Research for Rural Development. 2019. URL: [https://www.researchgate.net/publication/335716115\\_Dairy\\_cattle\\_Reproductive\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/335716115_Dairy_cattle_Reproductive_performance) (appeal date: 21.10.2019).
14. Cassandro M. Genetic aspects of fertility traits in dairy cattle – review // Acta Agraria Kaposváriensis. 2014. Vol. 18. Supp. 1. Pp. 11–23. DOI: 10.13140/2.1.3856.9925.
15. Chapter Norman H., Duane H., Suzanne M., VanRaden P. M. Dairy Cattle: Breeding and Genetics // Encyclopedia of Animal Science, Second Edition. 2010. No. 1:1. Pp. 262–265. DOI: 10.1081/E-EAS2-120045687.
16. Canaza-Cayo A. W., Lopes P. S., Cobuci J. A., Martins M. F., Barbosa da Silva M. V. G. Genetic parameters of milk production and reproduction traits of Girolando cattle in Brazil // Italian Journal of Animal Science. 2018. No. 17:1. Pp. 22–30. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1335180.
17. Levina G., Zelepukina M., Maksimchuk M. Effects of age and liveweight of heifers at puberty and first conception on cow productivity and safety // Rossiyskaya selskokhozyaistvennaya nauka. 2019. No. 1. Pp. 46–49. DOI: 10.31857/S2500-26272019146-49.
18. Babailova G. P., Kovrov A. V., Dursenev M. S. Vliyanie servis-perioda na molochnyuyu produktivnost' korov chernopestroy porody [Effect of service period on milk productivity of cows of black-motley breed] // Sovremennyye nauchnyye tendentsii v zhivotnovodstve, okhotovedenii i ekologii: sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kirov, 2018. Pp. 5–9. (In Russian.)
19. Martin P., Baes C., Houlahan K., Richardson C., Jamrozik J., Migliore F. Genetic Correlation among Selected Traits in Canadian Holsteins // Canadian Journal of Animal Science. 2019. DOI: 10.1139/CJAS-2018-0190.
20. Zink V., Lassen J., Štípková M. Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows // Czech Journal of Animal Science. 2012. No. 57. Pp. 108–114.

#### Authors' information:

Nikolay M. Kosyachenko<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, senior researcher of the laboratory of selection and breeding of farm animals, ORCID 0000-0003-3927-317, AuthorID 353889; [kosssnick@yandex.ru](mailto:kosssnick@yandex.ru), +7 (4852) 43-74-38

Marina V. Abramova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of selection and breeding of farm animals, ORCID 0000-0003-3085-8844, AuthorID 899489; [abramovam2016@yandex.ru](mailto:abramovam2016@yandex.ru)

Marina Yu. Lapina<sup>1</sup>, Junior researcher, laboratory of selection and breeding of farm animals, ORCID 0000-0002-2018-1633, AuthorID 1001690; [lapinamy@yandex.ru](mailto:lapinamy@yandex.ru)

<sup>1</sup>Yaroslavl Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production – the branch of the Federal Scientific Center for Feed Production and Agroecology named after V. R. Williams, Mikhailovskiy, Russia

## Изменения микробиоценоза рубца, крови и переваримость сухого вещества рациона при введении бычкам совместно с жировой добавкой ультрадисперсных частиц железа

Ю. И. Левахин<sup>1</sup>, Б. С. Нуржанов<sup>1✉</sup>, В. А. Рязанов<sup>1</sup>, Е. Б. Джуламанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

✉ E-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

**Аннотация.** Желудочно-кишечный тракт крупного рогатого скота представляет собой большой и сложный биомеханизм по переработке веществ, поступающих извне, при дальнейшем их усвоении организмом животного для обеспечения нормальной жизнедеятельности и продуктивного роста. Особую роль выполняет рубец крупного рогатого скота, в котором происходят биосинтетические процессы превращения одних химических веществ и элементов в другие под действием ферментов микроорганизмов, которые играют ответственную роль в переработке компонентов пищи, а также в симбиотическом отношении друг к другу. Так, нарушение в работе одних микроорганизмов под воздействием пищевых факторов приводит к нарушению синтеза и работы остальной микробиоты, что в целом сказывается на состоянии биореактора животного в целом. **Целью** исследования было установить влияние различных дозировок ультрадисперсных частиц железа в комплексе с жировой добавкой, в составе рационов на переваримость сухого вещества корма, основные показатели рубцового содержимого, такие как микробная ферментация корма и биомасса микроорганизмов и жирнокислотный состав. **Научная новизна** работы состоит в том, что изучено влияние комплекса ультрадисперсных частиц железа разной дозировки с жировой добавкой на рубцовое пищеварение бычков, выращиваемых на мясо. **Методология и методы.** Для проведения исследований были подобраны 12 бычков, разводимых в условиях Покровского сельскохозяйственного колледжа – филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области. Из них по принципу аналогов подобраны четыре группы – контрольная и три опытных, по три животных в каждой, которым по методу А. А. Алиева были наложены фистулы рубца. **Результаты и область применения.** В ходе эксперимента установлено, что оптимальная дозировка наночастиц железа в смеси с жировой добавкой в составе рациона составила 425,6 мг на голову в сутки, что способствует лучшей переваримости сухого вещества на 8,98 % и большему содержанию ЛЖК в рубцовой жидкости на 2,28 % по сравнению с контролем.

**Ключевые слова:** рубец, микробиоценоз, жировая добавка, железо, переваримость, сухое вещество.

**Для цитирования:** Левахин Ю. И., Нуржанов Б. С., Рязанов В. А., Джуламанов Е. Б. Изменения микробиоценоза рубца, крови и переваримость сухого вещества рациона при введении бычкам совместно с жировой добавкой ультрадисперсных частиц железа // Аграрный вестник Урала. 2019. № 01 (192). С. 53–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-53-59.

**Дата поступления статьи:** 20.09.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время наукой, занимающейся теорией и практикой кормления сельскохозяйственных животных, в частности кормлением крупного рогатого скота, накоплено много знаний и данных о применении различных видов жировых кормовых добавок [1, с. 127; 2, с. 79; 3, с. 249], также изучены и продолжают изучаться влияние наночастиц как отдельно, так и в совокупности с другими компонентами корма на реакцию в целом и биосинтез желудочно-кишечного тракта организма животного в частности [4, с. 663; 5, с. 543; 6, с. 283].

Поскольку нанотехнология обеспечивает «новое измерение», сопровождаемое новыми или измененными свойствами, присущими многим современным материалам, она широко используется для производства лекарственных препаратов нового поколения, а также в пище-

вой промышленности и даже в различных типах пищевых добавок. Эти наноформуляции добавок готовятся специально с целью улучшения биодоступности, защиты активных ингредиентов от деградации или уменьшения побочных эффектов [7, с. 296; 8, с. 131]. В результате поступления в организм наночастиц происходит адаптация микробиоты, установлена зависимость между вносимыми питательными веществами и наночастицами на ферментативную активность, морфологические и биохимические параметры крови у молодняка крупного рогатого скота, все это сказывается на рубцовом пищеварении и организме в целом [10, с. 295; 11, с. 413; 12, с. 144; 13, с. 1479].

Введение в состав рациона жировых добавок способствует насыщенности большей энергией, что повышает продуктивность животного и оказывает значимое воз-

действие на показатели рубцового пищеварения. Установлена взаимосвязь между микрофлорой и наночастицами при введении их в рацион крупного рогатого скота.

Цель исследования – изучить влияние в различных дозировках наночастиц железа (Fe) в составе жировой добавки «Палматрикс» на процессы рубцового пищеварения бычков и эффективность использования ими питательных веществ рациона и определить наиболее оптимальный вариант их использования

#### Методология и методы исследования (Methods)

Объект исследования – 12 бычков красной степной породы в возрасте 12 месяцев.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями ГОСТ 34088-2017 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за сельскохозяйственными животными» (Guidelines for accommodation and care of laboratory animals. Rules for keeping and care of farm animals). При выполнении исследования были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных.

Исследования были проведены в Покровском сельскохозяйственном колледже Оренбургского района на бычках красной степной породы (n = 12), которым по методу А. А. Алиева были наложены фистулы рубца.

Рационы кормления животных составлялись с учетом норм потребности в питательных веществах, энергии, а также микро- и макроэлементов, в том числе и железа, и рассчитаны на получение 900–1000 г среднесуточных приростов. Рацион бычков контрольной группы состоял из 30 % сена, 30 % силоса кукурузного, 40 % концентратов, в состав которых входила жировая добавка «Палматрикс» в количестве 400 г, которая является оптимальной, установлена на основании ранее проведенных исследований. В рационе содержалось 6,3 кормовых единиц, 7,4 кг сухого вещества, 72 МДж обменной энергии, 663 г переваримого протеина, 1753 г клетчатки, 864 г крахмала, 524 г сахара, 43 г кальция, 30 г фосфора, 24 г серы, 532 г железа.

Молодняку I опытной группы в составе основного рациона скармливали в смеси с жиросодержащей добавкой «Палматрикс» дополнительно наночастицы Fe в количестве 478,8 мг, II – соответственно 425,6 мг, III – Fe 372,4 мг на голову сутки.

С целью изучения факторов, влияющих на рубцовое пищеварение, были проведены исследования состава рубцовой жидкости продолжительностью 14 дней. Для этого у фистульных животных через 3 часа после кормления брали пробы (300 мл) рубцового содержимого, которые фильтровали через 4 слоя марли и в жидкой части определяли pH. Количество микробиальной массы – методом дифференцированного центрифугирования.

Для изучения переваримости сухого вещества микро-рациона *insitu* в нейлоновые мешочки закладывали навеску набора кормов, по составу аналогичную рациону, получаемому животными. Процентная доля каждого корма в общей массе вещества рациона находилась по формуле:

$$A = \frac{m}{M} \times 100,$$

где A – процентная доля корма, %;

m – масса сухого вещества корма в суточной даче набора кормов, кг;

M – масса сухого вещества суточного рациона, кг.

С целью изучения естественной резистентности бычков брали кровь в вакуумные пробирки с добавлением 10-процентного раствора трилона Б.

Исследования были выполнены в условиях Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.)

Центрифуга MiniSpin (MerckKGaA, Германия), весы лабораторные электронные MB 210-A (ЗАО «Сартогосм», Россия), pH-метр pH-150МИ (ООО «Измерительная техника», Россия), Сушильный шкаф ШС-80-01 200 (ООО «ГостТестКомплектация», Россия).

Результаты, полученные в исследовании, обработаны методом вариационной статистики с использованием критерия достоверности по Стьюденту (t-критерий) с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoftInc, США).

#### Результаты (Results)

Из результатов эксперимента по изучению влияния наночастиц Fe в смеси с жировой добавкой «Палматрикс» в составе основного рациона в различных дозировках на переваримость сухого вещества методом *insitu* были получены следующие данные (рис. 1).

Бычки, получавшие в составе рациона «Палматрикс» + 425,6 мг наночастиц Fe, показали переваримость сухой части корма выше по сравнению с контролем, I и III опытными группами соответственно на 8,98 %, 5,75 % и 1,99 %.

Животные I и III опытных групп, получавшие совместно с основным рационом «Палматрикс» + наночастицы Fe в дозах соответственно 478,8 и 372,4 мг/гол, также отличались от контрольной группы лучшей переваримостью микро-рациона на 3,23 % и 6,94 %.

Результаты эксперимента показали, что применение наночастиц Fe совместно с жировой добавкой «Палматрикс» в различных дозировках в значительной степени оказывает положительное влияние на формирование и интенсивность биосинтетических процессов (рис. 2).

Как видно из рис. 2, снижение водородных показателей pH во II опытной группе произошло из-за повышения карбоновых кислот в рубцовой жидкости и составило 12,56 ммоль / 100мл, что выше аналогичного значения в контрольной группе на 13,45 %. Содержание ЛЖК в рубцовой жидкости бычков из I и III групп также было выше на 1,68 и 6,56 % по сравнению с контрольной группой. Через 3 часа после кормления концентрация аммиака в рубце бычков II группы была ниже на 3,21 %, чем в контроле.

У подопытных животных всех групп микрофлора рубцовой жидкости находилась в пределах физиологической нормы.

Количество бактерий и простейших в пробе рубцовой жидкости, взятых у животных II опытной группы, было выше на 0,141 г (23,1 %) и 0,025 г (10,2 %) (P ≤ 0,05) в сравнении с аналогами из других групп.



Рис. 1 Переваримость сухого вещества корма, %

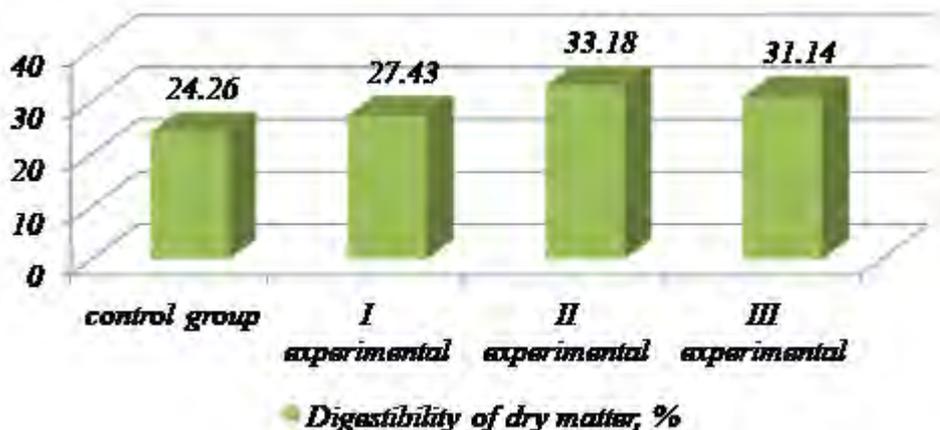


Fig. 1. Digestibility of dry matter of feed, %

Таблица 1  
Биомасса микроорганизмов рубца бычков через 3 часа после кормления, г / 1,5 мл

Группа	Биомасса	
	Бактерии	Простейшие
Контрольная	0,141 ± 0,21	0,126 ± 0,18
I опытная	0,217 ± 0,19	0,137 ± 0,23
II опытная	0,282 ± 0,14	0,151 ± 0,16*
III опытная	0,253 ± 0,26	0,139 ± 0,24

Примечание: \*P ≤ 0,05.

Наилучшее соотношение жирнокислотного состава наблюдалась во II опытной группе, получавшей в составе основного рациона обогащенную жировую добавку наночастицами железа в количестве 425,6 мг/гол.

Так, в рубцовой жидкости этой группы отмечалось более высокое содержание насыщенных жирных кислот: пальмитиновая – 73 %, стеариновая 14 %, которые не подвергаются биогидрогенизации микрофлорой рубца, не нарушают процессы пищеварения. Также установлено наличие ненасыщенных жирных кислот: олеиновой – 7 %, линолевой – 5 %.

По результатам исследования крови было установлено, что адаптационная приспособленность животных всех групп была на достаточно высоком уровне, а бактерицидные свойства сыворотки крови обусловлены не только антителами, но и содержанием в ней таких неспецифических иммунных белков как бета-лизины и лизоцим (таблица 2).

Table 1  
The biomass of microorganisms rumen bulls 3 hours after feeding, g / 1.5 ml

Group	Biomass	
	Bacteria	Protozoa
Control	0.141 ± 0.21	0.126 ± 0.18
I experimental	0.217 ± 0.19	0.137 ± 0.23
II experimental	0.282 ± 0.14	0.151 ± 0.16*
III experimental	0.253 ± 0.26	0.139 ± 0.24

Note: \*P ≤ 0.05.

По содержанию бета-лизина некоторое преимущество имели животные II опытной группы на 8,0; 9,5 и 7,6 %, а вот по показателю бактерицидной активности и лизоциму незначительно уступали аналогам из контрольной, I и III опытной групп, однако эти отличия были не достоверны. Это говорит о том, что, в отличие от гематологических показателей, показатели естественного иммунитета являются преимущественно породными признаками.

Полученные данные по влиянию наночастиц железа на естественный иммунитет подопытных бычков характеризуют то, что они отвечают уровню продуктивности животных и колебались в рамках физиологической нормы, а все отклонения его состава были спровоцированы напряжением физиологических функций в организме животных в связи с их ростом, развитием и влиянием внешней среды. Так, бычки II опытной группы имели преимущество над сверстниками контрольной, I и III групп. Таким образом, оптимальное количество наночастиц железа в смеси с жиросодержащей добавкой «Паламатрикс» на голову составило 425,6 мг.

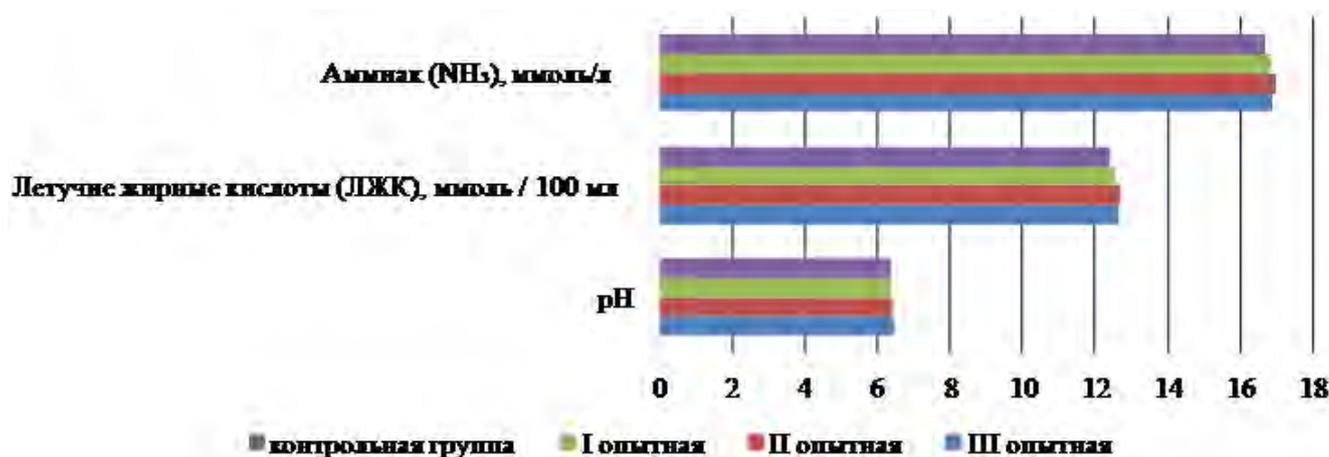


Рис. 2. Основные показатели микробной ферментации корма через 3 часа после кормления

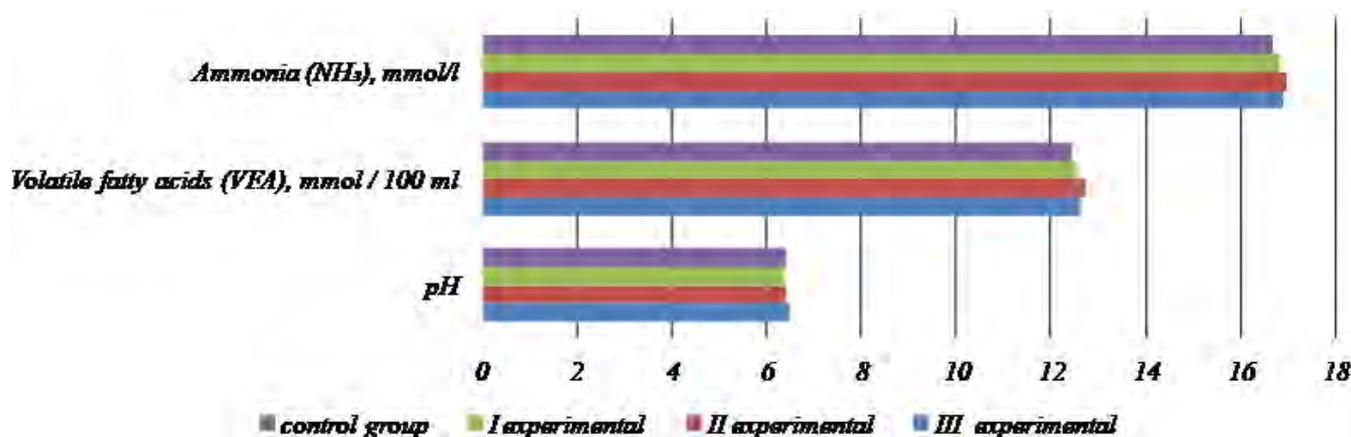


Fig. 2. Main indicators of microbial fermentation of feed 3 hours after feeding

Таблица 2

Показатели естественной резистентности у откармливаемых бычков

Показатель	Группа			
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Бактериальная активность (БАКСК), %	72,09 ± 0,62	71,83 ± 0,49	70,89 ± 0,56	71,46 ± 0,53
Бета-лизины, %	12,57 ± 0,43	12,39 ± 0,51	13,57 ± 0,38	12,61 ± 0,42
Лизоцим, мкг/мг	3,21 ± 0,57	3,18 ± 0,46	3,09 ± 0,52	3,15 ± 0,39

Table 2

Indicators of natural resistance in fattening gobies

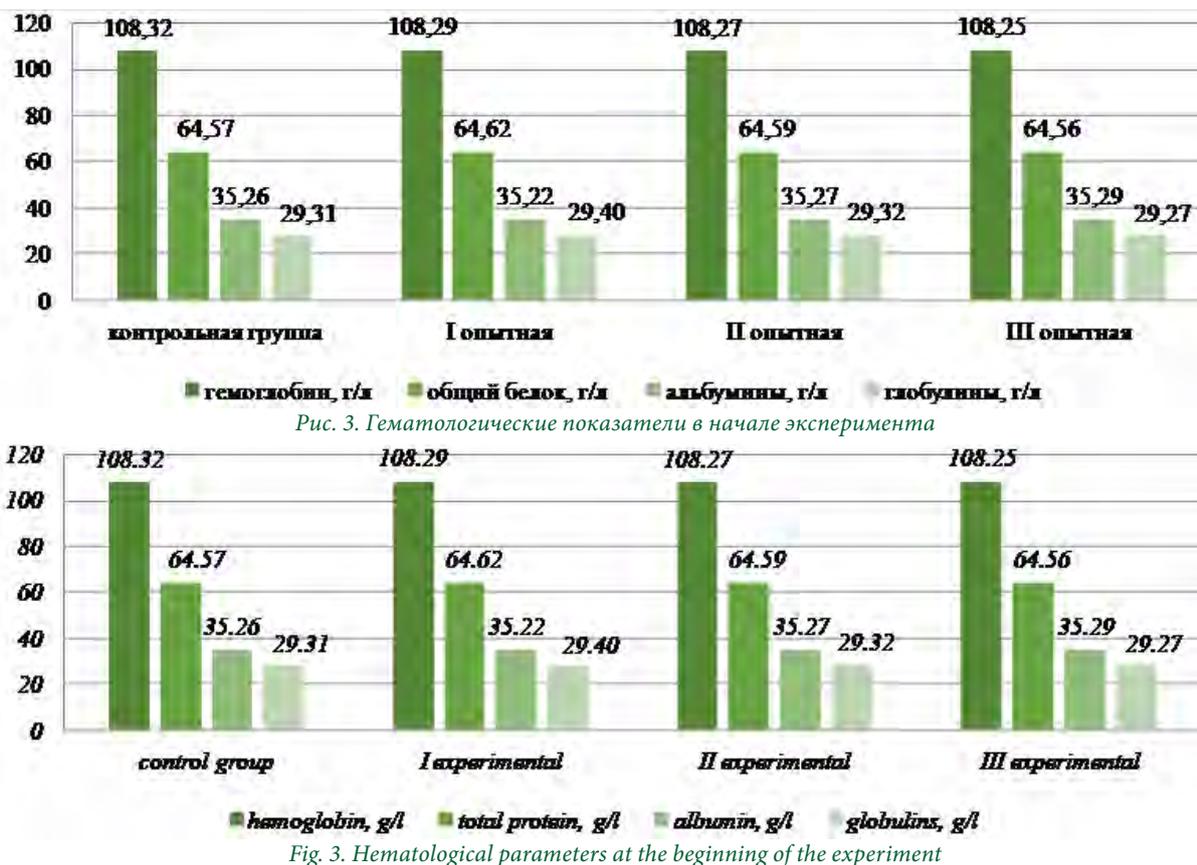
Index	Group			
	Control	I experimental	II experimental	III experimental
Bacterial activity (BACC), %	72.09 ± 0.62	71.83 ± 0.49	70.89 ± 0.56	71.46 ± 0.53
Betalysines, %	12.57 ± 0.43	12.39 ± 0.51	13.57 ± 0.38	12.61 ± 0.42
Lysozyme, mcg/mg	3.21 ± 0.57	3.18 ± 0.46	3.09 ± 0.52	3.15 ± 0.39

Основные морфологический и биохимические показатели крови у молодняка всех групп в начале опыта были примерно одинаковые, что указывает на методически правильность подбора животных (рис. 3).

В процессе исследования установлено, что количество эритроцитов у молодняка I, II и III подопытных групп оказалось более высокими в сопоставлении с контролем на 4,7; 10,6 и 6,4 %, а насыщенность крови гемоглобином – на 3,1; 7,8 и 5,4 % соответственно. Различия по выше отмеченным показателям между молодняком I и II опытных групп оказались менее значительными.

Повышенное содержание в крови данных элементов способствовало более быстрому течению окислительно-восстановительных преобразований в теле молодняка подопытных групп и более интенсивному их росту.

Об умении животных преобразовывать протеин кормов в белки тела можно судить по количеству общего белка в сыворотке крови. Так, наиболее высокая концентрация общего белка в сыворотке крови отмечалась у животных II группы, получавших вместе с основным набором кормов 362,6 мг наночастиц железа. Они превосходили аналогов из контроля соответственно на 4,0, 1,7 и



1,2 %. Причем увеличение концентрации общего белка шло за счет почти равномерного повышения как альбуминов, так и глобулинов. В ходе исследования установлено, что наибольшее количество альбуминов находилось в сыворотке крови бычков I, II и III опытных групп, по данному показателю аналоги из контроля проигрывали им соответственно на 2,4, 5,8 и 3,9 %. По количеству глобулинов в сыворотке молодняк из контроля уступал бычкам из I, II и III опытных групп соответственно на 9,5, 10,9 и 6,7 %. Повышенное содержание глобулинов в сыворотке молодняка подопытных групп указывает на их лучшую иммунобиологическую активность. Глобулины, в свою очередь, делятся на три группы:  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -глобулины. Обычно с  $\alpha$ - и  $\beta$ -глобулинами связывают продуктивные свойства, а с  $\gamma$ -глобулинами – защитные свойства организма. В проведенном нами эксперименте бычки, получавшие в составе рациона наночастицы железа в смеси в жиросодержащей добавкой «Паламатрикс», доминировали над аналогами из контрольной группы по количеству  $\alpha$ -глобулинов на 12,4, 8,2 и 4,6 %,  $\gamma$ -глобулинов – на 12,2, 5,4 и 3,4 %.

#### Библиографический список

1. Дускаев Г. К., Левахин Г. И., Нуржанов Б. С. [и др.] Результаты исследований по переваримости *invitro* и *insitu* создаваемых кормовых добавок // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 126–131.
2. Мирошников С. А., Левахин Ю. И., Нуржанов Б. С. [и др.] Эффективность производства продукции животноводства при использовании жиросодержащей добавки в составе рационов бычков, приготовленных по разной технологии // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4 (87). С. 79–82.
3. Сипайлова О. Ю., Мирошников С. А. Нейротоксический эффект наночастиц железа // Нанотехнологии в сельском хозяйстве: перспективы и риски: материалы международной научно-практической конференции. Оренбург, 2018. С. 249–253.

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

Основная задача в кормлении крупного рогатого скота сводится к условиям, которые не нарушают совокупную работу и ферментативную активность микробиоты рубца, которая обеспечивает высокую активность по переработке питательных веществ [14, с. 8; 15, с. 138].

В нашем исследовании применение смеси наночастиц Fe и жировой добавки не ухудшает биосинтез в рубце, напротив отмечено незначительное повышение концентрации летучих жирных кислот (ЛЖК), которые являются одним из главных источников строительного материала в пищеварительном процессе у крупного рогатого скота.

Таким образом, скармливание жировой добавки «Паламатрикс» 400 г/сут в смеси с нано частицами Fe в количестве 425,6 мг в составе основного рациона балансирует рационы по железу, способствует улучшению микробиологическим процессам в рубце, повышая переваривание сухой части корма на 8,98 %.

#### Благодарности (Acknowledgements)

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018–2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

4. Al-Qushawi A., Rassouli A., Atyabi F., Peighambari S. M. [et al.] Preparation and Characterization of Three Tilmicosin-loaded Lipid Nanoparticles: Physicochemical Properties and in-vitro Antibacterial Activities // *Iran. J. Pharm. Res.* 2016 Fall. No. 15 (4). Pp. 663–676.
5. Troncarelli M. Z., Brandão H. M., Gern J. C., Guimarães A. S. [et al.] Nanotechnology and Antimicrobials in Veterinary Medicine // *Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education.* 2013. Vol. 1 Pp. 543–556.
6. Mody V. V., Siwale R., Singh A., Mody H. R. Introduction to metallic nanoparticles // *J. Pharm. Bioallied Sci.* 2010. No. 2. Pp. 282–289. DOI: 10.4103/0975-7406.72127.
7. Jampilek J., Kos J., Kralova K. Potential of Nanomaterial Applications in Dietary Supplements and Foods for Special Medical Purposes // *Nanomaterials.* 2019. No. 9 (2). P. 296.
8. Rao P. J., Naidu M. M. Nanoencapsulation of Bioactive Compounds for Nutraceutical Food // *Sustainable Agriculture Reviews.* 2016. Vol. 21. Pp. 129–156.
9. Oehlke K., Adamiuk M., Behnlian D., Graef V. [et al.] Potential bioavailability enhancement of bioactive compounds using food-grade engineered nanomaterials: A review of the existing evidence // *Food Funct.* 2014. No. 5. Pp. 1341–1359.
10. Bai Ding-Ping, Lin Xin-Yu, Huang Yi-Fan, Zhang Xi-Feng. Theranostics Aspects of Various Nanoparticles in Veterinary Medicine // *Int. J. Mol. Sci.* 2018. No. 19 (11). Pp. 294–305.
11. Hill E. K., Li J. Current and future prospects for nanotechnology in animal production // *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2017. No. 8. P. 26.
12. Millet S., Maertens L. The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: from challenges to opportunities // *Vet J.* 2011. No. 187 (2). Pp. 143–144.
13. Dantas F. G., Reese S. T., Oliveira Filho R. V., Carvalho R. S. [et al.] Effect of complexed trace minerals on cumulus-oocyte complex recovery and in vitro embryo production in beef cattle // *Journal of Animal Science.* 2019. No. 97 (4). Pp. 1478–1490.
14. Дускаев Г. К., Мирошников С. А., Сизова Е. А., Лебедев С. В. [и др.] Влияние тяжелых металлов на организм животных и окружающую среду обитания (обзор) // *Вестник мясного скотоводства.* 2014. № 3 (86). С. 7–11.
15. Bhushan B., Luo D., Schrick S. R., Sigmund W. [et al.] *Handbook of Nanomaterials Properties.* Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2014. 889 p.

**Об авторах:**

Юрий Иванович Левахин<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2345-9298, AuthorID 366047

Баер Серекпаевич Нуржанов<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-3240-6112, AuthorID 605587; [baer.nurzhanov@mail.ru](mailto:baer.nurzhanov@mail.ru)

Виталий Александрович Рязанов<sup>1</sup>, научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0903-9561, AuthorID 746866

Ержан Брельевич Джуламанов<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-1792-8097, AuthorID 969267; [deb5690@mail.ru](mailto:deb5690@mail.ru)

<sup>1</sup> Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

## Changes in the microbiocenosis of the rumen and digestibility of the dry matter of the diet with the introduction of gobies together fatty addition of ultrafine iron particles

Yu. I. Levakhin<sup>1</sup>, B. S. Nurzhanov<sup>1</sup>✉, V. A. Ryazanov<sup>1</sup>, E. B. Dzhulamanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

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

**Abstract.** The gastrointestinal tract of cattle is a large and complex biomechanism for processing substances coming from outside, with their further assimilation by the animal's body, to ensure normal life and productive growth. A special role is played by the rumen of cattle, in which the biosynthetic processes of the conversion of some chemicals and elements to others, under the action of enzymes of microorganisms, which have a responsible role in the processing of food components, as well as in a symbiotic relationship to each other. So, a disruption in the work of certain microorganisms under the influence of food factors leads to a disruption in the synthesis and work of the rest of the microbiota, which generally affects the state of the animal bioreactor as a whole. **The purpose** of the study was to establish the effect of various dosages of ultrafine particles of Fe in combination with a fat supplement, as part of rations on the digestibility of dry matter of the feed, basic indicators of scar content, such as microbial fermentation of the feed and biomass of microorganisms and fatty acid composition. **The scientific novelty** of the work lies in the fact that the effect of a complex of ultrafine particles of iron of different dosages c a fat supplement on the cicatricial digestion of bulls raised for meat was studied. **Methodology and methods.** To conduct research, 12 bulls were bred in the conditions of the Pokrovskiy agricultural college-branch of the Orenburg State Agrarian University of

the Orenburg region of the Orenburg region. Of these, four groups were selected according to the principle of analogues – control and three experimental, three animals in each, which, according to A. A. Aliyev were imposed scar fistulas. **Results and scope.** Thus, during the experiment it was found that the optimal dosage of iron nanoparticles mixed with a fat supplement in the diet was 425.6 mg per head per day, which contributes to better digestibility of dry matter by 8.98 % and a higher content of VFA in scar fluid by 2.28 % compared to c control.

**Keywords:** scar, microbiocenosis, fatty additive, iron, digestibility, dry matter.

**For citation:** Levakhin Yu. I., Nurzhanov B. S., Ryazanov V. A., Dzhulamanov E. B. Izmeneniya mikrobiotsenoza rubtsa, krovi i perevarimost' sukhogo veshchestva ratsiona pri vvedenii bychkam sovместno с zhirovoy dobavkoy ul'tradispersnykh chastits zheleza [Changes in the microbiocenosis of the rumen and digestibility of the dry matter of the diet with the introduction of gobies together fatty addition of ultrafine iron particles] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 01 (192). Pp. ... DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-53-59. (In Russian.)

**Paper submitted:** 20.09.2019.

### References

1. Duskayev G. K., Levakhin G. I., Nurzhanov B. S. [et al.] Rezul'taty issledovaniy po perevarimosti in vitro i in situ sozdavayemykh kormovykh dobavok [Results of researches on digestibility in vitro and in situ of developed feed additives] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2016. No. 4 (96). Pp. 126–131. (In Russian.)
2. Miroshnikov S. A., Levakhin Yu. I., Nurzhanov B. S. [et al.] Effektivnost' proizvodstva produktsii zhitovnovodstva pri ispol'zovanii zhirosoderzhashchey dobavki v sostave ratsionov bychkov, prigotovlennykh po raznoy tekhnologii [Efficiency of livestock production with the use of fat-containing additives in the composition of the calves rations prepared according to different technologies] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2014. No. 4 (87). Pp. 79–82. (In Russian.)
3. Sipaylova O. Yu., Miroshnikov S. A. Neyrotoksicheskiy effect nanochastits zheleza // Nanotekhnologii v sel'skom khozyaystve: perspektivy i riski [The iron nanoparticles neurotoxic. In the collection: Nanotechnologies in Agriculture: Prospects and Risks]: materials of the international scientific-practical conference. Orenburg, 2018. Pp. 249–253. (In Russian.)
4. Al-Qushawi A., Rassouli A., Atyabi F., Peighambari S. M. [et al.] Preparation and Characterization of Three Tilmicosin-loaded Lipid Nanoparticles: Physicochemical Properties and in-vitro Antibacterial Activities // Iran. J. Pharm. Res. 2016 Fall. No. 15 (4). Pp. 663–676.
5. Troncarelli M. Z., Brandão H. M., Gern J. C., Guimarães A. S. [et al.] Nanotechnology and Antimicrobials in Veterinary Medicine // Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education. 2013. Vol. 1. Pp. 543–556.
6. Mody V. V., Siwale R., Singh A., Mody H. R. Introduction to metallic nanoparticles // J. Pharm. Bioallied Sci. 2010. No. 2. Pp. 282–289. DOI: 10.4103/0975-7406.72127.
7. Jampilek J., Kos J., Kralova K. Potential of Nanomaterial Applications in Dietary Supplements and Foods for Special Medical Purposes // Nanomaterials. 2019. No. 9 (2). P. 296.
8. Rao P. J., Naidu M. M. Nanoencapsulation of Bioactive Compounds for Nutraceutical Food // Sustainable Agriculture Reviews. 2016. Vol. 21. Pp. 129–156.
9. Oehlke K., Adamiuk M., Behnlian D., Graef V. [et al.] Potential bioavailability enhancement of bioactive compounds using food-grade engineered nanomaterials: A review of the existing evidence // Food Funct. 2014. No. 5. Pp. 1341–1359.
10. Bai Ding-Ping, Lin Xin-Yu, Huang Yi-Fan, Zhang Xi-Feng. Theranostics Aspects of Various Nanoparticles in Veterinary Medicine // Int. J. Mol. Sci. 2018. No. 19 (11). Pp. 294–305.
11. Hill E. K., Li J. Current and future prospects for nanotechnology in animal production // J. Anim. Sci. Biotechnol. 2017. No. 8. P. 26.
12. Millet S., Maertens L. The European ban on antibiotic growth promoters in animal feed: from challenges to opportunities // Vet J. 2011. No. 187 (2). Pp. 143–144.
13. Dantas F. G., Reese S. T., Oliveira Filho R. V., Carvalho R. S. [et al.] Effect of complexed trace minerals on cumulus-oocyte complex recovery and in vitro embryo production in beef cattle // Journal of Animal Science. 2019. No. 97 (4). Pp. 1478–1490.
14. Duskayev G. K., Miroshnikov S. A., Sizova E. A., Lebedev S. V. [et al.] Vliyaniye tyazholykh metallov na organism zhitovnykh i okruzhayushchuyu sredu obitaniya (obzor) [The influence of heavy metals on the animal organism and the environment (review)] // Vestnik myasnogo skotovodstva. 2014. No. 3 (86). Pp. 7–11. (In Russian.)
15. Bhushan B., Luo D., Schrick S. R., Sigmund W. [et al.] Handbook of Nanomaterials Properties. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2014. 889 p.

### Authors' information:

Yuriy I. Levakhin<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, ORCID 0000-0003-2345-9298, AuthorID 366047

Baer S. Nurzhanov<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0003-3240-6112, AuthorID 605587; [baer.nurzhanov@mail.ru](mailto:baer.nurzhanov@mail.ru)

Vitaliy A. Ryazanov<sup>1</sup>, researcher, ORCID 0000-0003-0903-9561, AuthorID 746866

Erzhan B. Dzhulamanov<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, researcher, ORCID 0000-0002-1792-8097, AuthorID 969267; [deb5690@mail.ru](mailto:deb5690@mail.ru)

<sup>1</sup> Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

## Содержание биологически активных веществ в листьях *Myrtus communis* L. в условиях южного берега Крыма

Л. А. Логвиненко<sup>1</sup>✉, Е. В. Дунаевская<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Никита, Россия

✉ E-mail: 9222154970@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследования – изучить влияние различных способов возделывания сорта мирта обыкновенного Южнобережный на изменение содержания макро- и микроэлементов в сырье, сравнить компонентный состав эфирного масла, полученного при многолетней и порослевой форме его культивирования. *Myrtus communis* L. является представителем Средиземноморского растительного сообщества, который с древнейших времен используется в лечебных целях и как пряная культура. В Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре РАН создан сорт мирта обыкновенного Южнобережный. Сорт рекомендован к промышленному возделыванию на территории Южного берега Крыма. **Методы.** Минеральный состав сырья определяли методом сухого озоления листьев, срезанных в фазе технологической зрелости. На атомно-абсорбционном спектрофотометре Квант 2МТ определяли содержание семи эссенциальных элементов: в режиме эмиссии – калий, в режиме абсорбции – кальций, магний, железо, марганец, медь и цинк. Компонентный состав эфирного масла в образцах изучали на хроматографе Agilent Technology 6890N с масс-спектрографическим детектором 5973N. **Результаты.** Максимальный урожай лекарственного сырья в данных почвенно-климатических условиях обеспечила порослевая форма культивирования мирта, при которой интенсивность побегообразования возросла в 2,6 раза, а урожайность листа, являющегося сырьем для эфиромасличной и пищевой промышленности, повысилась на 37 %. Способ возделывания мирта повлиял на содержание эссенциальных элементов в сырье: накоплению железа и цинка способствовала порослевая форма выращивания, а меди и марганца – многолетняя. Количество железа в фазу технологической зрелости листа составило 84,37 мг/кг: в порослевых листьях в 2,67 раза больше, чем в сырье при многолетней форме культивирования. По меди получена обратная тенденция – при порослевом культивировании ее концентрация снизилась в 2 раза. Для культуры и сорта характерно высокое количество магния и кальция в листовой массе не зависимо от способа его возделывания, до 3,3 раза превышающее суточную потребность человека. **Научная новизна.** Отличительная особенность данной культуры и сорта – высокое содержание марганца (20,2 мг/кг) в сравнении с другими многолетними культурами, произрастающими на данном участке (*Helichrysum*, *Lavandula*, *Elsholtzia*).

**Ключевые слова:** мирт, сорт Южнобережный, порослевая культура, многолетняя культура, эфирное масло, калий, магний, кальций, железо, марганец, нормы суточного потребления.

**Для цитирования:** Логвиненко Л. А., Дунаевская Е. В. Содержание биологически активных веществ в листьях *Myrtus Communis* L. в условиях южного берега Крыма // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 60–68. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-60-68.

**Дата поступления статьи:** 24.09.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

*Myrtus communis* L. является широко распространенным представителем Средиземноморья. Листья этого растения имеют интенсивный ароматный запах, обусловленный наличием эфирного масла. С древнейших времен и до настоящего времени мирт обыкновенный используется с лечебной целью и как пряность. Так, в Италии он является традиционной приправой к мясу и соусам. Установлено, что его листья улучшают пищеварение, обладая антибиотическим и фитонцидным действием [1, с. 82–87; 2, с. 7–11]. Расширение ассортимента растений, используемых в приготовлении пищи в форме специй, БАД, чаев, создает альтернативу медикаментозной терапии [3, с. 1615–1621; 4, с. 263–271].

В Никитском ботаническом саду, где данная культура изучается как эфиромасличное и лекарственное растение, установлено, что надземная масса мирта обладает широким спектром биологически активных веществ с высокой физиологической активностью. Выявлено, что в листьях мирта содержатся эфирные масла, а также соединения, относящиеся к классу фенол кислот, полифенолов и дубильных веществ [5, с. 124–128; 6, с. 16–24]. Эфирное масло обладает как лечебными, так и ароматическими свойствами, которые в значительной степени зависят от класса летучих соединений, входящих в его состав. Настойка (спиртовой экстракт), приготовленная из листьев мирта, отнесена к новому антибактериальному, противовоспалительному и тонизирующему средству [2, с. 7–11].

Изучен минеральный состав различных органов растения по основным фазам его развития [7, с. 395–402]. Создан сорт Южнобережный, который отвечает требованиям производственных насаждений, что позволит заниматься промышленным возделыванием мирта на территории России. Изучены различные формы его культивирования – многолетнее и порослевое. Установлено, что порослевое выращивание этого растения обеспечивает наиболее благоприятные условия развития культуры, что способствует увеличению интенсивности побегообразования в 2,6 раза, а урожайности листовой массы – на 37 % [8, с. 13–19].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Полевые опыты и лабораторные анализы проведены в период с 2015 по 2018 годы.

Объект исследования – сорт мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.) Южнобережный, рекомендованный для выращивания в условиях Южного берега Крыма (ЮБК). Образцы сырья в порослевой культуре представлены однолетними листьями, в многолетней – всей совокупностью листьев, характерных для вечнозеленых кустарников.

Никитский ботанический сад расположен на ЮБК и находится в климатической зоне сухих субтропиков средиземноморского типа. Средняя годовая температура воздуха колеблется от 12 до 15 °С, абсолютный минимум зимой составляет –7 ... –10 °С, максимум летом достигает от +36 до +38 °С. Количество осадков с преобладанием в осенне-зимний период не превышает 560 мм [9, с. 6–164].

Минеральный состав сырья определяли методом сухого озоления листьев, срезанных в фазе технологической зрелости [10, с. 91–94]. В полученном солянокислом растворе на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Квант 2МТ» определяли содержание семи эссенциальных элементов: в режиме эмиссии – калий, в режиме абсорбции – кальций, магний, железо, марганец, медь и цинк. Полученные данные сравнивали с утвержденными диетологией нормами суточного потребления макро- и микроэлементов, представленными от минимально необходимого (min НСПЧ) до максимально допустимого количества (max НСПЧ) [11, с. 97–111].

Компонентный состав изучали в образцах эфирного масла на хроматографе Agilent Technology 6890N с масс-спектрографическим детектором 5973N. Компоненты эфирных масел идентифицировали по результатам поиска и сравнения полученных в процессе хроматографирования масс-спектров химических веществ с данными библиотеки масс-спектров NIST02 (более 174 000 веществ) [12, с. 439–472].

#### Результаты (Results)

Сорт мирта обыкновенного Южнобережный – это вечнозеленый кустарник, который в условиях Крыма вырастает до 120–135 см и за вегетационный период формирует 15,7–17,6 продуктивных побегов. Верхушки молодого прироста имеют войлочное опушение. Листья ланцетные, кожистые, темно-зеленые, блестящие, длиной 45–49 мм, шириной 17–19 мм, листорасположение перекрестно-супротивное, по 2–3 листа в мутовке, на верхушке очередное. Цветки одиночные, пазушные, белые,

ароматные. Плод – темно-синяя ягода длиной до 12 мм и шириной до 9 мм. Период активной вегетации составляет 209 дней. Продолжительность цветения – 15–18 дней. Отличительная особенность сорта – высокая степень облиственности побегов (53,0–58,0 %), что обеспечивает превышение урожайности зеленой массы над контролем до 30 %. В условиях Крыма формируются семена, период формирования и созревания сильно растянут во времени и равнялся 95–110 дням. Свежесобранные семена не имели периода покоя и прорастали сразу после сбора со всхожестью 63 %. Спустя всего 15 дней после уборки их активность резко возросла, взойшло уже 94 % высеванных семян. Даже непродолжительный покой, обеспеченный протяженностью хранения семян до 1 месяца, способствовал активизации физиологического механизма прорастания. Биологическая долговечность семян равна 17 месяцам. Урожайность семян мирта с 1 куста составила в среднем 1115 г, а количество плодов – 2593–2608 шт/куст. Наиболее выполненные и качественные семена получают в плодах среднего размера, имея всхожесть 91,0 %, энергию прорастания 74,0 %, максимальную массу 1000 семян, равную 8,20 г. Семена мирта, полученные в условиях Крыма, перед хранением не требуют очистки от околоплодника.

Эфиромасличным сырьем для парфюмерно-косметической, фармацевтической и пищевой промышленности являются листья, собранные в третьей декаде ноября, которые отличаются не только повышенным содержанием эфирного масла, но и компонентным составом [6, с. 16–24; 8, с. 13–19]. Сорт Южнобережный обладает стабильностью биохимического состава получаемого эфирного масла независимо от способа его культивирования. Из 39 идентифицированных компонентов 9 определяют его основные биохимические свойства, а 30 содержатся в количестве менее 1 % как при многолетнем культивировании, так и при порослевом. Доминирующим компонентом масла является миртенилацетат (27 %), и его содержание на 3,0 % выше при порослевой форме выращивания. Общее количество ценных компонентов, таких как миртенилацетат, геранилацетат, линалилацетат, лимонен, линалоол и 1,8-цинеол, в эфирном масле составляет от 71,62 до 76,17 % с максимальным значением также в порослевой форме мирта (рис. 1). Данные компоненты обладают характерным запахом, имеют высокую ароматическую ценность и относятся к четырем классам соединений: простые и сложные эфиры, монотерпены и их спирты (таблица). Особенностью эфирного масла порослевой формы является более высокое (выше на 4,75 %) накопление в нем не только основного компонента, но и всех сложных эфиров и монотерпеновых спиртов, входящих в его состав и достигающих в сумме соответственно 35,9 и 16,2 %, а также в 2,1 раза меньшее количество такого терпена, как  $\alpha$ -пинен (6,09 %), что определяет ароматические преимущества листьев мирта данного сорта, в том числе и для пищевой промышленности. Высокоактивный компонент 1,8-цинеол, имеющий главным образом фармацевтическое значение в составе масла составляет при порослевом способе культивирования 14,7 %. В многолетней культуре сорта прослеживается тенден-

ция более высоких значений по данному компоненту, превышающих на 1,3 %, что связано со степенью зрелости листа (одно-, двух- и трехлетние). Лекарственные свойства и безопасность использования растений зависят в значительной мере от способности аккумулировать в тканях макро- и микроэлементы [13, с. 103–108; 14, с. 69–73]. Они, в отличие от различных органических соединений, в организме не синтезируются, их баланс поддерживается исключительно за счет потребляемых в пищу продуктов, биологически активных добавок и приправ.

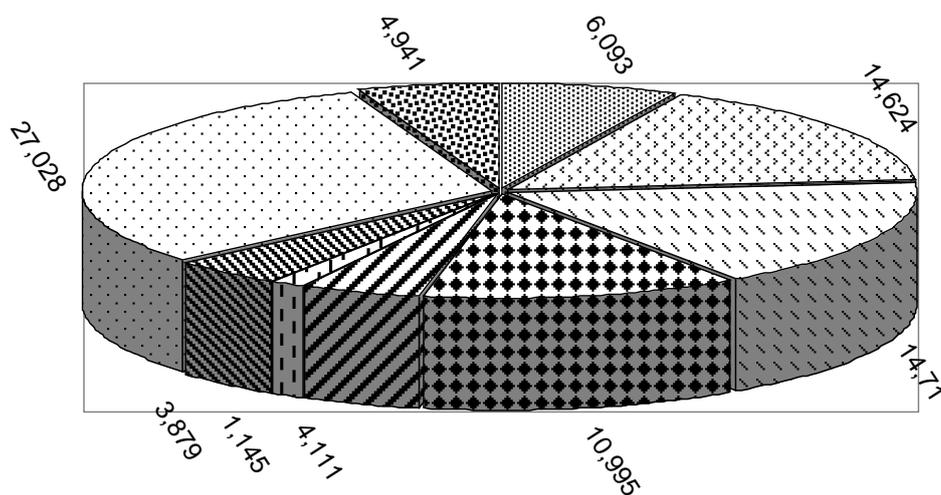
При небольших концентрациях данные элементы обладают высокой физиологической активностью, значительно влияя на здоровье. Недостаток эссенциальных макро- и микроэлементов вызывает сбои во всех биохимических реакциях организма человека и различные нарушения в работе систем и органов [11, с. 97–111].

Количественный и качественный состав семи эссенциальных макро- и микроэлементов в воздушно-сухих листьях порослевой и многолетней формы культивиро-

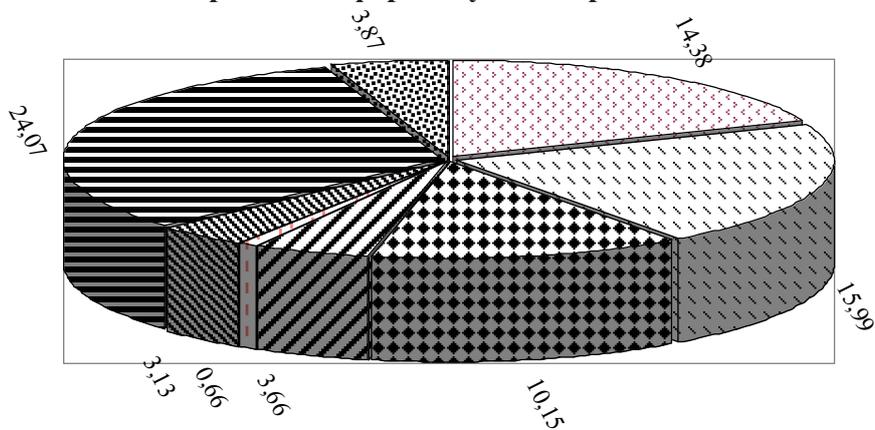
вания мирта представлен на рисунках 2 и 3. Суточная потребность человека в том или ином элементе зависит от пола, возраста и физического состояния человека. Данные приводятся по [11, с. 97–111] в мг: К min норма суточной потребности человеком (НСПЧ) – 300, max НСПЧ – 3000, Са 800 – 1600, Mg 500–750, Fe 10–20, Zn 12–20, Cu 1,00–2,00, Mn 2,00–5,00.

Установлено, что сорт Южнобережный характеризуется высоким содержанием изученных эссенциальных элементов, соответствующим или в разы превышающим максимальную норму суточной потребности человека (max НСПЧ). Вне зависимости от формы выращивания данный сорт обладает способностью накапливать в листьях значительное содержание К и Mg, превышающих соответственно в 2,8 и 3,3 раза максимальную норму суточной потребности человека. Причем содержание калия в листьях многолетней культуры на 2,8 % выше, а содержание магния в исследуемых образцах практически одинаковое (рис. 2).

**Многолетняя форма культивирования**



**Порослевая форма культивирования**



□ α-пинен	□ лимонен	□ 1,8-цинеол
■ линалоол	■ α-терпинеол	■ миртенол
■ линалилацетат	■ миртенилацетат	■ геранилацетат

Рис. 1. Массовая доля основных групп соединений эфирного масла *Myrtus communis* L. сорта Южнобережный при порослевом и многолетнем культивировании, %, 2015–2017 гг.

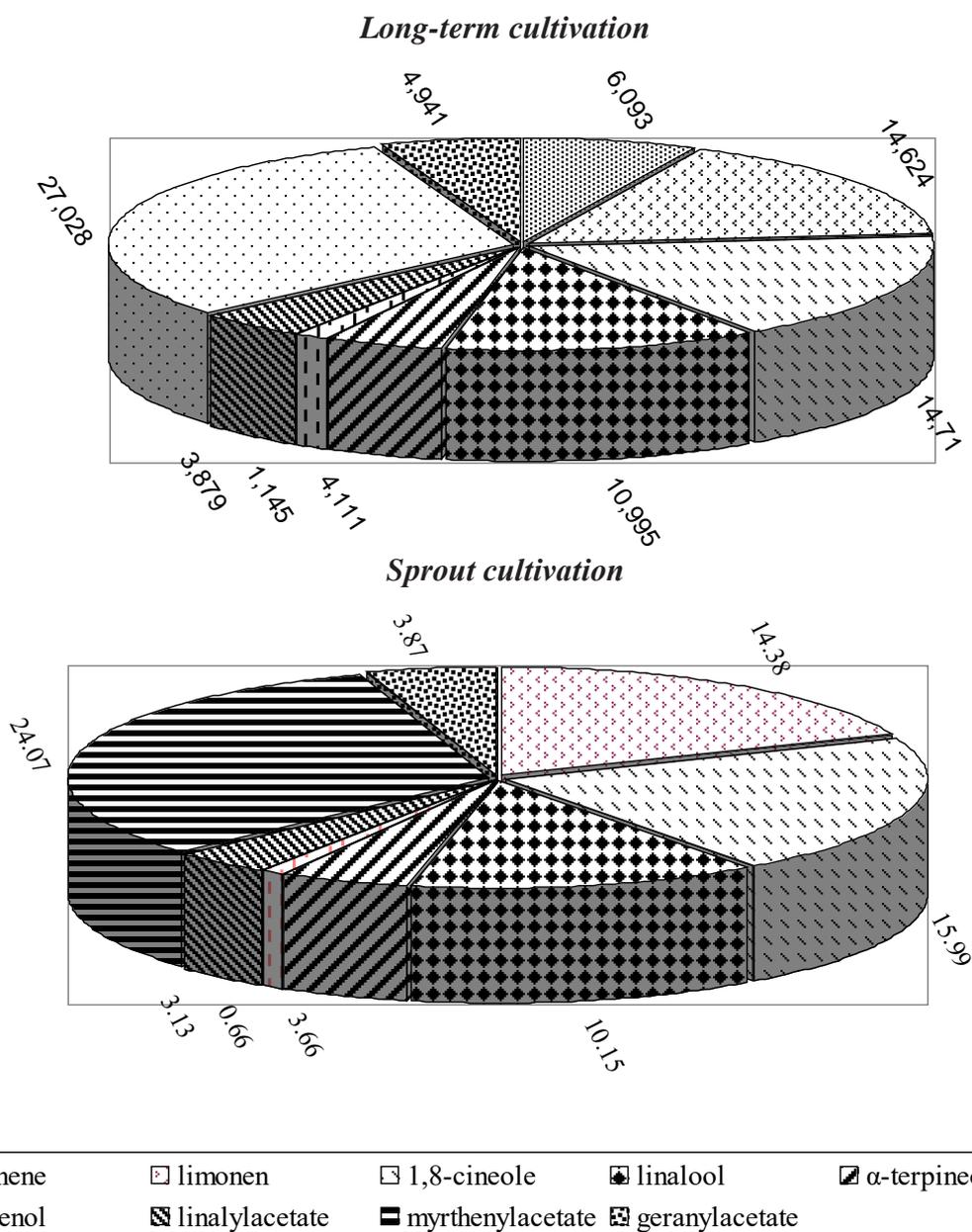


Fig. 1. Mass fraction of the main groups of compounds of the essential oil *Myrtus communis* L. of the cultivar *Yuzhnoberezhnyi* with sprout and long-term cultivation, %, 2015–2017

Таблица

**Массовая доля эфирного масла и его основных ароматических соединений в сырье сорта мирта обыкновенного Южнобережный, 2015–2017 гг.**

Компоненты	Порослевое культивирование	Многолетнее культивирование
Массовая доля эфирного масла, % от сухой массы	0,87 ± 0,02	0,60 ± 0,01
Массовая доля в эфирном масле, %:		
Терпены	20,7 ± 0,41	27,2 ± 0,54
Монотерпеновые спирты	16,2 ± 0,30	14,4 ± 0,28
Сложные эфиры	35,85 ± 0,79	31,1 ± 0,62
1,8-цинеол	14,7 ± 0,32	16,0 ± 0,37

Table

**Mass fraction of essential oil and its main aromatic compounds in the raw material of the myrtle cultivar *Yuzhnoberezhnyi*, 2015–2017**

Components	Sprout cultivation	Long-term cultivation
Mass fraction of essential oil, % of dry weight	0.87 ± 0.02	0.60 ± 0.01
Mass fraction in essential oil, %:		
Terpenes	20.7 ± 0.41	27.2 ± 0.54
Monoterpene alcohols	16.2 ± 0.30	14.4 ± 0.28
Esters	35.85 ± 0.79	31.1 ± 0.62
1,8-cineole	14.7 ± 0.32	16.0 ± 0.37

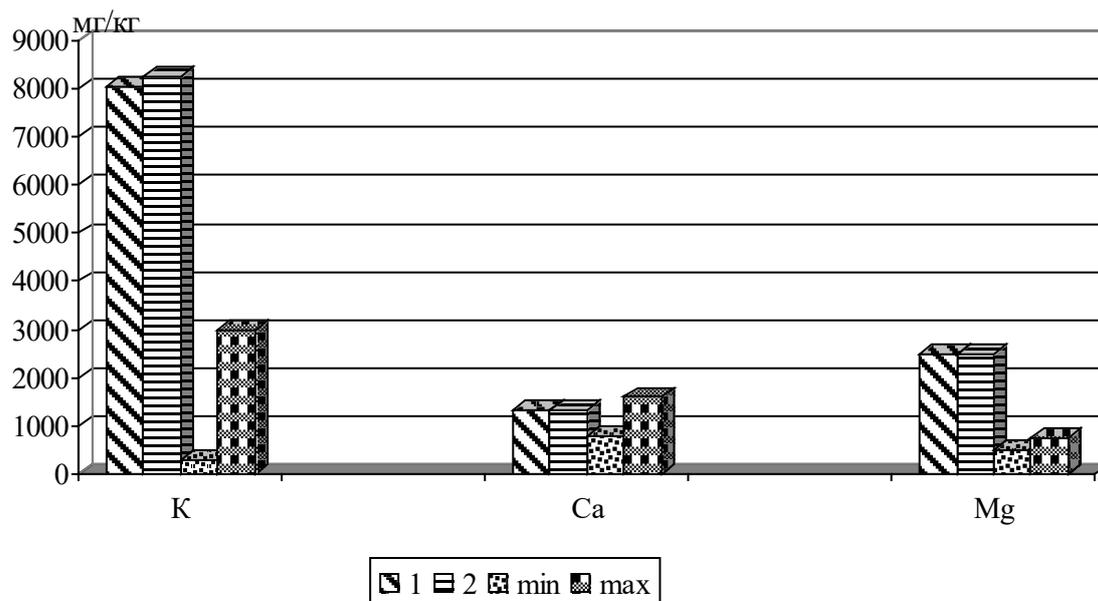


Рис. 2. Содержание калия, кальция и магния в *Myrtus communis* L. сорта Южнобережный  
1 – лист порослевой формы, 2 – многолетней культуры, min – минимальная норма суточной потребности человека (НСПЧ)  
в элементе, max – максимальная НСПЧ

Fig. 2. The content of potassium, calcium and magnesium in the technologically mature sheet *Myrtus communis* L.  
of the cultivar Yuzhnoberezhnyi

1 – leaf sprouting form, 2 – long-term culture, min – the minimum norm of the daily use rate in the element,  
max – the maximum daily use rate

Калий является одним из важнейших макроэлементов для работы сердечно-сосудистой системы, образуя совместно с натрием калий-натриевый насос. Магний улучшает кислородное обеспечение сердечной мышцы, принимает участие в регуляции нейрохимической передачи и мышечной возбудимости, нормализует состояние нервной системы [11, с. 97–111]. Уменьшение потребления магния на 100 мг в день увеличивает риск заболеваемости раком поджелудочной железы на 24 % [3, с. 1615–1621]. Вероятно, высокое содержание калия и магния в листьях мирта обуславливает кардиотонический эффект и противосудорожное действие препаратов из листьев мирта [15, с. 54–58]. Количество кальция в исследуемых образцах при различных формах культивирования находилось на одном уровне.

По содержанию железа, цинка, меди и марганца листья порослевых и многолетних растений значительно различаются. Листья мирта в фазе биологической зрелости накапливают железа более 4 max НСПЧ. При этом способ выращивания оказывает существенное влияние на накопление Fe: в листьях порослевой формы его содержание в 2,67 раза выше, чем в многолетней культуре мирта (рис. 3).

Железо – необходимый микроэлемент, играющий ключевую роль в процессах метаболизма и отвечающий за многие биохимические процессы в организме; входит в состав гемоглобина, обеспечивающего транспорт кислорода с кровью ко всем органам и тканям, поэтому при дефиците железа развивается анемия, снижается концентрация внимания и память [11, с. 97–111].

Обратная тенденция наблюдается по накоплению меди – микроэлемента, обладающего выраженным противовоспалительным действием и являющимся необхо-

димым компонентом для нормальной работы нервной и иммунной систем [11, с. 97–111]: у порослевых растений содержание данного элемента в 2 раза меньше.

Количество цинка в исследованном сырье промежуточное между минимальной и максимальной нормами суточной потребности организма (рис. 3). При этом в зрелых листьях порослевой формы Zn на 10,5 % больше, чем в листьях мирта многолетней формы выращивания. По данным литературы, при одновременном содержании в достаточных количествах Zn, Cu и Fe увеличивается фармакологическая активность лекарственного сырья, т. к. медь усиливает действие цинка и способствует усвоению железа [14, с. 69–73].

Отличительной особенностью сорта является концентрирование марганца: 19,81 мг/кг в листьях порослевой формы и 20,22 – у многолетней формы. В то же время в сырье бессмертника и лавандина, культивируемых на этом же коллекционном участке в одинаковых почвенных и микроклиматических условиях, данного микроэлемента в 2, а в сырье эльсгольции – в 3–4 раза меньше [16, с. 40–42; 17, с. 37–44; 18 с. 173–177]. Марганец – важнейший микроэлемент, входящий в состав кроветворного комплекса и благотворно влияющий на процесс кроветворения, способствующий нормализации работы центральной нервной и иммунной систем, положительно влияющий на репродуктивные функции организма [11, с. 18–111; 14, с. 69–73].

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

Благодаря уникальным погодным условиям, которые сложились на Южном берегу Крыма (зона сухих субтропиков), научные сотрудники Никитского ботанического сада имеют возможность заниматься изучением и внедрением в производство России растений Средиземноморского растительного сообщества. Разработка элементов агро-

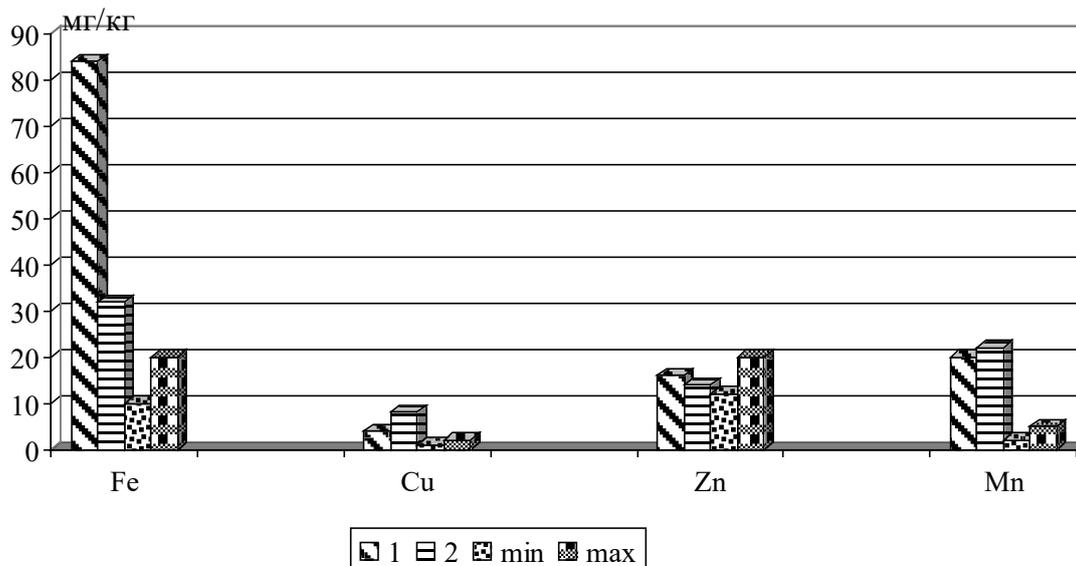


Рис. 3. Содержание железа, меди, цинка и марганца в *Myrtus communis* L. сорта Южнобережный  
1 – лист порослевой формы, 2 – многолетней культуры, min – минимальная норма суточной потребности человека (НСПЧ)  
в элементе, max – максимальная НСПЧ

Fig. 3. The content of ferrum, cuprum, zinc and manganese in the technologically mature sheet *Myrtus communis* L.  
of the cultivar Yuzhnoberezhnyi

1 – leaf sprouting form, 2 – long-term culture, min – the minimum norm of the daily use rate in the element,  
max – the maximum daily use rate

техники возделывания мирта обыкновенного показала, что данная культура с успехом может произрастать в условиях среднегодовой температуры воздуха от 12 до 15 °С, с годовым количеством осадков 560 мм, при этом период активной вегетации составляет 209 дней, а сбор урожая приходится на третью декаду ноября. В зависимости от назначения получаемого урожая листовой массы рекомендуется две формы его культивирования – порослевая и многолетняя. Впоследствии был создан сорт данной культуры Южнобережный (автор Л. А. Логвиненко), который отличается высокой степенью облиственности побегов, превышающий контроль на 30 % и отвечающий требованиям производственных насаждений. Листья мирта являются сырьем для пищевой, фармацевтической и парфюмерно-косметической промышленности, из них получают эфирное масло с определенным компонентным составом, характерным только для условий Крыма и отличающееся от масел, полученных в других странах. Для сорта Южнобережный характерно повышенное содержание эфирного масла, которое отличается стабильностью биохимического состава. Доминирующий компонент масла – миртенилацетат (27 %), а общее количество ценных компонентов достигает 76 %. Кроме этого, сорт обладает способностью накапливать в листьях эссенциальные макро- и микроэлементы. Так, содержание калия, магния, железа и марганца в разы превышает максимальную норму суточной потребности человека. Многолетняя форма культивирования мирта обыкновенного способствовала накоплению калия, марганца и меди в фазе биологической зрелости листа, а порослевая – железа и цинка. Количество магния и каль-

ция в урожае не зависело от способа произрастания культуры.

Таким образом, исследования, проведенные в почвенно-климатических условиях Южного берега Крыма, позволили провести сравнительную оценку влияния двух способов культивирования мирта обыкновенного сорта Южнобережный на компонентный состав эфирного масла, уровень урожайности листовой массы и накопление эссенциальных элементов: калия, магния, кальция, железа, цинка, меди, марганца.

1. Сорт мирта обыкновенного Южнобережный, рекомендованный для промышленного возделывания на территории Южного берега Крыма, обеспечил высокий уровень сбора эфиромасличного сырья при порослевой форме культивирования в сравнении с многолетней на 37 %. Эфирное масло, полученное от порослевых растений, отличалось повышенной концентрацией основного ароматического компонента миртенилацетата на 4,75 %.

2. Для культуры и сорта характерно высокое содержание калия, магния и кальция в листовой массе не зависимо от способа его возделывания, до 3,3 раза превышающая суточную потребность человека.

3. Способ возделывания мирта повлиял на содержание эссенциальных элементов в сырье: накоплению железа и цинка способствовала порослевая форма выращивания, а меди, марганца и калия – многолетняя.

4. Отличительная особенность данной культуры и сорта – концентрация марганца (20,2 мг/кг) в сравнении с другими многолетними культурами, произрастающими на данном участке (*Helichrysum*, *Lavandula*, *Elsholtzia*).

#### Библиографический список

1. Asgarpanah J., Ariamanesh A. Phytochemistry and pharmacological properties of *Myrtus communis* L. // Indian Journal of Traditional Knowledge. 2015. Vol. 1 (1). Pp. 82–87.

2. Голубкина Н. А., Молчанова А. В., Шевчук О. М., Логвиненко Л. А., Хлыпенко Л. А. Биохимическая характеристика перспективных лекарственных растений из коллекции Никитского ботанического сада // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2018. Т. 21. № 1. С. 7–11.
3. Dibaba D., Xun P., Yokota K., White E., He K. Magnesium intake and incidence of pancreatic cancer: the Vitamins and Lifestyle study // Br. J. Cancer. 2015. V. 113. No. 11. Pp. 1615–1621.
4. Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений. СПб., 2011. 368 с.
5. Палий А. Е., Работягов В. Д., Ежов В. Н. Терпеновые и фенольные соединения пряно-ароматических растений коллекции НБС-ННЦ (справочное пособие). Ялта, 2014. 128 с.
6. Логвиненко Л. А. Культура мирта (*Myrtus communis* L.) обыкновенного в условиях Южного берега Крыма // Аграрный Вестник Урала. 2017. № 9 (163). С. 16–24.
7. Sumbul M. A., Masif M. A. *Myrtus communis* Linn. A review // Ind. J. Nat. Prod. Res. 2011. V. 2. No. 4. Pp. 395–402.
8. Логвиненко Л. А. Особенности биологии роста и развития многолетней и порослевой формы мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.) в условиях Южного берега Крыма // Аграрный Вестник Урала. 2017. № 11 (165). С. 13–19.
9. Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П., Ильницкий О. А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. 164 с.
10. Стальная М. И. Исследование элементного состава растений // Новые технологии, 2007. № 3. С. 91–94.
11. Скальный А. В., Рудаков И. Ф. Биоэлементы в медицине. – М. : Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
12. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. New York: Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. 472 p.
13. Афанасьева Л. В. Содержание микроэлементов в ягодах *Vaccinium Vitis-Idaea* в Южном Прибайкалье // Химия растительного сырья. 2016. № 3. С. 103–108.
14. Попов А. И., Дементьев Ю. Н. Химические элементы минеральных веществ листьев голубики (*Vaccinium Uliginosum* L.) из семейства вересковые (*Ericaceae* Juss.) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 10 (120). С. 69–73.
15. Толкачева Н. В., Комаровская-Порохнявец Е. З., Новиков В. П. Сироп мирта – новый продукт профилактического действия // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2014. № 112, С. 54–58.
16. Дутова С. В. Фармакологические и фармацевтические аспекты иммуотропного действия извлечений из сырья эфиромасличных растений: автореф. дис. ... д-ра фарм. наук. Волгоград, 2016. 42 с.
17. Дунаевская Е. В., Работягов В. Д. Содержание некоторых эссенциальных элементов в сырье лавандина (*Lavandula hybrida* Rever.) коллекции Никитского ботанического сада // Бюллетень ГНБС. 2015. Вып. 115. С. 37–44.
18. Хлыпенко Л. А., Дунаевская Е. В., Орёл Т. И. Эльсгольция – ценное лекарственное растение // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: сборник научных трудов международной конференции, посвященной 85-летию ВИЛАР. Москва, 2016. С. 173–177.

**Об авторах:**

Лидия Алексеевна Логвиненко<sup>1</sup>, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-0936-1895, AuthorID 899212; 9222154970@mail.ru, +7 922 215-49-70

Елена Викторовна Дунаевская<sup>1</sup>, научный сотрудник, ORCID 0000-0003-4507-7944, AuthorID 832808; dunaevskai\_ev@mail.ru, +7 978-023-80-27

<sup>1</sup> Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Никита, Россия

## Contents of biologically active substances in the leaves of *Myrtus communis* L. under the conditions of the south Crimea

L. A. Logvinenko<sup>1</sup>✉, E. V. Dunayevskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Labor Red Banner Order Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nikita, Russia

✉E-mail: 9222154970@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the study was to study the effect of various methods of cultivating the variety of common myrtle Yuzhnoberezhny on the change in the content of macro- and microelements in raw materials, to compare the component composition of the essential oil obtained in the long-term and overgrowth form of its cultivation. *Myrtus communis* L. is a representative of the Mediterranean plant community, which since ancient times has been used for medicinal purposes and as a spicy culture. In the Nikitsky Botanical Garden – the National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, a variety of common myrtle South Coast was created. The variety is recommended for industrial cultivation on the territory of the

southern coast of Crimea. **Methods.** The mineral composition of the raw materials was determined by dry ashing of leaves cut in the phase of technological maturity. The content of seven essential elements was determined on the quantum 2MT atomic absorption spectrophotometer: potassium in the emission mode, calcium, magnesium, ferrum, manganese, cuprum and zinc in the absorption mode. The component composition was studied in samples of essential oil on an Agilent Technology 6890N chromatograph with a 5973N mass spectrograph detector. **Results.** The maximum yield of medicinal raw materials in these soil and climatic conditions was ensured sprout cultivation, in which the rate of shoot formation increased by 2.6 times, and the yield of leaf, which is the raw material for the essential oil and food industries, increased by 37 %. The method of cultivating myrtle influenced the content of essential elements in the raw materials: the growth of ferrum and zinc was facilitated by the overgrowth form of cultivation, and cuprum and manganese – by many years. The amount of ferrum in the phase of technological maturity of the leaf was 84.37 mg/kg: in leaf-growing leaves 2.67 times more than in raw materials with a long-term form of cultivation. For cuprum, the opposite tendency was obtained – during germination cultivation, its concentration decreased by 2 times. The culture and variety are characterized by a high amount of magnesium and calcium in the leaf mass, regardless of the method of cultivation, up to 3.3 times the daily requirement of a person. **Scientific novelty.** A distinctive feature of this culture and variety is its high manganese content (20.2 mg/kg) in comparison with other perennial crops growing in this area (*Helichrysum*, *Lavandula*, *Elsholtzia*).

**Keywords:** myrtle, cultivar Yuzhnoberezhnyi, sprout cultivation, long-term cultivation, essential oil, potassium, magnesium, calcium, ferrum, manganese, daily, daily use rate.

**For citation:** Logvinenko L. A., Dunayevskaya E. V. Soderzhaniye biologicheskii aktivnykh veshchestv v list'yakh *Myrtus communis* L. v usloviyakh yuzhnogo berega Kryma [Contents of biologically active substances in the leaves of *Myrtus communis* L. under the conditions of the south Crimea] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 60–68. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-60-68. (In Russian.)

**Paper submitted:** 24.09.2019.

#### References

1. Asgarpanah J., Ariamanesh A. Phytochemistry and pharmacological properties of *Myrtus communis* L. // Indian Journal of Traditional Knowledge. 2015. Vol. 1 (1). Pp. 82–87.
2. Golubkina N. A., Molchanova A. V., Shevchuk O. M., Logvinenko L. A., Khlypenko L. A. Biokhimicheskaya kharakteristika perspektivnykh lekarstvennykh rasteniy iz kolleksii Nikitskogo botanicheskogo sada [Biochemical characteristics of promising medicinal plants from the collection of the Nikitsky Botanical Gardens] // Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2018. Vol. 21. No. 1. Pp. 7–11. (In Russian.)
3. Dibaba D., Xun P., Yokota K., White E., He K. Magnesium intake and incidence of pancreatic cancer: the Vitamins and Lifestyle study // Br. J. Cancer. 2015. V. 113. No. 11. Pp. 1615–1621.
4. Bityutskiy N. P. Mikroelementy vysshikh rasteniy [Trace elements of higher plants]. Saint Petersburg, 2011. 368 p. (In Russian.)
5. Paliy A. E., Rabotyagov V. D., Ezhov V. N. Terpenovyie i fenol'nyie soyedineniya pryano-aromaticheskikh rasteniy kolleksii NBS-NNTS (spravochnoye posobiye) [Terpene and phenolic compounds of spicy-aromatic plants of the NBS-NSC collection (reference manual)]. Yalta, 2014. 128 p.
6. Logvinenko L. A. Kul'tura mirta (*Myrtus communis* L.) obyknovennogo v usloviyakh Yuzhnogo berega Kryma [Culture of myrtle (*Myrtus communis* L.) ordinary in the conditions of the southern coast of Crimea] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 9 (163). Pp. 16–24.
7. Sumbul M. A., Masif M. A. *Myrtus communis* Linn. A review // Ind. J. Nat. Prod. Res. 2011. V. 2. No. 4. Pp. 395–402.
8. Logvinenko L. A. Osobennosti biologii rosta i razvitiya mnogoletney i poroslevoy formy mirta obyknovennogo (*Myrtus communis* L.) v usloviyakh Yuzhnogo berega Kryma [Peculiarities of the growth biology and development of the perennial and coppice form of *Myrtus communis* L. in the Southern Coast of Crimea] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 11. Pp. 13–19. (In Russian.)
9. Plugatar' Yu. V., Korsakova S. P., Ilitskiy O. A. Ekologicheskii monitoring Yuzhnogo berega Kryma [Environmental monitoring of the southern coast of Crimea]. Simferopol: IT "ARIAL", 2015. 164 p. (In Russian.)
10. Stal'naya M. I. Issledovaniye elementnogo sostava rasteniy [The study of the elemental composition of plants] // New Technologies. 2007. No. 3. Pp. 91–94. (In Russian.)
11. Skal'nyy A. V., Rudakov I. F. Bioelementy v medicine [Bioelements in medicine]. Moscow: ONIX 21 century Publ.: Mir, 2004. 272 p. (In Russian.)
12. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. New York: Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. 472 p.
13. Afanas'eva L. V. Soderzhanie mikroelementov v yagodah *Vaccinium Vitis-Idaea* v Yuzhnom Pribaykal'ye [The content of microelements in the *Vaccinium Vitis-Idaea* berries in the Southern Baikal region] // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. 2016. No. 3. Pp. 103–108. (In Russian.)

14. Popov A. I., Demytyev Yu. N. Khimicheskiye elementy mineral'nykh veshchestv list'yev golubiki (*Vaccinium Uliginosum* L.) iz semeystva vereskovyye (Ericaceae Juss.) [Chemical elements of the mineral substances of blueberry leaves (*Vaccinium Uliginosum* L.) from the Heather family (Ericaceae Juss.)] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2014. No. 10. Pp. 69–73. (In Russian.)
15. Tolkacheva N. V., Komarovskaya-Porokhnyavets E. Z., Novikov V. P. Sirop mirta – novyy produkt profilakticheskogo deystviya. [Myrtle Syrup – a new product of preventive action] // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2014. No. 112. Pp. 54–58. (In Russian.)
16. Dutova S. V. Pharmacological and pharmaceutical aspects of the immunotropic effect of extracts from essential oil-bearing plants: avtoref. dis. ... d-ra farm. nauk [Pharmacological and pharmaceutical aspects of the immunotropic effect of extracts from essential oil-bearing plants: abstract of dis. ... doctor of Pharmaceutical Sciences]. Volgograd, 2016. 42 p.
17. Dunayevskaya E. V., Rabotyagov V. D. Soderzhanie nekotorykh essencial'nykh elementov v syr'e lavandina (*Lavandula hybrida* Rever.) kollektzii Nikitskogo botanicheskogo sada [The content of some essential elements in the raw material of lavender (*Lavandula hybrida* Rever.) of the Nikitsky Botanical Garden]. Byulleten' GNBS. 2015. Iss. 115. Pp. 37–44. (In Russian.)
18. Khlypenko L. A., Dunayevskaya E. V., Oryol T. I. El'sgol'tsiya – tsennoye lekarstvennoye rasteniye [Elsgol'tsiya – a valuable medicinal plant. Biological features of medicinal and aromatic plants and their role in medicine] // Biologicheskiye osobennosti lekarstvennykh i aromatischeskikh rasteniy i ikh rol' v meditsine: Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu VILAR. Moscow, 2016. Pp. 173–177. (In Russian.)

#### Authors' information:

Lidiya A. Logvinenko<sup>1</sup>, scientific researcher, ORCID 0000-0002-0936-1895, AuthorID 899212;  
9222154970@mail.ru, +7 922 215-49-70

Elena V. Dunayevskaya<sup>1</sup>, scientific researcher, ORCID 0000-0003-4507-7944, AuthorID 832808;  
dunaevskai\_ev@mail.ru, +7 978-023-80-27

<sup>1</sup> The Labor Red Banner Order Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nikita, Russia

## Возрастные особенности элементного статуса скота калмыцкой породы в условиях Якутии

И. И. Слепцов<sup>1</sup>, В. А. Мачахтырова<sup>1</sup>, Г. Н. Мачахтыров<sup>2</sup>, О. А. Завьялов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Россия

<sup>2</sup> Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова, Якутск, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

✉ E-mail: varvara-an@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследования является изучение возрастных особенностей элементного статуса крупного рогатого скота, разводимого в условиях биогеохимической провинции Республики Саха (Якутия). **Объект исследования** – тёлки калмыцкой породы в возрасте 2 и 12 месяцев, а также полновозрастные коровы. В качестве биоматериала для оценки применялась шерсть, отобранная с верхней части холки животных. **Метод исследования.** Элементный состав шерсти определяли методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП). Статистическую обработку данных осуществляли при помощи U-критерия Манна – Уитни. **Научная новизна** исследований заключается в изучении закономерностей формирования элементного статуса скота в зависимости от возраста на отдельно взятой биогеохимической провинции. **Результаты.** Установлено, что элементный состав шерсти скота калмыцкой породы имел отличия в зависимости от возраста. Так, содержание Сг в шерсти коров было в 2,1 раза ( $p < 0,05$ ) выше, чем у тёлочек 2-месячного возраста и в 1,8 раза больше, чем у 12-месячных; превосходство по Fe составило 61,3 и 44,4 % ( $p < 0,05$ ) соответственно. Концентрация хрома в шерсти полновозрастных коров больше на 46 %, чем у телят ( $p < 0,05$ ), и в 1,8 раза больше, чем у молодняка 12-месячного возраста (недостоверно), кобальта и железа – соответственно на 64 и 62 % больше, чем показатели телят ( $p < 0,05$ ), при этом достоверно уступают по концентрации цинка тёлочкам 2-месячного возраста на 26,6 % ( $p < 0,05$ ) и молодняку 12-месячного возраста на 24,4 %. В шерсти коров содержалось меньше Zn, что фиксировалось на фоне максимальных значений для токсичных Pb и Sn. **Ключевые слова:** крупный рогатый скот, коровы, элементный статус, шерсть, макро- и микроэлементы.

**Для цитирования:** Слепцов И. И., Мачахтырова В. А., Мачахтыров Г. Н., Завьялов О. А. Возрастные особенности элементного статуса скота калмыцкой породы в условиях Якутии // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 69–77. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-69-77.

**Дата поступления статьи:** 10.10.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Минеральные элементы являются важными составляющими организма животных и активными компонентами, участвующими в работе многих органов и систем [1, с. 14; 2, с. 1234; 3, с. 14]. При этом как избыточное, так и недостаточное количество макро- и микроэлементов приводит к определенным изменениям статуса минеральных веществ в различных органах и тканях организма животных, в результате влияя на уровень течения тех или иных обменных процессов, и в целом на здоровье животных [4, с. 74]. Элементный статус как совокупность признаков биохимических реакций информативен при диагностике различных систем организма животных [5, с. 2].

Для контроля уровня химических элементов в организме используют элементный анализ различных биосубстратов, в том числе кровь, молоко [6, с. 1190], копыта [7, с. 439; 8, с. 43–44], мочу и кал [9, с. 222]. Однако все перечисленные субстраты имеют различную степень информативности об уровне содержания макро- и микроэ-

лементов в организме. Так, например, наиболее часто используемый анализ элементного состава крови зачастую не соответствует минеральному профилю всего организма животных из-за того, что состав плазмы находится под контролем различных гомеостатических механизмов и при недостаточном уровне восполняется из возможностей и состояния организма. Кроме того, концентрация минералов в крови во многом зависит от полноценности питательного состава кормов и потребляемой воды, из-за чего диагностическая ценность таких аналитических результатов может отражать только кратковременные изменения в организме. Исследования последних лет показывают, что для определения элементного статуса организма анализ волос (шерсти) является более информативным и атравматичным биосубстратом, показывая реальный баланс макро- и микроэлементов в организме, так как минеральные элементы в них накапливаются месяцами и годами [10], в результате чего концентрация макро- и микроэлементов примерно в 50 раз выше, чем их

концентрация в крови и моче [11, с. 100]. В связи с этим волосы (шерсть) были предложены в качестве биосубстрата для изучения и оценки микроэлементного статуса в животноводстве, была разработана и апробирована принципиально новая методика взятия образцов шерсти крупного рогатого скота [12, с. 632; 13, с. 56–57].

Известно, что элементный статус животных отличается высокой подвижностью и определяется влиянием целого ряда факторов, в числе которых можно назвать генотип, условия биогеохимической провинции, сезона года, состав рациона и возраст. Так, Szigeti E., Káтай J., Komlósi I., Szabó C. (2015) установили значительные различия в содержании минеральных веществ в анализах шерсти у коров симментальской породы и породы шароле мясного направления продуктивности, тогда как место отбора волос не повлияло на минеральный профиль шерсти животных [14, с. 62]. Известно, что условия биогеохимической провинции также значительно влияют на минеральный статус разводимых в данном регионе животных. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B., Gehrke M. (2012, 2014) в своих исследованиях установили, что образцы шерсти коров, содержащихся в хозяйствах, находящихся в разных районах, имели существенные различия в содержании определенных элементов в шерсти [15, с. 297; 16, с. 168]. Sheshnitsan T. L., Sheshnitsan S. S., Kapitalchuk M. V. (2018) определили, что концентрация микроэлементов в шерсти сельскохозяйственных животных отражает условия биогеохимической однородности зоны разведения [17, с. 171]. Cygan-Szczegielniak D. с соавторами (2012, 2014), сравнивая образцы шерсти коров, взятых в разные сезоны года – в летнее время и зимне-весеннее время, выявили, что волосы, отобранные у коров зимой, содержали более высокую концентрацию большинства элементов, кроме Fe, чем в анализах шерсти, полученных летом, установив тем самым влияние времени года на содержание макро- и микроэлементов в шерсти коров [15, с. 297; 16, с. 168]. Также ряд авторов считает, что состав рациона и применение различных добавок для корректировки минерального состава рациона влияют на элементный состав шерсти крупного рогатого скота [18, с. 5; 19, с. 444; 20, с. 444]. Pieper L., Schmidt F., Müller A.-E., Staufenbiel R. (2017) определили, что концентрация цинка в различных биосубстратах менялась в зависимости от периода лактации, показав самый низкий уровень после лактации к моменту родов. На основе полученных результатов были предложены эталонные значения данного показателя для проб крови, мочи и шерсти в зависимости от стадии лактации [21, с. 217].

В проведенных работах Мирошников С. А. с соавторами продемонстрирована перспективность изучения элементного статуса различных половозрастных групп крупного рогатого скота для зоны Южного Урала [12, с. 635; 13, с. 56; 22, с. 97]. Однако специфика пастбищного содержания в мясном скотоводстве определяет уникальность элементного статуса на отдельных территориях. В связи с этим приобретают актуальность исследования, направленные на изучение закономерностей формирования элементного статуса организма в зависимости от возраста на отдельно взятых биогеохимических провинциях.

В настоящем исследовании представлены данные по элементному статусу крупного рогатого скота калмыцкой породы в зависимости от возраста в условиях биогеохимической провинции Республики Саха (Якутия).

Цель исследования – выявление возрастных особенностей формирования элементного статуса крупного рогатого скота калмыцкой породы в условиях Якутии.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Эксперимент выполнялся на маточном поголовье скота калмыцкой породы. Возраст животных на момент отбора образцов шерсти составлял 2 и 12 месяцев для тёлочек и 7 лет для коров.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and “The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D. C. 1996)”. При проведении исследований были предприняты все меры предосторожности, для того чтобы свести к минимуму страдания животных.

Экспериментальная часть работы выполнялась в условиях Сельскохозяйственного производственного кооператива (СХПК) «Солооьун» Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия). Формирование групп проводилось из числа клинически здоровых животных.

Для проведения исследований были сформированы три группы скота калмыцкой породы в зависимости от возраста: I группа – тёлки в возрасте 2 месяца ( $n = 12$ ), II группа – тёлки в возрасте 12 месяцев ( $n = 12$ ), III группа – коровы в возрасте 7 лет ( $n = 12$ ). Отбор проб проводился в пастбищный период (июль), с холки животных согласно ранее разработанной методике [23].

Элементный состав биосубстратов исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn) в лаборатории Общества с ограниченной ответственностью (ООО) «Микронутриенты» (г. Москва, лицензия ЛО-77-01-006064). Определение состава элементов в исследуемых пробах шерсти проводили методами масс-спектрометрии (МС-ИСП) и атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) и АЭС Optima 2000 DV и Nexion 300 D (Perkin Elmer, США).

Статистическую обработку данных осуществляли при помощи U-критерия Манна-Уитни. При статистическом анализе рассчитывали уровень значимости (P), при котором критический уровень значимости принимали меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали программу Statistica 10.0.

#### Результаты исследований (Results)

В ходе проведенных исследований и анализа полученных результатов установлено, что в оцениваемых пробах шерсти крупного рогатого скота калмыцкой породы имелись существенные различия в зависимости от возраста (таблица 1).

Так, телки I группы превосходили особей из II и III групп по содержанию натрия (Na) на 13,3 ( $p < 0,05$ ) и 81,7 % ( $p < 0,01$ ); по P на 13,1 и 36,0 % ( $p < 0,05$ ). При этом уступали животным II группы по концентрации K на 32 % ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1  
Содержание макроэлементов в шерсти исследуемых животных, мкг/г ( $M \pm m$ )

Элемент	I группа	II группа	III группа
Na	3216 ± 415	2839 ± 266*	1770 ± 239**
Ca	2213 ± 251	2603 ± 195	1711 ± 93
K	3794 ± 548	5577 ± 596*	2752 ± 278
Mg	1459 ± 183	1417 ± 197	1122 ± 153
P	285,2 ± 19,1	252,1 ± 28,8	209,7 ± 13,9*

Примечание: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$  по отношению к I группе.

Table 1  
The content of macronutrients in the wool of animals,  $\mu\text{g/g}$  ( $M \pm m$ )

Element	I group	II group	III group
Na	3216 ± 415	2839 ± 266*	1770 ± 239**
Ca	2213 ± 251	2603 ± 195	1711 ± 93
K	3794 ± 548	5577 ± 596*	2752 ± 278
Mg	1459 ± 183	1417 ± 197	1122 ± 153
P	285,2 ± 19,1	252,1 ± 28,8	209,7 ± 13,9*

Note: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$  in relation to group I.

Таблица 2  
Содержание эссенциальных микроэлементов в шерсти животных, мкг/г ( $M \pm m$ )

Элемент	I группа	II группа	III группа
Co	0,173 ± 0,029	0,219 ± 0,04	0,269 ± 0,06
Cr	1,07 ± 0,15	1,29 ± 0,18	2,32 ± 0,19*
Cu	7,96 ± 0,26	7,22 ± 0,35	7,38 ± 0,25
Fe	474,8 ± 65,2	530,4 ± 114,6	765,9 ± 99,5*
I	1,08 ± 0,270	1,04 ± 0,114	0,59 ± 0,104
Mn	12,07 ± 1,50	42,02 ± 5,66	16,27 ± 2,43
Se	0,24 ± 0,031	0,34 ± 0,024	0,28 ± 0,031
Zn	109,6 ± 5,012	107,6 ± 5,43	86,54 ± 6,33*

Примечание: \*  $p < 0,05$ .

Table 2  
The content of essential trace elements in the wool of animals,  $\mu\text{g/g}$  ( $M \pm m$ )

Element	I group	II group	III group
Co	0.173 ± 0.029	0.219 ± 0.04	0.269 ± 0.06
Cr	1.07 ± 0.15	1.29 ± 0.18	2.32 ± 0.19*
Cu	7.96 ± 0.26	7.22 ± 0.35	7.38 ± 0.25
Fe	474.8 ± 65.2	530.4 ± 114.6	765.9 ± 99.5*
I	1.08 ± 0.270	1.04 ± 0.114	0.59 ± 0.104
Mn	12.07 ± 1.50	42.02 ± 5.66	16.27 ± 2.43
Se	0.24 ± 0.031	0.34 ± 0.024	0.28 ± 0.031
Zn	109.6 ± 5.012	107.6 ± 5.43	86.54 ± 6.33*

Note: \*  $p < 0,05$ .

По содержанию кальция (Ca) в шерсти телки I группы превосходили взрослых коров на 22,6 %, но незначительно уступали годовалым телкам II группы, достоверность не выявлена. Концентрация калия (K) в шерсти телок I группы было ниже на 32 % ( $p < 0,05$ ), чем у телок II группы и на 27,5 % выше, чем у взрослых коров III группы, хотя и недостоверно. Отметим, что данный показатель у годовалых телок II группы почти в 2 раза превышал аналогичный показатель взрослых коров. Содержание магния (Mg) в I и II группах находится практически на одном уровне и выше показателя взрослых животных III группы на 23 % и 20,8 % соответственно.

Следует отметить, что содержание некоторых эссенциальных элементов в шерсти исследуемых животных имело определенную тенденцию к увеличению с возрастом (таблица 2).

В частности, содержание хрома (Cr) в шерсти коров было в 2,1 раза выше, чем у телок 2-месячного возраста ( $p < 0,05$ ) и в 1,8 раза больше, чем у 12-месячных; железа (Fe) на 61,3 и 44,4 % ( $p < 0,05$ ). В шерсти коров содержалось меньше цинка (Zn) на 21 % ( $p < 0,05$ ) и 19,6 % соответственно. Следует отметить, что если концентрация кобальта (Co), хрома (Cr) и железа (Fe) с возрастом увеличивалась, то концентрация йода (I) и цинка (Zn), наоборот, уменьшалась. А содержание меди (Cu), марганца (Mn) и селена (Se) увеличивалось или снижалось.

Содержание условно-эссенциальных микроэлементов в шерсти животных представлено в таблице 3.

Как видно из полученных результатов, взрослые животные III группы опережали представителей из I и II групп по концентрациям в шерсти никеля (Ni) в 2,9 ( $p < 0,01$ ) и 2,6 раза ( $p < 0,05$ ); кремния (Si) – в 3,2 и 2,1 раза соответственно.

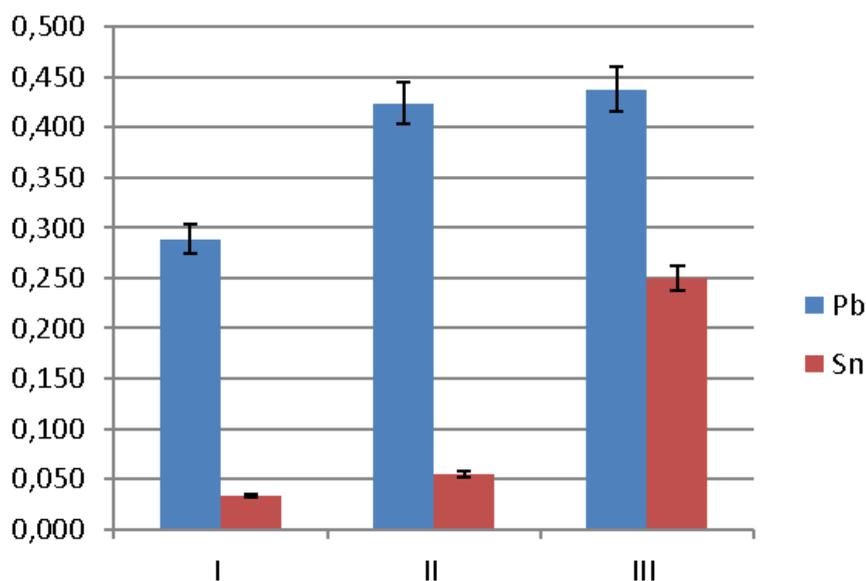


Рис. 1. Концентрация токсичных элементов Pb и Sn в зависимости от возраста животных, мкг/г  
 Fig. 1. The concentration of toxic elements Pb and Sn depending on the age of the animals, µg/g

Таблица 3  
 Содержание условно-эссенциальных микроэлементов в шерсти животных, мкг/г (M ± m)

Элемент	I группа	II группа	III группа
B	1,25 ± 0,11	2,95 ± 0,30	1,97 ± 0,215
Li	0,396 ± 0,066	0,45 ± 0,076	0,521 ± 0,083
Ni	0,943 ± 0,156	1,037 ± 0,13*	2,74 ± 1,046**
Si	94,5 ± 28,4	144,2 ± 47,9	297,8 ± 79,9*
Sr	6,07 ± 0,6	10,36 ± 0,8	9,40 ± 0,8
V	0,669 ± 0,119	0,787 ± 0,15	0,934 ± 0,168

Примечание: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01.

Table 1  
 The content of conditionally essential trace elements in animal hair, µg/g (M ± m)

Element	I group	II group	III group
B	1.25 ± 0.11	2.95 ± 0.30	1.97 ± 0.215
Li	0.396 ± 0.066	0.45 ± 0.076	0.521 ± 0.083
Ni	0.943 ± 0.156	1.037 ± 0.13*	2.74 ± 1.046**
Si	94.5 ± 28.4	144.2 ± 47.9	297.8 ± 79.9*
Sr	6.07 ± 0.6	10.36 ± 0.8	9.40 ± 0.8
V	0.669 ± 0.119	0.787 ± 0.15	0.934 ± 0.168

Note: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01.

В шерсти взрослых коров (III группа) нами фиксировались более высокие концентрации алюминия (Al), мышьяка (As), кадмия (Cd), свинца (Pb) и цинка (Sn) относительно молодых особей (рис. 1).

При этом статистически достоверные отличия (p < 0,05) были установлены по концентрациям свинца (Pb) и цинка (Sn) между животными I и II групп. Самая низкая концентрация токсичных элементов отмечена у животных I группы.

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

Полученные результаты позволили установить существенные различия элементного статуса изученных групп животных (рис. 2).

На рисунке приводится картина отклонений (%) концентрации химических макро- и микроэлементов, содержащихся в шерсти 12-месячных тёлочек и взрослых коров 7 лет, от аналогичных показателей 2-месячных тёлочек.

Как мы видим, наблюдались четко выраженные отклонения между показателями животных II и III групп в раннем постнатальном периоде от показателей I группы. При этом значительные отличия по группам отмечались в основном по одним и тем же элементам, что указывает на обусловленную изменчивость уровня концентраций макро- и микроэлементов в шерсти крупного рогатого скота калмыцкой породы в зависимости от возраста. Так, по концентрации макроэлементов фосфора (P), калия (K), натрия (Na) тёлки, как в 2-, так и в 12-месячном возрасте превосходили показатели взрослых коров, что подтверждается результатами ранее проведенных исследований [24, с. 12]. Можно предположить, что это связано со значительно более высоким уровнем обменных процессов указанных элементов в организме интенсивно растущего молодняка, особенно в 10–12-месячном возрасте.

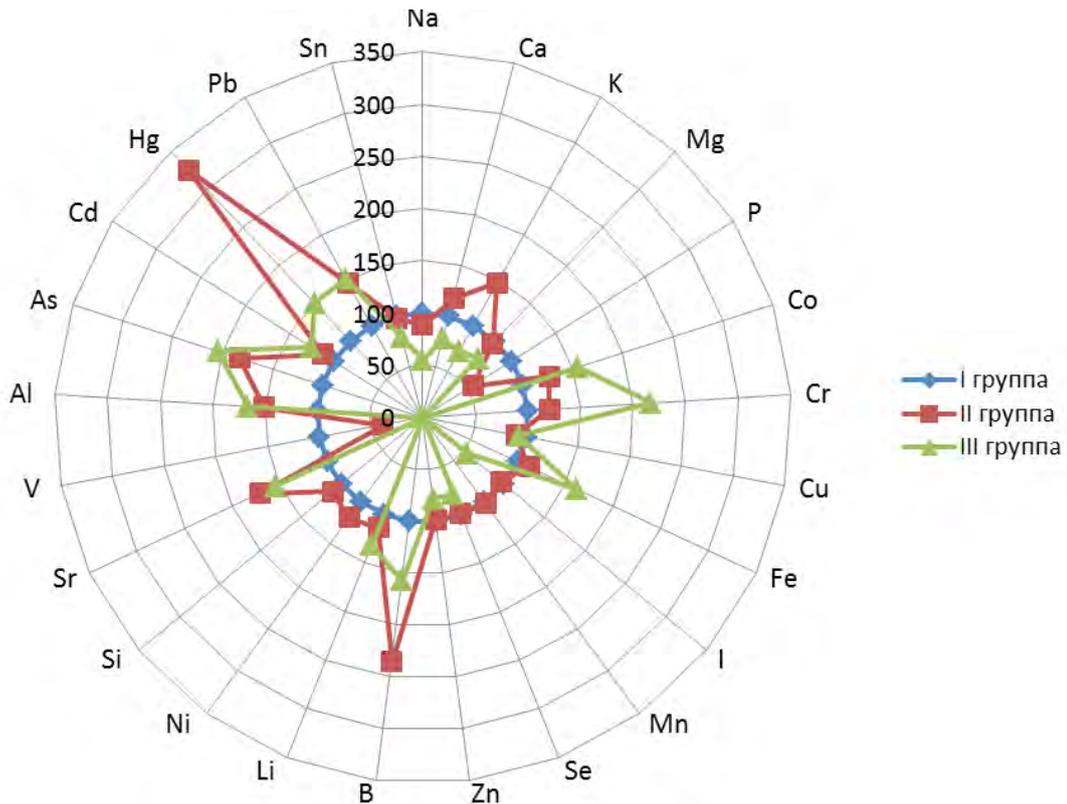


Рис. 2. Межгрупповые отклонения концентраций химических элементов у животных обследованных групп, %

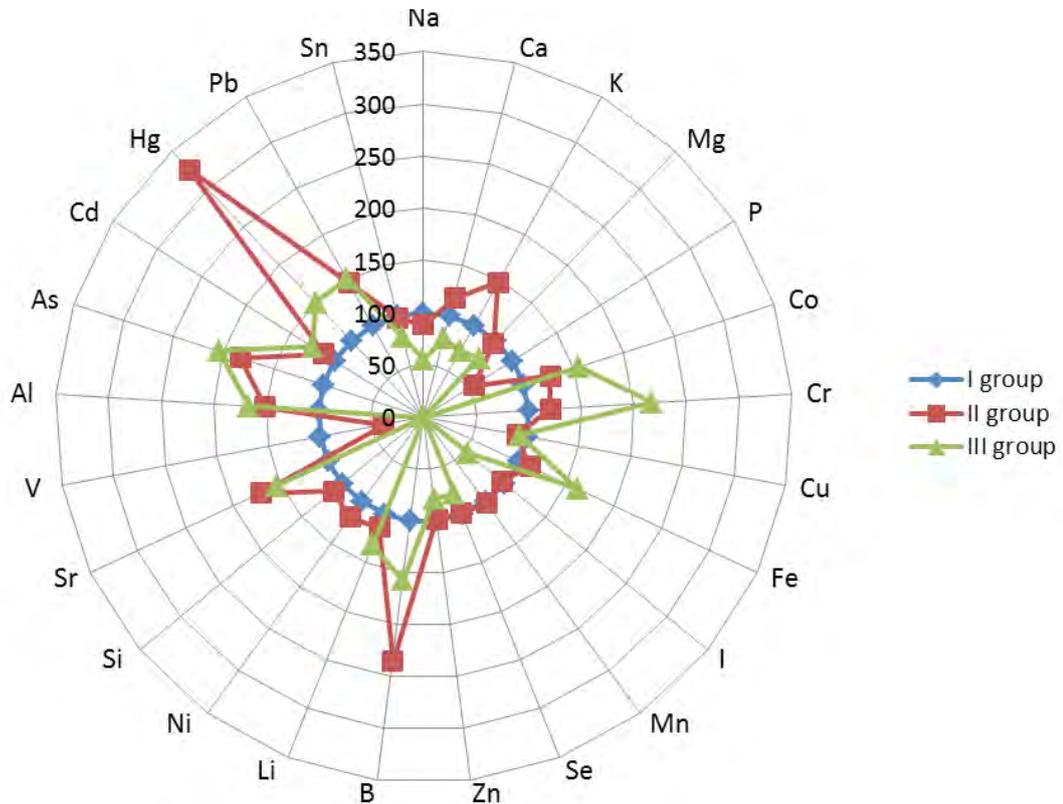


Fig. 2. Intergroup deviations of the concentration of chemical elements in the studied groups, %

Обнаруженное в нашем эксперименте увеличение концентраций токсичных свинца (Pb) и цинка (Sn) в шерсти взрослых особей относительно молодых тёлков I и II групп могло возникнуть вследствие внешнего воздействия и накопления металлов в матрице волос взрослых

коров. Это в целом согласуется с проведенными ранее исследованиями, которые продемонстрировали значительное повышение концентраций тяжелых металлов с возрастом у жителей крупных мегаполисов [25, с. 442] и у диких животных [26, с. 191].

В шерсти коров содержалось меньше цинка (Zn) чем у молодняка I и II групп. Известно, что цинк играет важную роль во многих функциях организма, включая фертильность [21, с. 213]. Следует отметить, что данные по возрастной динамике цинка в научной литературе весьма разнообразны и противоречивы [25, с. 442; 27, с. 135]. В рамках нашего эксперимента подобное явление могло быть следствием увеличивающегося давления обменного пула его антагониста – свинца (Pb) (рис. 1) [27, с. 157].

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что элементный статус крупного рогатого скота калмыцкой породы имеет существенные отличия в зависимости от возраста, при этом различия относятся в основном к одним и тем же элементам. Так,

по мере взросления происходит накопление хрома (Cr) и железа (Fe), а также токсичных металлов – свинца (Pb) и цинка (Sn), при этом давление обменного пула последних на метаболизм их антагониста – цинка (Zn) – может быть сопряжено с достоверным снижением его уровня в организме взрослых особей, и, снижение таких элементов как натрия (Na) и фосфора (P).

Более широкие исследования минерального состава шерсти крупного рогатого скота калмыцкой породы могут быть полезны для установления средних значений нормы для некоторых элементов и могут внести вклад в изучение закономерностей формирования элементного статуса в организме животных в зависимости от возраста.

#### Библиографический список

1. Луговая Е. А., Степанова Е. М., Горбачев А. Л. Подходы к оценке элементного статуса организма человека // Микроэлементы в медицине. 2015. № 16 (2). С. 10–17.
2. Калашников В. В. [и др.] Содержание макро- и микроэлементов в конском волосе как характеристика элементного статуса лошадей заводских и локальных пород в разных регионах России // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1234–1243.
3. Скальный А. В. [и др.] Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации // Экология человека. 2014. № 09. С. 14–17.
4. Долгая М. Н., Шаповалов С. О., Канахович Н. Ф. Физиология, потребление, ретенция и экскреция эссенциальных микроэлементов в живых организмах // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. Одесса, 2014. С. 71–77.
5. Мирошников С. А., Болодурина И. П., Арапова О. С. Закономерности формирования элементного состава биосубстратов человека и животных как основа технологии оценки и коррекции элементозов [Электронный ресурс] // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН: электронный журнал. 2014. № 4. С. 1–11. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-4> (дата обращения: 24.08.2018).
6. Wang H., Liu Z., Liu Y., Qi Z., Wang S., Liu S., Dong S., Xia X., Li S. Levels of Cu, Mn, Fe and Zn in cow serum and cow milk: Relationship with trace elements contents and chemical composition in milk // Acta Scientiae Veterinariae. 2014. Vol. 42. No. 1. P. 1190.
7. Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // Journal of Veterinary Science. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
8. Zhao X.-J., Wang X.-Y., Wang J.-H., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Oxidative Stress and Imbalance of Mineral Metabolism Contribute to Lameness in Dairy Cow // Biological Trace Element Research. 2015. Vol. 164. No. 1. Pp. 43–49. DOI: 10.1007/s12011-014-0207-1.
9. Herold A., Pieper L., Müller A.-E., Staufenbiel R. Mineral concentrations in cattle in different sample media with emphasis on fecal analysis // Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. 2018. Vol. 46. No. 4. Pp. 221–228. DOI: 10.15653/TPG-180239. (In German.)
10. Мельников А. Метод доктора Скального. Что такое анализ волос и зачем его делают? [Электронный ресурс]. URL: [https://aif.ru/health/life/metod\\_doktora\\_skalnogo\\_chno\\_takoe\\_analiz\\_volos\\_i\\_zachem\\_ego\\_delayut](https://aif.ru/health/life/metod_doktora_skalnogo_chno_takoe_analiz_volos_i_zachem_ego_delayut) (дата обращения: 18.09.2019).
11. Зайцев В. А., Плешкова А. А., Бутько З. Т., Гузик Е. О., Гресь Н. А. Изучение макро- и микроэлементного состава волос у школьников г. Минска // Микроэлементы в медицине, ветеринарии, питании: перспективы сотрудничества и развития: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции. Одесса, 2014. С. 99–103.
12. Miroshnikov S. [et al.] Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Т. 14. No. 9. Pp. 632–636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636.
13. Miroshnikov S. A. [et al.] The reference intervals of hair trace element content in hereford cows and heifers (Bos taurus) // Biological Trace Element Research. 2017. Т. 180. No. 1. Pp. 56–62. DOI: 10.1007/s12011-017-0991-5.
14. Szigeti E., Kátai J., Komlósi I., Szabó C. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair // Poljo-privreda. 2015. Vol. 21. No. 1. Pp. 59–62. DOI: 10.18047/poljo.21.1.sup.13. (In Croatian.)
15. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B., Gehrke M. Content of selected mineral elements in heifer hair depending on the region and season // Medycyna Weterynaryjna. 2012. Vol. 68. No. 5. Pp. 293–298.
16. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows // Folia Biologica (Poland). 2014. Vol. 62. No. 3. Pp. 163–169. DOI: 10.3409/fb62\_3.163.

17. Sheshnitsan T. L., Sheshnitsan S. S., Kapitalchuk M. V. Contents of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of the farm animals in the lower dnieper valley // South of Russia: Ecology, Development. 2018. Vol. 13. No. 4. Pp. 166–173. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.
18. Górski K., Saba L. Assessment of manganese levels in the soil and feeds, and in the bodies of milk cows from central-eastern Poland administered a mineral compound feed // Acta Scientiae Veterinariae. 2015. Vol. 43. No.1. Pp. 1–6.
19. Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // Journal of Veterinary Science. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
20. Cope C. M., MacKenzie A. M., Wilde D., Sinclair L. A. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health // Journal of Dairy Science. 2009. Vol. 92. No. 5. Pp. 2128–2135. DOI: 10.3168/jds.2008-1232.
21. Pieper L., Schmidt F., Müller A.-E., Staufenbiel R. Zinc concentrations in different sample media from dairy cows and establishment of reference values // Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. 2017. Vol. 45. No. 4. Pp. 213–218. DOI: 10.15653/TPG-160741.
22. Мирошников С. А. [и др.] Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе // Вестник мясного скотоводства. 2015. Т. 4. № 92. С. 94–99.
23. Патент Российской Федерации № 2622719. Способ диагностики элементозов молодняка крупного рогатого скота по элементному составу шерсти [Электронный ресурс] / С. А. Мирошников [и др.]. 2015. Опубл. 19.06.2017. URL: <https://findpatent.ru/patent/262/2622719.html> (дата обращения: 15.06.2018).
24. Мирошников С. А. [и др.] Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий в организме молочного скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 9–14.
25. Skalnaya M. G., Tinkov A. A., Demidov V. A., Serebryansky E. P., Nikonorov A. A., Skalnyi A. V. Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia // Ann Hum Biol. 2015. Vol. 43. Pp. 438–444.
26. Kicińska A., Glichowska P., Mamak M. Micro- and macroelement contents in the liver of farm and wild animals and the health risks involved in liver consumption // Environmental Monitoring and Assessment. 2019. Vol. 191. No. 3. Pp. 191–132. DOI: 10.1007/s10661-019-7274-x.
27. Miroshnikov S. A., Notova S. V., Zavyalov O. A., Frolov A. N., Egiazaryan A. V. Animal elements of the animals: new technologies of diagnostics and correction. Orenburg, 2018. 246 p.

#### Об авторах:

Иван Иванович Слепцов<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, ректор, ORCID 0000-0001-8419-3986, AuthorID 437865; +7 (4112) 50-79-71, [ysaa.ykt@gmail.com](mailto:ysaa.ykt@gmail.com)

Варвара Анатольевна Мачахтырова<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент, ORCID 0000-0002-0988-0943, AuthorID 683323; +7 (4112) 50-79-71, [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

Григорий Николаевич Мачахтыров<sup>2</sup>, кандидат биологических наук, заместитель директора, ORCID 0000-0002-8328-4744, AuthorID 707021; +7 (4112) 21-55-74, [aylga@mail.ru](mailto:aylga@mail.ru)

Олег Александрович Завьялов<sup>3</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; +7 (3532) 43-46-78, [oleg-zavyalov83@mail.ru](mailto:oleg-zavyalov83@mail.ru)

<sup>1</sup> Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Россия

<sup>2</sup> Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск, Россия

<sup>3</sup> Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

## Age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed under conditions of Yakutia

I. I. Sleptsov<sup>1</sup>, V. A. Machakhtyrova<sup>1</sup>✉, G. N. Machakhtyrov<sup>2</sup>, O. A. Zavyalov<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Yakutsk Agricultural Research Institute named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia

<sup>3</sup> Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

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

**Abstract. The purpose** The purpose of the study is to investigate age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed, which is bred under conditions of biogeochemical province in the Republic of Sakha (Yakutia). **The object of study** is calves at 2 months of age (n = 7), chicks at 12 months of age (n = 7) and cows (n = 7) bred in the biogeochemical province of Yakutia. **Methods.** The elemental composition of the hair was defined by the methods of atomic emission spectrometry with inductively

coupled plasma. Statistical data processing was conducted with a usage of Mann-Whitney U-test. **The scientific novelty** of the research is to study the patterns of formation of the elemental status of livestock depending on age. **Results.** It was found that the elemental composition of the Kalmyk cattle's hair had differences depending on the age. Thus, heifers in 2 and young of 12 months of age exceeded the group of full-aged cows in the content of macronutrients in the wool: sodium by 81.6 and 60.4 % ( $p < 0.05$ ); potassium – by 38.9 % and 2 times, respectively ( $p < 0.05$ ); calcium – by 29.3 and 52.1 % ( $p < 0.05$ ); phosphorus – by 35.9 ( $p < 0.05$ ) and 20.2 %; magnesium by 30 and 26.4 % (unreliable). The concentration of chromium in the wool of full-aged cows is 46 % higher than that of calves ( $p < 0.05$ ) and 1.8 times higher than that of 12-month-old calves (unreliable).

**Keywords:** cattle, cows, hair, elemental status, macro- and microelements,

**For citation:** Sleptsov I. I., Machakhtyrova V. A., Machakhtyrov G. N., Zavyalov O. A. Vozrastnyye osobennosti elementnogo statusa skota kalmytskoy porody v usloviyakh Yakutii [Age features of elemental status for the Kalmyk cattle breed under conditions of Yakutia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 69–77. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-69-77. (In Russian.)

**Paper submitted:** 10.10.2019.

### References

- Lugovaya E. A., Stepanova E. M., Gorbachev A. L. Podkhody k otsenke elementnogo statusa organizma cheloveka [Approaches to the body element status assessment] // Trace Elements in Medicine. 2015. No. 16 (2). Pp. 10–17. (In Russian.)
- Kalashnikov V. V., Bagirov V. A., Zaitsev A. M. [et al.] Soderzhanie makro- i mikroelementov v konskom volose kak kharakteristika elementnogo statusa loshadei zavodskikh i lokal'nykh porod v raznykh regionakh Rossii [Hair macro- and microelement levels as estimates of mineral status in horses of stud and local breeds from different Russian regions] // Agricultural Biology. 2017. T. 52. No. 6. Pp. 1234–1243. (In Russian.)
- Skalny A. V. [et al.] Regional'nye osobennosti elementnogo gomeostaza kak pokazatel' ekologo-fiziologicheskoi adaptatsii [Regional features of the elemental homeostasis as an indicator of ecological and physiological adaptation] // Human Ecology. 2014. No. 09. Pp. 14–17. (In Russian.)
- Dolgaya M. N., Shapovalov S. O., Kanahovich N. F. Fiziologiya, potreblenie, retentsiya i ekskretsiya esencial'nykh mikroelementov v zhivykh organizmakh [Physiology, consumption, retention and excretion essential microelements in organisms] // Mikroelementy v medicine, veterinarii, pitanii: perspektivy sotrudnichestva i razvitiya: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Odessa, 2014. Pp. 71–77. (In Russian.)
- Miroshnikov S. A., Bolodurina I. P., Arapova O. S. Zakonomernosti formirovaniya elementnogo sostava biosubstratov cheloveka i zhivotnykh kak osnova tekhnologii otsenki i korrektsii elementozov [Formation regularities of elemental composition of human and animal bio substrates as basis for assessment and correction technology of elementosis] // Bulletin of the Orenburg Scientific Center UB RAS. 2014. No. 4. Pp. 1–11. URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2014-4> (appeal date: 24.08.2018). (In Russian.)
- Wang H., Liu Z., Liu Y., Qi Z., Wang S., Liu S., Dong S., Xia X., Li S. Levels of Cu, Mn, Fe and Zn in cow serum and cow milk: Relationship with trace elements contents and chemical composition in milk // Acta Scientiae Veterinariae. 2014. Vol. 42. No. 1. P. 1190.
- Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // Journal of Veterinary Science. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
- Zhao X.-J., Wang X.-Y., Wang J.-H., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Oxidative Stress and Imbalance of Mineral Metabolism Contribute to Lameness in Dairy Cow // Biological Trace Element Research. 2015. Vol. 164. No. 1. Pp. 43–49. DOI: 10.1007/s12011-014-0207-1.
- Herold A., Pieper L., Müller A.-E., Staufenbiel R. Mineral concentrations in cattle in different sample media with emphasis on fecal analysis // Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. 2018. Vol. 46. No. 4. Pp. 221–228. DOI: 10.15653/TPG-180239. (In German.)
- Mel'nikov A. Metod doktora Skal'nogo. Chto takoe analiz volos i zachem ego delayut? [e-resource] [Method of Dr. Skal'nyy. What is hair analysis and why is it done?]. URL: [https://aif.ru/health/life/metod\\_doktora\\_skalnogo\\_chno\\_takoe\\_analiz\\_volos\\_i\\_zachem\\_ego\\_delayut](https://aif.ru/health/life/metod_doktora_skalnogo_chno_takoe_analiz_volos_i_zachem_ego_delayut) (appeal date: 18.09.2019). (In Russian.)
- Zaytsev V. A., Pleshkova A. A., But'ko Z. T., Guzik E. O., Gres' N. A. Izuchenie makro- i mikroelementnogo sostava volos u shkol'nikov g. Minska [The study of macro- and microelement composition of hair in schoolchildren of Minsk] // Mikroelementy v medicine, veterinarii, pitanii: perspektivy sotrudnichestva i razvitiya: sbornik tezisov dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Odessa, 2014. Pp. 99–103. (In Russian.)
- Miroshnikov S. [et al.] Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. T. 14. No. 9. Pp. 632–636. DOI: 10.3923/pjn.2015.632.636.
- Miroshnikov S. A. [et al.] The reference intervals of hair trace element content in hereford cows and heifers (Bos taurus) // Biological Trace Element Research. 2017. T. 180. No. 1. Pp. 56–62. DOI: 10.1007/s12011-017-0991-5.
- Szigeti E., Kátai J., Komlósi I., Szabó C. Effect of breed and sampling place on the mineral content of cattle hair // Poljo-privreda. 2015. Vol. 21. No. 1. Pp. 59–62. DOI: 10.18047/poljo.21.1.sup.13. (In Croatian.)

15. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B., Gehrke M. Content of selected mineral elements in heifer hair depending on the region and season // *Medycyna Weterynaryjna*. 2012. Vol. 68. No. 5. Pp. 293–298.
16. Cygan-Szczegielniak D., Stanek M., Giernatowska E., Janicki B. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows // *Folia Biologica (Poland)*. 2014. Vol. 62. No. 3. Pp. 163–169. DOI: 10.3409/fb62\_3.163.
17. Sheshnitsan T. L., Sheshnitsan S. S., Kapitalchuk M. V. Contents of manganese, zinc, copper and molybdenum in the hair of the farm animals in the lower dnieper valley // *South of Russia: Ecology, Development*. 2018. Vol. 13. No. 4. Pp. 166–173. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-4-166-173.
18. Górski K., Saba L. Assessment of manganese levels in the soil and feeds, and in the bodies of milk cows from central-eastern Poland administered a mineral compound feed // *Acta Scientiae Veterinariae*. 2015. Vol. 43. No.1. Pp. 1–6.
19. Zhao X.-J., Li Z.-P., Wang J.-H., Xing X.-M., Wang Z.-Y., Wang L., Wang Z.-H. Effects of chelated Zn/Cu/Mn on redox status, immune responses and hoof health in lactating Holstein cows // *Journal of Veterinary Science*. 2015. Vol. 16. No. 4. Pp. 439–446. DOI: 10.4142/jvs.2015.16.4.439.
20. Cope C. M., MacKenzie A. M., Wilde D., Sinclair L. A. Effects of level and form of dietary zinc on dairy cow performance and health // *Journal of Dairy Science*. 2009. Vol. 92. No. 5. Pp. 2128–2135. DOI: 10.3168/jds.2008-1232.
21. Pieper L., Schmidt F., Müller A.-E., Staufienbiel R. Zinc concentrations in different sample media from dairy cows and establishment of reference values // *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere*. 2017. Vol. 45. No. 4. Pp. 213–218. DOI: 10.15653/TPG-160741.
22. Miroshnikov S. A. [et al.] Osobennosti formirovaniya elementnogo statusa krupnogo rogatogo skota v svyazi s produktivnost'yu i prinadlezhnost'yu k polovozrastnoi gruppe [Peculiarities of formation of cattle elemental composition due to efficiency and belonging to some gender and age group] // *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2015. T. 4. No. 92. Pp. 94–99. (In Russian.)
23. Patent No. 2622719 of Russian Federation. Sposob diagnostiki elementozov molodnyaka krupnogo rogatogo skota po elementnomu sostavu shersti [Method for elementosis diagnostics in young cattle based on element composition of wool] [e-resource] / Miroshnikov S. A. [et al.]. 2015. Published 19.06.2017. URL: <https://findpatent.ru/patent/262/2622719.html> (appeal date: 15.06.2018). (In Russian.)
24. Miroshnikov S. A. [et al.] Elementnyi sostav shersti kak model' dlya izucheniya mezhelemenetnykh vzaimodeistvii v organizme molochnogo skota [The elemental composition of hair as a model for the study of inter-element interactions] // *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2016. No. 4 (96). Pp. 9–14. (In Russian.)
25. Skalnaya M. G., Tinkov A. A., Demidov V. A., Serebryansky E. P., Nikonorov A. A., Skalny A. V. Age-related differences in hair trace elements: a cross-sectional study in Orenburg, Russia // *Ann Hum Biol*. 2015. Vol. 43. Pp. 438–444.
26. Kicińska A., Glichowska P., Mamak M. Micro- and macroelement contents in the liver of farm and wild animals and the health risks involved in liver consumption // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019. Vol. 191. No. 3. DOI: 10.1007/s10661-019-7274-x.
27. Miroshnikov S. A., Notova S. V., Zavyalov O. A., Frolov A. N., Egiazyryan A. V. Animal elements of the animals: new technologies of diagnostics and correction. Orenburg, 2018. 246 p.

#### Authors' information:

I. I. Sleptsov<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, rector, ORCID 0000-0001-8419-3986, AuthorID 437865

V. A. Machakhtyrova<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, associate professor, ORCID 0000-0002-0988-0943, AuthorID 683323; [varvara-an@mail.ru](mailto:varvara-an@mail.ru)

G. N. Machakhtyrov<sup>2</sup>, candidate of biological sciences, vice director, ORCID 0000-0002-8328-4744, AuthorID 707021

O. A. Zavyalov<sup>3</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher of department of technology for beef cattle breeding and beef production, ORCID 0000-0003-2033-3956, AuthorID 618390; [oleg-zavyalov83@mail.ru](mailto:oleg-zavyalov83@mail.ru)

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

<sup>2</sup> Yakutsk Agricultural Research Institute named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia

<sup>3</sup> Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

## Свойства вымени и продуктивное долголетие коров разных пород при интенсивной технологии доения

Ю. А. Степанова<sup>1</sup>✉

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

✉ E-mail: stepyuliya90@mail.ru

**Аннотация.** Цель исследований – сравнительная оценка морфологических и функциональных свойств вымени, продуктивного долголетия коров черно-пестрой и симментальской пород. **Методы.** Работа проведена на базе сельскохозяйственного предприятия Тюменской области, где применяется беспривязный способ содержания коров и добровольное доение роботом. В первой группе – коровы черно-пестрой породы, во второй – симментальской. **Результаты.** Коровы первой группы черно-пестрой породы обладали равномерно развитым выменем с индексом 45,1 % и превосходили животных второй группы симментальской породы: по обхвату на 7,2 см (5,4 %) ( $p < 0,001$ ) и ширине на 1,0 см (5,0 %) ( $p < 0,001$ ). Показатель, характеризующий емкость вымени, у животных черно-пестрой породы больше, чем у симменталов, на 295,2 см<sup>2</sup> (10,0 %) ( $p < 0,05$ ). Разница в скорости молокоотдачи коров составила 0,05 кг/мин (2,3 %) в пользу симменталов. Период производственного использования коров черно-пестрой породы длиннее данного показателя у симменталов на 0,4 лактации ( $p < 0,001$ ). Животные черно-пестрой породы за весь период использования дали молока на 2471,0 кг ( $p < 0,001$ ) больше по сравнению с животными симментальской породы. Кроме того, у черно-пестрых коров количество молочного жира и молочного белка за период жизни превышает симменталов на 86,3 и 72,3 кг ( $p < 0,001$ ). **Новизна.** При использовании разработанного способа отбора высокопродуктивных коров дает возможность получать большее количество молока от коров за сутки на 1,4 кг (6,7 %), за 305 дней – на 268,1 кг (5,4 %), за период жизни – на 1684,4 кг (9,7 %). Данный способ позволяет продлевать период хозяйственного использования молочного стада на 0,4 лактации (14,8 %).

**Ключевые слова:** морфологические свойства вымени, функциональные свойства вымени, черно-пестрая порода, симментальская порода, роботизированное доение, продуктивное долголетие коров, пожизненный удой.

**Для цитирования:** Степанова Ю. А. Свойства вымени и продуктивное долголетие коров разных пород при интенсивной технологии доения // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 78–85. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-78-85.

**Дата поступления статьи:** 11.11.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Общеизвестно, что анализ морфо-функциональных свойств молочной железы – это обязательная часть отбора крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. За период селекционного процесса животных произошли некоторые изменения свойств вымени коров. Например, при улучшении и развитии технологических приемов доения коров характеристики вымени претерпели изменения и данное направление изучено многими исследователями [1, с. 41; 2, с. 210; 3, с. 40; 4, с. 256; 5, с. 4163].

1. Сегодня в молочном скотоводстве России происходит переход на новые интенсивные технологии получения молока, в числе которых применение добровольного доения с помощью роботов. Налицо актуальность вопроса приспособленности молочной железы коров, в том числе разных пород, к использованию роботов [6, с. 10; 7, с. 1; 8, с. 378; 9, с. 31; 10, с. 57; 11, с. 153].

Не менее важными для сельскохозяйственных производителей сегодня являются изучение и оценка показателей продуктивного долголетия крупного рогатого скота при применении интенсивных технологий производства молока [12, с. 20; 13, с. 67; 14, с. 5; 15, с. 55; 16, с. 96].

Целью исследований являлась оценка свойств вымени и продуктивного долголетия коров черно-пестрой и симментальской пород при интенсивной технологии доения.

### Методология и методы исследования (Methods)

Работа проведена на базе одного из передовых сельскохозяйственных предприятий Тюменской области. Для проведения исследований методом сбалансированных групп сформированы 2 группы коров разных пород (по 24 головы в каждой группе). Первая группа – коровы черно-пестрой породы, вторая группа – симменталы молочно-мясного типа.

Животные оцениваемых групп содержались без привязи. Доение коров осуществляли роботизированной доильной установкой при одновременной фиксации результатов. Кормление коров осуществлялось в соответствии с хозяйственными рационами с учетом возраста, периода лактации, уровня продуктивности, живой массы и физиологического состояния животных.

Оценку параметров молочной железы коров осуществляли согласно методике «Оценка вымени и молокоотдачи коров молочных и молочно-мясных пород» (Латвийская сельскохозяйственная академия), молочную продуктивность животных – в соответствии с «Правилами оценки

молочной продуктивности коров молочно-мясных пород СМПплем Р23-97». Результаты исследований обработаны биометрически в программе Microsoft Excel.

### Результаты (Results)

В научно-исследовательской работе установлено (таблица 1), что промеры вымени коров черно-пестрой породы имели значения больше по сравнению с симменталами. Так, обхват вымени больше на 7,2 см (5,4 %) ( $p < 0,001$ ); глубина – на 1,2 (5,0 %); длина – на 1,9 (4,8 %); ширина – на 1,0 (5,0 %) ( $p < 0,001$ ). Самым высоко посаженным оказалось вымя у коров симментальской породы – 64,9 см от дна вымени до земли. Данный показатель превышает значения, полученные при оценке коров черно-пестрой породы, на 3,2 см (4,9 %) ( $p < 0,001$ ).

При этом показатель длины сосков (передних и задних) больше у животных черно-пестрой породы в среднем на 0,3 см (4,8 %), чем в группе симменталов.

Показатель емкости величины вымени (рис. 1) в группе коров черно-пестрой породы достаточно высок и составляет 3195,5 см<sup>2</sup>, что больше, чем в группе симменталов, на 319,1 (10,0 %) ( $p < 0,01$ ).

При оценке функциональных показателей молочной железы оцениваемых групп коров установлено (таблица 2), что за сутки от коров черно-пестрой породы получили молока больше на 1,6 кг (8,2 %) ( $p < 0,05$ ), чем от симменталов.

Животные симментальской породы выдаивались быстрее по сравнению с черно-пестрыми сверстницами на 0,9 мин. (9,8 %) ( $p < 0,001$ ).

Скорость доения, или интенсивность молокоотдачи, больше у коров-симменталов на 0,05 кг/мин (2,3 %) по сравнению с черно-пестрыми животными.

Равномерность развития долей вымени оценивается с помощью показателя индекса вымени (рис. 2). В данном случае лидируют животные черно-пестрой породы: данный показатель на 4,9 % ( $p < 0,001$ ) больше, чем у животных симментальской породы.

Коровы первой оцениваемой группы (черно-пестрая порода) превосходили животных второй группы (симментальская порода) по продолжительности жизни и сроку хозяйственного использования (таблица 3) на 0,2 года и 0,4 лактации соответственно ( $p < 0,001$ ).

Таблица 1  
Промеры вымени коров, см

Наименование показателя	Номер группы коров, порода			
	I, черно-пестрая		II, симментальская	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Обхват вымени	133,5 ± 1,2***	4,4	126,3 ± 1,3	5,1
Глубина вымени	23,9 ± 0,6	12,7	22,7 ± 0,6	12,9
Расстояние от дна вымени до земли	61,7 ± 0,8	6,4	64,9 ± 0,9**	6,7
Длина сосков:				
передних	6,5 ± 0,2	13,2	6,2 ± 0,2	13,3
задних	6,0 ± 0,2	14,7	5,7 ± 0,2	14,4
Расстояние между сосками:				
передними	12,5 ± 0,9	34,2	11,9 ± 0,8	34,4
задними	6,2 ± 0,6	45,6	5,9 ± 0,6	45,8
боковыми	10,0 ± 0,6	28,1	9,5 ± 0,5	28,2
Длина	39,8 ± 0,6*	8,0	37,9 ± 0,6	8,1
Ширина	20,1 ± 0,2***	5,6	19,1 ± 0,2	5,6
Диаметр сосков:				
передних	2,1 ± 0,0	10,4	2,2 ± 0,0	8,9
задних	2,1 ± 0,1	12,0	2,1 ± 0,0	9,7

Table 1  
Cow udder measurements, cm

Name of the indicator	Group of cows, breed			
	I, Black-Mottled		II, Simmental	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
The girth of the udder	133.5 ± 1.2***	4.4	126.3 ± 1.3	5.1
Udder depth	23.9 ± 0.6	12.7	22.7 ± 0.6	12.9
Distance from the bottom of the udder to the ground	61.7 ± 0.8	6.4	64.9 ± 0.9**	6.7
Length of nipples:				
front	6.5 ± 0.2	13.2	6.2 ± 0.2	13.3
rear	6.0 ± 0.2	14.7	5.7 ± 0.2	14.4
The distance between the nipples:				
front	12.5 ± 0.9	34.2	11.9 ± 0.8	34.4
rear	6.2 ± 0.6	45.6	5.9 ± 0.6	45.8
sides	10.0 ± 0.6	28.1	9.5 ± 0.5	28.2
Udder length	39.8 ± 0.6*	8.0	37.9 ± 0.6	8.1
Udder width	20.1 ± 0.2***	5.6	19.1 ± 0.2	5.6
The diameter of the nipple:				
front	2.1 ± 0.0	10.4	2.2 ± 0.0	8.9
rear	2.1 ± 0.1	12.0	2.1 ± 0.0	9.7

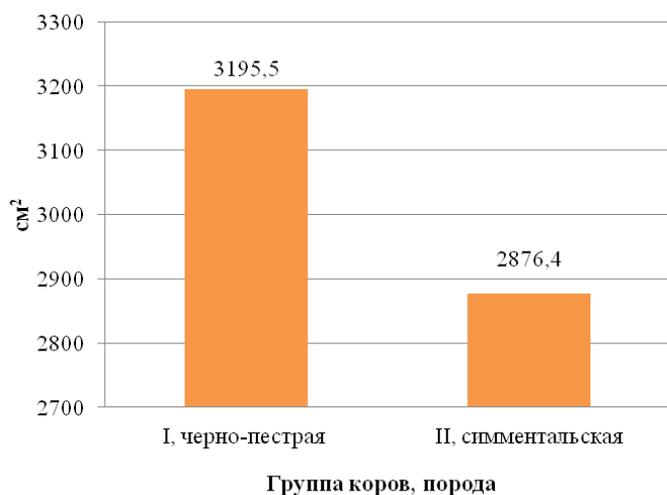


Рис. 1. Значения условной величины вымени коров, см²

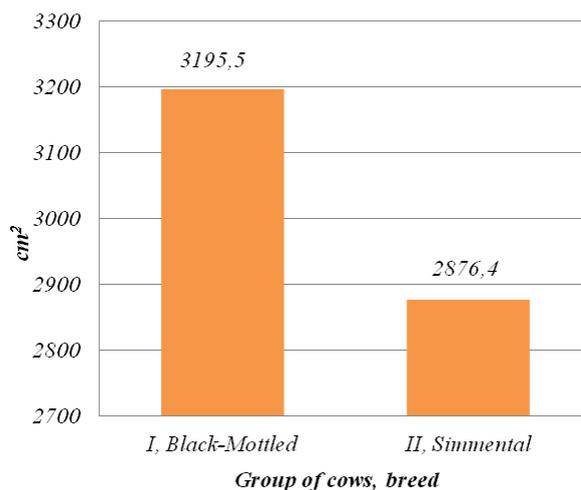


Fig. 1. Values of the conditional value of the udder of cows, cm²

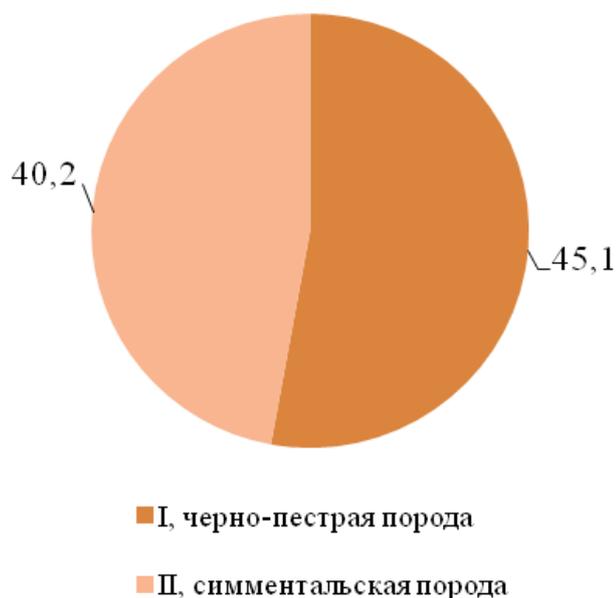


Рис. 2. Показатель равномерности развития долей вымени коров, %

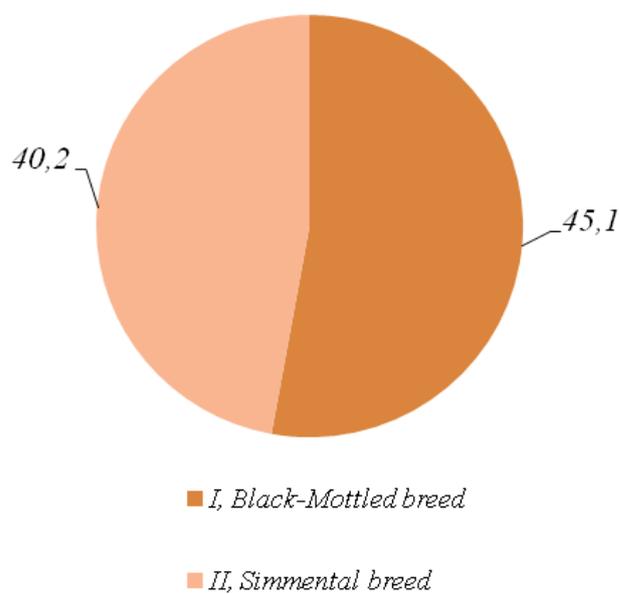


Fig. 2. The indicator of uniformity of development of udder shares of cows, %

Таблица 2  
Функциональные свойства вымени коров-первотелок

Наименование показателя	Номер группы коров, порода			
	I, черно-пестрая		II, симментальская	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Суточный удой, кг	19,4 ± 0,4*	10,3	17,8 ± 0,5	12,6
Продолжительность доения, мин.	9,2 ± 0,2***	11,1	8,3 ± 0,2	12,4
Интенсивность молокоотдачи, кг/мин	2,11 ± 0,02	5,5	2,16 ± 0,02	5,6

Table 2  
Functional properties of the udder of first-calf cows

Name of the indicator	Group of cows, breed			
	I, Black-Mottled		II, Simmental	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Daily milk yield, kg	19.4 ± 0.4*	10.3	17.8 ± 0.5	12.6
Milking time, min.	9.2 ± 0.2***	11.1	8.3 ± 0.2	12.4
The intensity of milk output, kg/min	2.11 ± 0.02	5.5	2.16 ± 0.02	5.6

Таблица 3

## Продолжительность жизни и хозяйственного использования коров

Наименование показателя	Номер группы коров, порода			
	I, черно-пестрая		II, симментальская	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Продолжительность жизни, лет	4,1 ± 0,06	17,1	3,9 ± 0,04	9,5
Период хозяйственного использования, лактаций	1,9 ± 0,06***	37,8	1,5 ± 0,03	33,1

Table 3  
Life expectancy and economic use of cows

Name of the indicator	Group of cows, breed			
	I, Black-Mottled		II, Simmental	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Life expectancy, years	4.1 ± 0.06	17.1	3.9 ± 0.04	9.5
Term of economic use, lactations	1.9 ± 0.06***	37.8	1.5 ± 0.03	33.1

Таблица 4  
Пожизненная молочная продуктивность коров

Наименование показателя	Номер группы коров, порода			
	I, черно-пестрая		II, симментальская	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
Количество молока, надоенного за период жизни, кг	13 916,0 ± 432,8***	35,02	11 445,0 ± 250,8	26,1
Массовая доля жира в молоке, %	3,57 ± 0,01	3,28	3,60 ± 0,01	2,24
Количество молочного жира, кг	498,2 ± 15,9***	36,1	411,9 ± 9,0	26,2
Массовая доля белка в молоке, %	2,97 ± 0,01	2,54	2,99 ± 0,01*	3,06
Количество молочного белка, кг	414,7 ± 13,1***	35,7	342,4 ± 7,7	27,0

Table 4  
Lifetime dairy productivity of cows

Name of the indicator	Group of cows, breed			
	I, Black-Mottled		II, Simmental	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Cv, %
The amount of milk provided during the period of life, kg	13 916.0 ± 432.8***	35.02	11 445.0 ± 250,8	26.1
Mass fraction of fat in milk, %	3.57 ± 0.01	3.28	3.60 ± 0.01	2.24
Amount of milk fat, kg	498.2 ± 15.9***	36.1	411.9 ± 9.0	26.2
Mass fraction of protein in milk, %	2.97 ± 0.01	2.54	2.99 ± 0.01*	3.06
Quantity of milk protein, kg	414.7 ± 13.1***	35.7	342.4 ± 7.7	27.0

Количество молока, полученного от коровы за период всей жизни, является значимым производственным показателем. Анализ показал (таблица 4), что от животных черно-пестрой породы за весь период их жизни получили больше молока на 2471,0 кг ( $p < 0,001$ ) по сравнению с коровами симментальской породы. В этой же группе количество молочного жира и белка за период жизни больше на 86,3 и 72,3 кг ( $p < 0,001$ ), чем у симменталов.

Как показали исследования, сочетание высоких значений емкости вымени (условной величины) и скорости молоковыведения является неотъемлемой характеристикой здоровых высокопродуктивных животных, которые приспособлены к интенсивным технологиям получения молока, и считается одним из определяющих факторов при племенном отборе стада.

Нами разработан способ отбора высокопродуктивных коров: отбор первотелок с емкостью вымени более 3000,0 см<sup>2</sup> и с показателем скорости молокоотдачи (во вто-

рой месяц раздоя первой лактации), превышающим средний показатель группы хотя бы на одну сигму ( $\sigma$ ), имеет положительный эффект (таблица 5).

При отборе высокопродуктивных животных разработанным способом при обязательном учете условной величины вымени и интенсивности молокоотдачи дает возможность повышать количество надоенного от коров молока за сутки на 1,4 кг (6,7 %), за период 305 дней – на 268,1 кг (5,4 %), за период жизни – на 1684,4 кг (9,7 %), а также продлевает период хозяйственного использования молочного стада на 0,4 лактации (14,8 %).

Данный способ, несомненно, позволяет точно без дополнительных ресурсов прогнозировать во второй месяц первой лактации будущую продуктивность молочного стада. Таким образом, появляется возможность формировать племенное ядро без привлечения ресурсо- и трудоемких способов.

Таблица 5

Результаты применения способа отбора высокопродуктивных коров

Наименование показателя	В среднем по стаду оцененных первотелок	Группа первотелок с условной величиной вымени не менее 3000 см <sup>2</sup>	Племенное ядро	Остальные сверстницы
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$			
Количество коров, голов	24	16	6	8
Условная величина вымени, см <sup>2</sup>	3 195,5 ± 94,0	3 461,1 ± 71,9	3 426,8 ± 112,6***	2 664,1 ± 67,2
Скорость молокоотдачи, кг/мин	2,11 ± 0,02	2,14 ± 0,02	2,23 ± 0,02***	2,04 ± 0,04
Количество молока, надоенного за сутки, кг	19,4 ± 0,4	19,8 ± 0,5	20,8 ± 0,5**	18,0 ± 0,7
Количество молока, надоенного за 305 дней I лактации, кг	4 658,1 ± 166,7	4 692,5 ± 207,5	4 926,2 ± 291,7	4 385,5 ± 231,1
Массовая доля жира, %	3,71 ± 0,01	3,71 ± 0,02	3,71 ± 0,03	3,72 ± 0,01
Массовая доля белка, %	3,03 ± 0,02	3,03 ± 0,02	3,07 ± 0,03	3,03 ± 0,04
Количество молока, надоенного за период жизни, кг	15 645,8 ± 765,7	15 651,8 ± 921,3	17 330,2 ± 1 651,3	15 633,9 ± 1 463,4
Срок производственного использования, лактаций	2,3 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,7 ± 0,2*	2,1 ± 0,2

Table 5

Results of the method of selection of highly productive cows

Name of the indicator	On average, the herd of first-graders evaluated	A group of heifers with a provisional value of the udder at least 3000 cm <sup>2</sup>	Tribal core	Other peers
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$			
Number of cows, heads	24	16	6	8
Conditional value of udder, cm <sup>2</sup>	3 195.5 ± 94.0	3 461.1 ± 71.9	3 426.8 ± 112.6***	2 664.1 ± 67.2
The rate of milk output, kg/min	2.11 ± 0.02	2.14 ± 0.02	2.23 ± 0.02***	2.04 ± 0.04
Quantity of milk produced per day, kg	19.4 ± 0.4	19.8 ± 0.5	20.8 ± 0.5**	18.0 ± 0.7
Quantity of milk produced in 305 days 1st lactation, kg	4 658.1 ± 166.7	4 692.5 ± 207.5	4 926.2 ± 291.7	4 385.5 ± 231.1
Mass fraction fat, %	3.71 ± 0.01	3.71 ± 0.02	3.71 ± 0.03	3.72 ± 0.01
Mass fraction protein, %	3.03 ± 0.02	3.03 ± 0.02	3.07 ± 0.03	3.03 ± 0.04
The amount of milk provided during the period of life, kg	15 645.8 ± 765.7	15 651.8 ± 921.3	17 330.2 ± 1 651.3	15 633.9 ± 1 463.4
Period of production use, lactation	2.3 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.7 ± 0.2*	2.1 ± 0.2

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

Животные черно-пестрой породы обладали равномерно развитыми молочными железами с индексом вымени 45,1 % и превосходили своих сверстниц симментальской породы: по обхвату на 7,2 см (5,4 %) (p < 0,001) и ширине на 1,0 см (5,0 %) (p < 0,001). Показатель условной величины вымени у коров черно-пестрой породы выше, чем у симменталов, на 295,2 см<sup>2</sup> (10,0 %) (p < 0,05). Разница в интенсивности молокоотдачи коров составила 0,05 кг/мин (2,3 %) в пользу животных симментальской породы.

Продолжительность жизни и срок хозяйственного использования животных черно-пестрой породы превышают данные показатели у симменталов на 0,2 года и 0,4 лактации соответственно (p < 0,001). Животные черно-пестрой

породы за весь период их жизни дали больше молока на 2471,0 кг (p < 0,001) по сравнению с симменталами. Здесь же содержание молочного жира и молочного белка за период жизни больше на 86,3 и 72,3 кг (p < 0,001), чем у коров симментальской породы.

Применение разработанного способа отбора высокопродуктивных коров с одновременным учетом емкости вымени и скорости молокоотдачи позволяет увеличивать количество молока, полученного от коров за сутки, на 1,4 кг (6,7 %), за 305 дней – на 268,1 кг (5,4 %), за период жизни – на 1684,4 кг (9,7 %), дает возможность продлевать период производственного использования молочного стада на 0,4 лактации (14,8 %).

**Библиографический список**

1. Баркова А. С. Влияние современных технологий машинного доения на состояние молочной железы коров // Ветеринария. 2018. № 6. С. 41–45. DOI: 10.30896/0042-4846.2018.21.6.41-46.
2. Васильева А. Ю. Морфофункциональные особенности вымени коров в зависимости от технологии доения // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей. Ижевск, 2018. С. 210–214.

3. Горелик О. В., Неверова О. П., Вздорнова О. А. Оценка коров разных генотипов по молочной продуктивности и пригодности к машинному доению // Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарной медицины: теория и практика: материалы национальной научной конференции Института ветеринарной медицины. Троицк, 2018. С. 40–48.
4. Муханов Н. В., Крупин А. В., Барабанов Д. В., Сафонова Н. Н. О роботизации процесса подготовки вымени коров к доению // Качественный рост российского агропромышленного комплекса: возможности, проблемы и перспективы: материалы деловой программы XXVII международной агропромышленной выставки «Агрорусь-2018». Санкт-Петербург, 2018. С. 256–258.
5. Donnik I. M., Loretts O. G., Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017. Т. 4. No. 11. Pp. 4163–4169.
6. Чеченихина О. С., Степанов А. В., Степанова Ю. А. Параметры отбора коров черно-пестрой породы при интенсивной технологии получения молока // Главный зоотехник. 2018. № 4. С. 10–17.
7. Пат. А01К67/02 РФ. Способ отбора высокопродуктивных коров / О. С. Чеченихина, А. В. Степанов, Ю. А. Степанова. № 264461 : заявлено 03.09.2016 ; опублик. 13.02.2018, Бюл. № 5 – 2 с.
8. Chechenikhina O. S., Stepanova Yu. A., Kazantseva E. S., Stepanov A. V. Stress resistance as a factor in the suitability of cattle for robotic milking // Digital agriculture – development strategy: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019). Series “Advances in Intelligent Systems Research” 2019. Pp. 378–383. DOI: 10.2991/isp-19.2019.85.
9. Кудрин М. Р., Краснова О. А., Шкляев А. Л., Шкляев К. Л., Николаев В. А. Организация роботизированных ферм и технологические особенности при производстве молока на фермах // Аграрная Россия. 2019. № 3. С. 31–34. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-3-31-34.
10. Морозов Н. М., Хусаинов И. И., Варфоломеев А. С. Эффективность применения робототехнических систем в животноводстве // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 1 (33). С. 57–62.
11. Панин В. А., Старцева Н. В. Особенности использования симментальской породы и её помесей для повышения показателей молочной продуктивности, продуктивных качеств потомства и создания стада помесных животных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (75). С. 153–157.
12. Донник И. М., Мымрин С. В. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота // Главный зоотехник. 2016. № 8. С. 20–32.
13. Чеченихина О. С., Степанова Ю. А. Причины выбытия и молочная продуктивность коров разного генотипа в зависимости от технологии доения и способа содержания // Молочнохозяйственный вестник. 2016. № 1 (21). С. 67–72.
14. Повышение продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы / О. Г. Лоретц, О. С. Чеченихина, О. А. Быкова [и др.]. Екатеринбург: Уральское аграрное издательство, 2017. 163 с.
15. Чеченихина О. С., Лоретц О. Г. Показатели продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы при привязном и беспривязном способах содержания // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 3 (31). С. 55–59. DOI: 10.31279/2222-9345-2018-7-31-55-59.
16. Шкляева А. А., Шацких Е. В. Факторы, влияющие на продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы // Молодежь и наука. 2019. № 2. С. 96.

**Об авторах:**

Юлия Александровна Степанова<sup>1</sup>, соискатель, ORCID 0000-0003-3005-8353, AuthorID 1019174; [stepyuliya90@mail.ru](mailto:stepyuliya90@mail.ru), +7 952 342-93-95

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

## Udder properties and productive longevity of cows of different breeds with intensive milking technology

Yu. A. Stepanova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University

✉E-mail: [stepyuliya90@mail.ru](mailto:stepyuliya90@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of the research is a comparative assessment of the morphological and functional properties of the udder, productive longevity of cows of Black-Mottled and Simmental breeds. **Methods.** The work was carried out on the basis of an agricultural enterprise of the Tyumen region, where a loose method of keeping cows and voluntary milking by a robot is used. In the first group – cows of Black-Mottled breed, in the second – Simmental. **Results.** Cows of the first group of the Black-Mottled breed had a uniformly developed udder with an index of 45.1 % and were superior to animals of the second group of the Simmental breed: in girth by 7.2 cm (5.4 %) ( $p < 0.001$ ) and width by 1.0 cm (5.0%) ( $p < 0.001$ ). The indicator characterizing the capacity of the udder in animals of the black-mottled breed is greater than in simmentals by 295.2 cm<sup>2</sup> (10.0 %) ( $p < 0.05$ ).

The difference in the rate of milk yield of cows was 0.05 kg / min (2.3 %) in favor of simmentals. The period of production use of Black-Mottled cows is longer than this indicator in simmentals by 0.4 lactation ( $p < 0.001$ ). Animals of the Black-Mottled breed gave 2471.0 kg ( $p < 0.001$ ) more milk over the entire period of use compared to animals of the Simmental breed. In addition, in Black-Mottled cows, the amount of milk fat and milk protein during the life period exceeds simmentals by 86.3 and 72.3 kg ( $p < 0.001$ ). **Novelty.** When using the developed method of selecting highly productive cows, it makes it possible to get more milk from cows per day by 1.4 kg (6.7 %), for 305 days – by 268.1 kg (5.4%), for the period of life – by 1684.4 kg (9.7%). This method allows you to extend the period of economic use of the dairy herd by 0.4 lactation (14.8 %).

**Keywords:** morphological properties of udder, functional properties of udder, Black-Mottled breed, Simmental breed, robotic milking, productive longevity of cows, lifetime milk yield.

**For citation:** Stepanova Yu. A. Svoystva vymeni i produktivnoye dolgoletie korov raznykh porod pri intensivnoy tekhnologii doeniya [Udder properties and productive longevity of cows of different breeds with intensive milking technology] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 78–85. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-78-85. (In Russian.)

**Paper submitted:** 11.11.2019.

### References

1. Barkova A. S. Vliyanie sovremennykh tekhnologiy mashinnogo doeniya na sostoyanie molochnoy zhelezy korov [Influence of modern technologies of machine milking on the state of the breast of cows] // Veterinary medicine. 2018. No. 6. Pp. 41–45. (In Russian.)
2. Vasilyeva A. Yu. Morfofunktsional'nye osobennosti vymeni korov v zavisimosti ot tekhnologii doeniya [Morphofunctional features of cows udder depending on milking technology: in the collection] // Nauchnyye trudy studentov Izhevskoy GSKHA: sbornik statey. Izhevsk. 2018. Pp. 210–214. (In Russian.)
3. Gorelik O. V., Neverova O. P., Vzdornova O. A. Otsenka korov raznykh genotipov po molochnoy produktivnosti i prirodnosti k mashinnomu doeniyu [Evaluation of cows of different genotypes on milk productivity and suitability for machine milking] // Aktual'nye voprosy biotekhnologii i veterinarnoy meditsiny: teoriya i praktika: materialy natsional'noy nauchnoy konferentsii Instituta veterinarnoy meditsiny. Troitsk, 2018. Pp. 40–48. (In Russian.)
4. Mukhanov N. V., Krupin A. V., Barabanov D. V., Safonova N. N. O robotizatsii protsessa podgotovki vymeni korov k doeniyu [On the robotization of the process of preparing the udder of cows for milking] // Kachestvennyy rost rossiyskogo agropromyshlennogo kompleksa: vozmozhnosti, problemy i perspektivy: materialy delovoy programmy XXVII mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki "Agrorus'-2018", 2018. Pp. 256–258. (In Russian.)
5. Donnik I. M., Lorets O. G., Shkuratova I. A., Isaeva A. G., Krivonogova A. S. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2017. T. 4. No. 11. Pp. 4163–4169.
6. Chechenikhina O. S., Stepanov A. V., Stepanova Yu. a. Parametry otbora korov cherno-pestroy porody pri intensivnoy tekhnologii polucheniya moloka [Parameters of selection of cows of Black-Mottled breed at intensive technology of receiving milk] // Glavnyy zootekhnik. 2018. No. 4. Pp. 10–17. (In Russian.)
7. Pat. RF A01K67/02. Sposob otbora vysokoproduktivnykh korov [The method of selection of highly productive cows] / O. S. Chechenikhina, A. V. Stepanov, Yu. A. Stepanova. No. 264461 : zajavleno 03.09.2016 2016 ; opubl. 13.02.2018, bul. №5. - 2 p. (In Russian.)
8. Chechenikhina O. S., Stepanova Yu. A., Kazantseva E. S., Stepanov A. V. Stress resistance as a factor in the suitability of cattle for robotic milking // Digital agriculture – development strategy: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (ISPC 2019). Series "Advances in Intelligent Systems Research" 2019. Pp. 378–383. DOI: 10.2991/ispc-19.2019.85.
9. Kudrin M. R., Krasnova O. A., Shklyayev A. L., Shklyayev K. L., Nikolayev V. A. Organizatsiya robotizirovannykh ferm i tekhnologicheskie osobennosti pri proizvodstve moloka na fermakh [Organization of robotic farms and technological features in the production of milk on farms] // Agrarnaya Rossiya. 2019. No. 3. Pp. 31–34. (In Russian.)
10. Morozov N. M., Khusainov I. I., Varfolomeyev A. S. Effektivnost' primeneniya robototekhnicheskikh sistem v zhivotnovodstve [Efficiency of application of robotic systems in animal husbandry] // Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva. 2019. No. 1 (33). Pp. 57–62. (In Russian.)
11. Panin V. A., Startseva N. V. Osobennosti ispol'zovaniya simmental'skoy porody i ee pomesey dlya povysheniya pokazateley molochnoy produktivnosti, produktivnykh kachestv potomstva i sozdaniya stada pomesnykh zhivotnykh [Features of use of Simmental breed and its crossbreeds for increase of indicators of dairy productivity, productive qualities of posterity and creation of herd of crossbreed animals] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 1 (75). Pp. 153–157. (In Russian.)
12. Donnik I. M., Mymrin S. V. Rol' geneticheskikh faktorov v povyshenii produktivnosti krupnogo rogatogo skota [The Role of genetic factors in increasing the productivity of cattle] // Glavnyy zootekhnik. 2016. No. 8. Pp. 20–32. (In Russian.)
13. Chechenikhina O. S., Stepanova Yu. a. Prichiny vybytiya i molochnaya produktivnost' korov raznogo genotipa v zavisimosti ot tekhnologii doeniya i sposoba soderzhaniya [Reasons for disposal and milk productivity of cows of different genotype

depending on milking technology and method of keeping] // *Molochnokhozyaystvennyy vestnik*. 2016. No. 1 (21). Pp. 67–72. (In Russian.)

14. Loretts O. G., Chechenikhina O. S., Bykova O. A. [et al.] Povyshenie produktivnogo dolgoletiya korov cherno-pestroy porody [Improving the productive longevity of Black-Mottled cows] // Ekaterinburg: Ural'skoe agrarnoe izdatel'stvo. 2017. 163 p. (In Russian.)

15. Chechenikhina O. S., Loretts O. G. Pokazateli produktivnogo dolgoletiya korov cherno-pestroy porody pri privyaznom i besprivyaznom sposobakh sodержaniya [Indicators of productive longevity of cows of black-and-white breed at tethered and loose ways of the contents] // *Vestnik APK Stavropol'ya*. 2018. No. 3 (31). Pp. 55–59. (In Russian.)

16. Shklyayeva A. A., Shatskikh E. V. Faktory, vliyayushchie na produktivnoe dolgoletie korov cherno-pestroy porody [Factors influencing productive longevity of cows of black-and-white breed] // *Molodezh' i nauka*. 2019. No. 2. P. 96. (In Russian.)

**Authors' information:**

Yuliya A. Stepanova<sup>1</sup>, aspirant, ORCID 0000-0003-3005-8353, AuthorID 1019174; [stepyuliya90@mail.ru](mailto:stepyuliya90@mail.ru), +7 952 342-93-95

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

## Роль интегрированных организаций молокопродуктового подкомплекса Ленинградской области в развитии сельских территорий

Х. А. Дибирова<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Северо-Западный научно-исследовательский институт экономики и организации сельского хозяйства, Пушкин, Россия

✉ E-mail: mag-dibirov@yandex.ru

**Аннотация.** Цель исследования – оценка вклада сельскохозяйственных организаций (СХО), входящих в интегрированные организации различного типа, функционирующих как часть молокопродуктового подкомплекса Ленинградской области в развитие сельских территорий. **Методы.** Проведен сравнительный анализ уровня среднемесячной заработной платы за последние 3–4 года в СХО, входящих в интегрированные формирования молочной специализации, на сельских территориях в Ленинградской области; рассмотрены показатели производительности труда как в денежном, так и натуральном выражении для определения качества условий труда и возможности расширенного производства в исследуемых организациях, а также увеличения за счет этого налоговых отчислений в местный и областной бюджет. **Результаты.** Выявлено, что исследуемые СХО, входящие в интегрированные формирования молочной специализации в Ленинградской области, оказывают преимущественно положительное влияние на развитие сельских территорий в Ленинградской области, и существует возможность дальнейшего усиления позитивного эффекта за счет их кооперации с малыми формами – К(Ф)Х и ЛПХ. За последние 4 года темпы роста оплаты труда на малых и средних СХО молочной специализации, входящих в интегрированные формирования в Ленинградской области, опережают среднеотраслевой показатель и постепенно приближаются к уровню заработной платы, выплачиваемой в более крупных хозяйствах с количеством поголовья дойного стада более 1000 голов. **Научная новизна** заключается в исследовании и опробовании теоретических выкладок ученых относительно роли и характера воздействия интегрированных формирований различного типа в молокопродуктовом подкомплексе Ленинградской области на развитие сельских территорий.

**Ключевые слова:** оплата труда в сельском хозяйстве, сельские территории, Ленинградская область, интегрированные организации, молочная специализация

**Для цитирования:** Дибирова Х. А. Роль интегрированных организаций молокопродуктового подкомплекса Ленинградской области в развитии сельских территорий // Аграрный вестник Урала. 2020. № 01 (192). С. 86–96. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-86-96.

**Дата поступления статьи:** 14.11.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Влияние агрохолдингов – интегрированных формирований вертикального типа – на развитие сельских территорий у большинства отечественных ученых, изучающих данный вопрос, вызывает неоднозначное мнение. Особенно много дискуссий возникает касательно характера и формы данного воздействия и необходимости большего взаимодействия интегрированных формирований с местным населением и муниципальными властями. В последнее время данные взаимоотношения приобретают более негативный окрас, особенно это касается крупных животноводческих холдингов, концентрирующих свои производства и фермы в южных регионах или в средней полосе нашей страны. Крупный аграрный бизнес ориентирован, прежде всего, на извлечение прибыли, а не на развитие сельских территорий, что приводит к чрезмерному использованию земельного ресурса, нарушению экологии. А также неограниченное расширение крупного бизнеса в сельской местности нарушает права населения на сохране-

ние традиционного уклада и образа жизни, монополия на ресурсы с их стороны ограничивает развитие институтов частной собственности малых, средних и семейных форм хозяйств, лишает традиционных мест работы и источников дохода сельских жителей. Как считают отечественные исследователи, разорение одного или даже десятка фермеров есть драма отдельных семей, но не драма целой территории в случае разорения крупного агрохолдинга и связанных с этим социальных и политических рисков [1]. Крупные агроформирования федерального уровня используя эффект масштаба и беспрепятственный доступ к органам управления на уровне субъектов федерации, в основном стягивают на себя большую долю льготных инвестиционных и кредитных ресурсов, захватывают лучшие земельные угодья в регионах, в целях экономии на фонде заработной платы привлекают на производство мигрантов, увольняя местных жителей с работы. Вахтовый метод работы и низкий уровень заработной платы мигрантов существенно понижают устойчивость сельскохозяйствен-

ного производства при капиталистической корпоративной модели развития аграрной сферы. Однако, с другой стороны, наиболее крупные федеральные интегрированные формирования, такие как, например, «ЭкоНива» или «Мираторг», привлекают молодых перспективных специалистов обеспечением жилья, возможностью постоянного повышения квалификации. Так, например, в холдинге «ЭкоНива» в рамках усиления кадровой политики выдаются льготные займы на покупку (строительство) жилья, предоставляются служебные квартиры, оплачивается аренда жилья. Компания помогает в оформлении документов федеральных и региональных целевых программ по улучшению жилищных условий специалистов, проживающих в сельской местности, действуют специальные программы повышения квалификации и подготовки кадров, стипендиальная программа «ЭкоНива – студент» [2]. Интегрированные формирования регионального уровня такими возможностями не обладают, однако это не означает, что они вносят меньший вклад в развитие сельских территорий, поскольку они являются налогоплательщиками муниципальных бюджетов и обеспечивают доходы и занятость для местного населения, сокращая уровень бедности.

Необходимо отметить и зарубежный опыт формирования предпринимательского потенциала среди местного сельского населения в соседней с Ленинградской областью Финляндии и активизации данной работы в рамках совместной финско-российской программы «Ладожская инициатива» и программы LEADER, созданной для развития предпринимательских инициатив в сельской местности среди местных жителей, которая действует уже достаточно давно на территории Финляндии [3]. Заслуживает внимания исследование развития сельско-городских связей в Швейцарии, где отмечается, что для создания платформы устойчивого развития необходимо усилить роль местного предпринимательства на сельских территориях, что заключается в объединении периферий и центров [4, с. 11]. В отдельных случаях фирмы, возникшие в сельских районах, эволюционировали от предприятий местного значения до компаний международного уровня, ориентированных на экспорт [5, с. 197]. Подобные предприятия затем могут служить инкубаторами для новых фирм, расположенных в сельских районах. В других случаях предприниматели мигрировали в сельские районы и транспонировали знания и навыки, полученные в городской среде, на сельские территории. Однако общей для всех предпринимателей является их способность подключаться к основным регионам и соответствующим рынкам. Российские ученые также отмечают, что эволюция предпринимательских экосистем и инициатив в сельской местности должна осуществляться на основе эндогенного подхода [6, с. 304]. С учетом опыта ЕС в России развитие сельских территорий «снизу» – путем повышения товарности личных подсобных хозяйств и увеличения доли К(Ф)Х в производстве сельскохозяйственной продукции, повышения устойчивости функционирования средних по размерам СХО – позволит перейти от неоклассической парадигмы и экзогенно-отраслевого подхода к неинституциональной парадигме развития сельских территорий, базируясь на эндогенно-территориальном подходе [7,

с. 146]. При этом необходимо сконцентрироваться на формировании на местах человеческого и социального капитала, создания партнерств и сельских «сетей», бюджетной поддержке местных инициатив, распространении различных форм диверсифицированных видов деятельности [7, с. 146]. Также многими исследователями отмечено, что для условий Северо-Запада одним из ключевых факторов, благоприятствующих созданию кооперативов в сельской местности, является наличие сильных и крупных фермерских хозяйств, которые могли бы стать базой для создания сельскохозяйственного кооператива [8, с. 135]. В противовес крупным агрохолдингам, не участвующим в развитии сельских территорий, наряду с агрохолдингами, формируемыми «снизу», инициаторами развития могут выступать сельскохозяйственные потребительские кооперативы. Эти две формы хозяйствования, зарегистрированные на месте, являются налогоплательщиками на своих территориях. Добавленная стоимость, как правило, также остается здесь, вновь создаваемые рабочие места обеспечивают рост занятости и доходов местного населения [9, с. 192].

Именно СХО наряду с К(Ф)Х и ЛПХ обеспечивают занятость местного населения, стимулируют предпринимательскую деятельность в сельской местности, оказывая мультипликативный эффект на сопутствующие отрасли экономики. Например, строительство свиноводческого комплекса ООО «Идаванг Агро» в Лужском районе активизировало локальный рынок недвижимости – аренды и продажи квартир, домов среди местного населения для работников комплекса, строительство столовой, открытие магазина, улучшение работы общественного транспорта и т. д.

В Северо-Западном регионе при исследовании модели развития на основе практических данных К(Ф)Х было выявлено, что наиболее устойчиво функционирующие К(Ф)Х в Ленинградской области размещены на сельских территориях, которые имеют уровень развития крупного сельскохозяйственного производства регионального уровня и достаточно удалены от Санкт-Петербурга, но приближены к районным центрам [10, с. 58]. Также исследователями, специализирующимися в области развития интеграции и кооперации в СЗ ФО РФ, отмечено, что конкуренция между средними по размеру СХО и К(Ф)Х, имеющими одинаковую специализацию, отходит на второй план и более весомое значение приобретает обмен опытом и знаниями, который сотрудники СХО могут дать образуемому К(Ф)Х: например, ветеринарный врач или агроном – сотрудник СХО может работать по договору подряда и с фермером – возникает новая форма синергии в виде соединения разных хозяйствующих единиц – крупнотоварного и мелкотоварного производства в сельском хозяйстве, что дает дополнительный импульс для развития последних.

Данная тенденция и анализ устойчивости развития К(Ф)Х показывают возможности для дальнейшего роста сельскохозяйственного производства у интегрированных формирований молочной специализации регионального значения, таких как «Пискаревский», «Галактика», «Лактис», функционирующих на территории Ленинградской области, которые, привлекая к сотрудничеству или при-

соединяя средние по размеру СХО, опосредованно стимулируют развитие фермерства на конкретной сельской территории. Особенностью развития сельских территорий Северо-Запада и Ленинградской области в частности является то, что регион располагается в зоне рискованного земледелия и концентрация производства молока и мяса КРС в таких объемах, как в южных регионах, невозможна из-за мелконтурности полей и недостаточности объема собственного производства зерновых культур, в результате чего взаимоотношения между интегратором (агрохолдингом – перерабатывающей организацией) и СХО приобретают более свободный характер. Развиваются и другие формы интеграции, когда несколько сельскохозяйственных предприятий, расположенных в одном районе, с одинаковой специализацией объединяются между собой для совместного использования кормоуборочной техники, профессиональных знаний ведущих специалистов, материально-технического и логистического сопровождения производственной деятельности, такие как, например АО «Пламя», АО «Большевик» и ЗАО «Черново» в Гатчинском районе Ленинградской области.

Для обеспечения молоком-сырьем независимыми переработчиками останутся только малые и средние по поголовью и объемам производства сельхозпроизводители (до 400–1500 коров), перспективы которых по привлечению инвестиций для технологической модернизации и наращиванию поголовья при существующей системе

государственной поддержки инвестиционного процесса крайне ограничены [11]. Данная тенденция только усиливается, и в последние годы интегрированное объединение «Пискаревский» активно применяет данную стратегию, оставив под полным контролем (т. е. в собственности) только несколько хозяйств и постепенно налаживая договорную-контрактную работу с небольшими СХО, численность дойного стада в которых не превышает 1500 голов. Количество поголовья в хозяйствах-поставщиках молока-сырья данного агрохолдинга в 2017 г. составило в среднем 986 коров, в данное объединение входят как средние (500–600 голов коров дойного стада) – АО «Алексино», АО «Судаково», АО «Всеволожский», АО «Большевик», АО «Раздолье», так и более крупные хозяйства (800–1500 голов коров) – АО «Пламя», АО «Петровский», АО «Первомайское», АО «Волховский», АО «Ополье», АО «Родина» [12, с. 138]. Интегрированное формирование регионального масштаба вертикального типа «Пискаревский» является основным производителем молочной продукции, конкурирующим с транснациональными компаниями на территории Ленинградской области, с исторически сформировавшимися связями с СХО молочной специализации, являющей его сырьевой базой.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Вклад СХО, входящих в интегрированное объединение «Пискаревский», в устойчивое развитие сельских территорий в Ленинградской области можно определить с

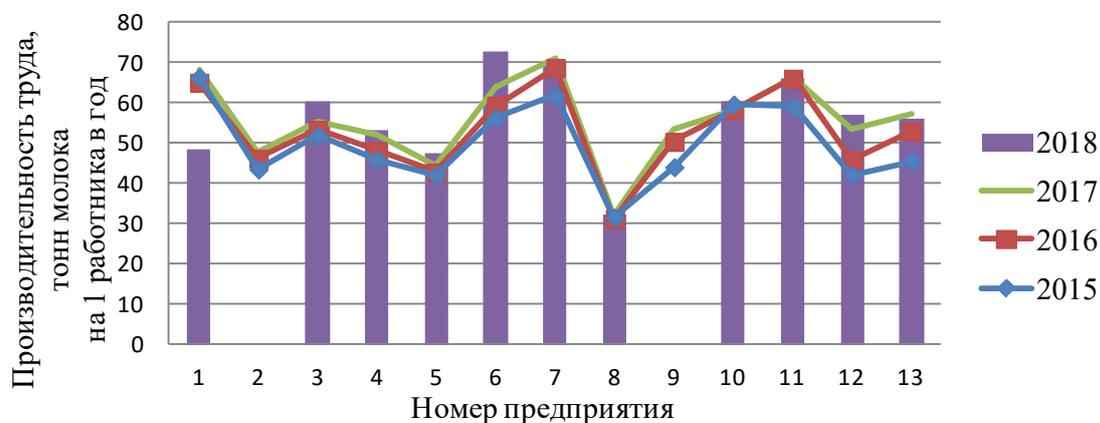


Рис. 1. Динамика производительности труда в натуральном выражении в СХО, входящих в интегрированные формирования молочной специализации, в Ленинградской области в 2015–2018 гг.

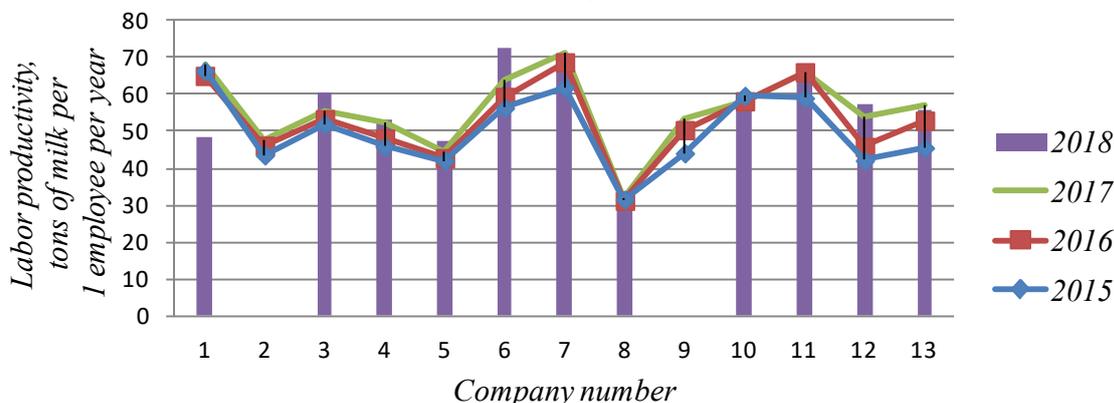


Fig. 1. Dynamics of labor productivity in physical terms in the AO included to the integrated formation of dairy specialization in the Leningrad region in 2015–2018.

помощью сравнительного анализа уровня оплаты труда – показателей среднемесячной заработной платы, производительности труда в натуральном и денежном выражении, изучив темпы прироста аналогичных показателей в среднем по району и области в целом (рис. 1).

В среднем прирост производительности труда в натуральном выражении по всем исследуемым СХО за последние четыре года составляет 4,3 % в год, однако постепенно идет тенденция замедления, темпы прироста данного показателя в денежном выражении также демонстрируют увеличение – в среднем на 9,8% (рис. 2).

По АО «Волошово», входящему в ГК «Лактис» в 2018 г. наблюдается резкий спад данного показателя, однако он вызван ростом численности работников на 33 % и открытием двух модернизированных ферм на 600 голов (таблица 1).

За анализируемый период интегрированное объединение «Пискаревский» является лидером по показателям производительности труда в денежном выражении, по показателям в натуральном выражении первое место занимает АО «Волошово» (ГК «Лактис»). СХО, входящие в объединения, продолжают совершенствовать свои фермы,

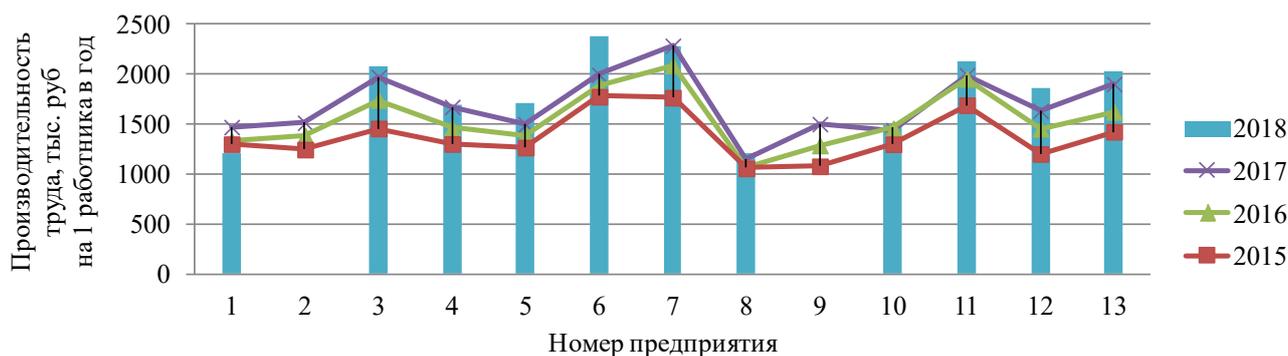


Рис. 2. Динамика производительности труда в денежном выражении в СХО, входящих в интегрированные формирования молочной специализации, в Ленинградской области в 2015–2018 гг.

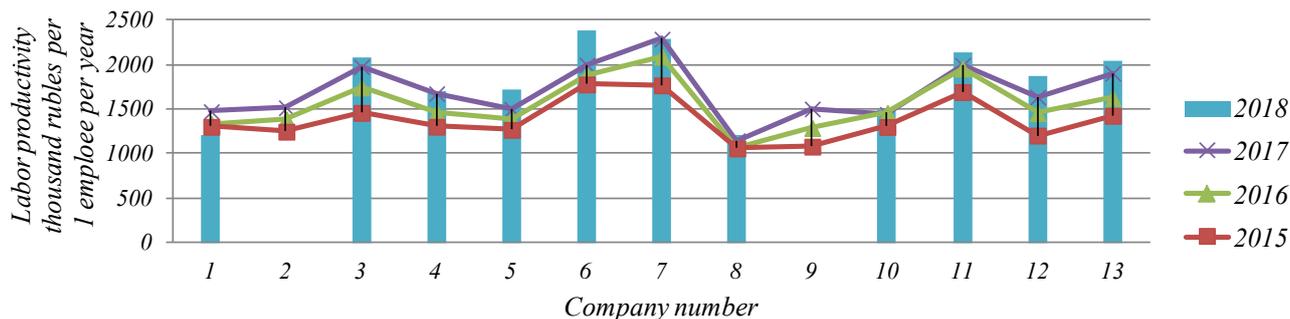


Fig. 2. Dynamics of labor productivity in monetary terms in the AO included to the integrated formation of integrated dairy specialization in the Leningrad region in 2015–2018

Таблица 1  
Производительность труда в натуральном и денежном выражении в интегрированных формированиях молочной специализации в Ленинградской области в 2015–2018 гг.

№ п/п	Наименование интегрированного объединения / наименование показателя	Производительность труда в натуральном выражении тонн на 1 работника в год	Темп прироста/снижения, %	Производительность труда в денежном выражении, тыс. руб. на 1 работника в год	Темп прироста/снижения, %
1	Пискаревский (11 СХО молочной специализации)	53,3	5,5	1 655	10,2
2	Галактика (АО Орлинское)	49,3*	10,3	1327	–1,8
3	Лактис (АО Волошово)	61,9	–8,8	1276	6

\* Данные по производительности труда в натуральном выражении приведены за трехлетний период 2015–2017 гг.

Table 1  
Labor productivity in physical and monetary terms in integrated formations of dairy specialization in the Leningrad region in 2015–2018

No.	Name of integrated Association/name indicator's	Labor productivity in physical terms tons per 1 employee per year	The rate of increase/decrease, %	Labor productivity in monetary terms, thousand rubles per 1 employee per year	The rate of increase/decrease, %
1	Piskarevskiy (11 AO of dairy specialization)	53.3	5.5	1655	10.2
2	Galaktika (JSC Orlinkoye)	49.3*	10.3	1327	–1.8
3	Laktis (JSC Voloshovo)	61.9	–8.8	1276	6

\* Data on labor productivity in physical terms are given for the three-year period 2015–2017.

закупают новое оборудование для доения и технику для заготовки кормов с целью снижения рутинности сельскохозяйственного труда и исключения влияния человеческого фактора на производительность. При этом данные предприятия продолжают сохранять численность работников: в среднем за три года темпы снижения численности среднегодовых работников на предприятиях составили менее 1 %, в то время как доля ФОТ (фонда оплаты труда) в выручке предприятий в среднем за три года сократилась на более существенные 5 % и составила от 19 до 39 %.

Исследования показывают, что, несмотря на снижение темпов прироста выручки от реализации в рассматриваемых СХО за последние 4 года, они продолжают сохранять темпы увеличения оплаты труда сотрудников (рис. 3).

Исследуемые СХО были сгруппированы в две группы – с численностью поголовья коров до 1000 голов и более 1000 – с целью сравнительного анализа темпов изменения за последние 4 года среднемесячной заработной платы.

В среднем прирост темпа оплаты труда на крупных предприятиях составил 6,4 % против 9,8 % у хозяйств с численностью дойного стада менее 1000 голов, и разрыв между показателями оплаты труда на СХО с различной концентрацией поголовья постепенно сокращается с 11 % в 2015 до 2 % в 2018 году (рис. 4).

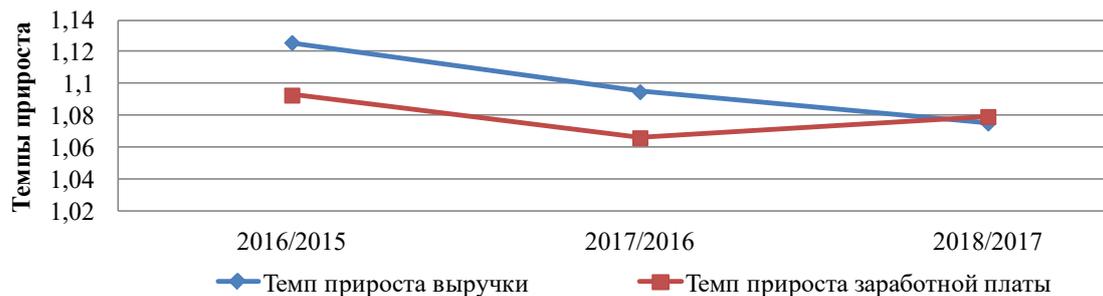


Рис. 3. Соотношение темпов прироста заработной платы и выручки в СХО, входящих в интегрированные формирования молочной специализации, в Ленинградской области за 2015–2018 гг.

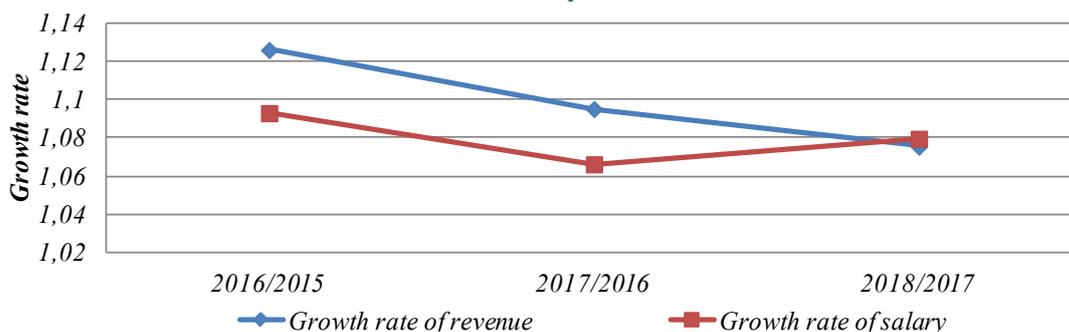


Fig. 3. The ratio of the growth rate of wages and revenues in the AO, included in the integrated formation of dairy specialization, in the Leningrad region for 2015–2018

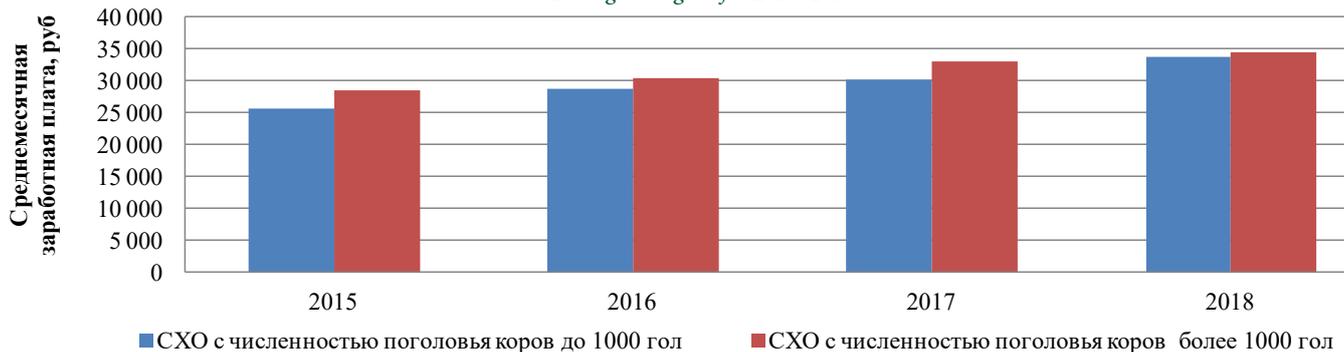


Рис. 4. Динамика изменения среднемесячной заработной платы в СХО с различной концентрацией поголовья коров в Ленинградской области в 2015–2018 гг.

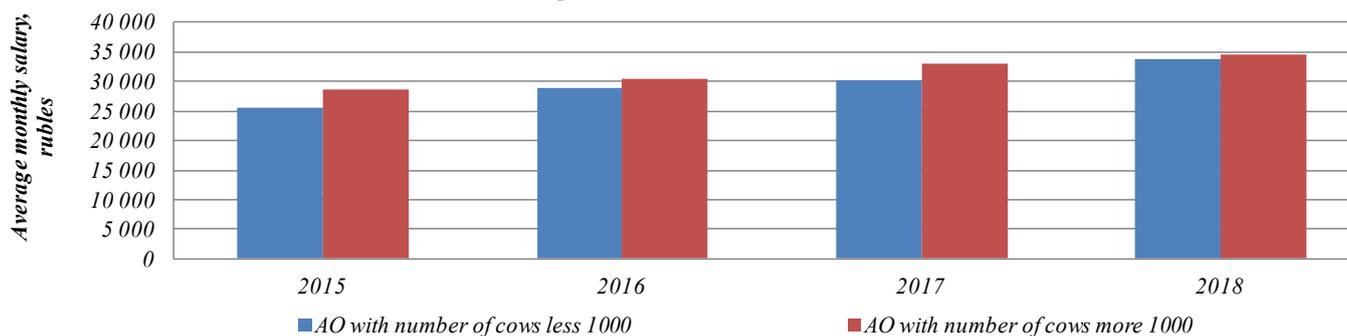


Fig. 4. Dynamics of changes in the average monthly wage in SHO with different concentrations of cows in the Leningrad region in 2015–2018

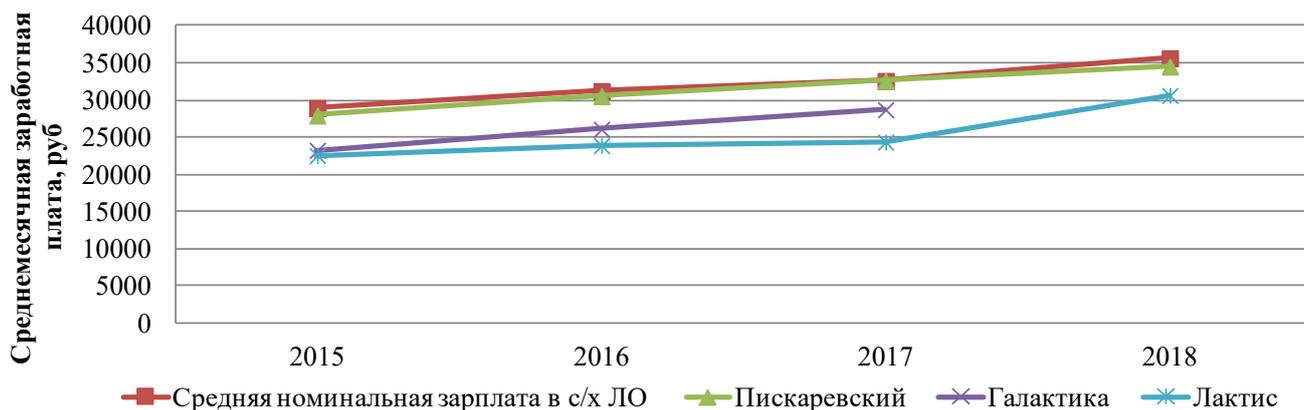


Рис. 5. Динамика среднемесячной заработной платы в интегрированных формированиях молочной специализации в СХО Ленинградской области в 2015–2018 гг.

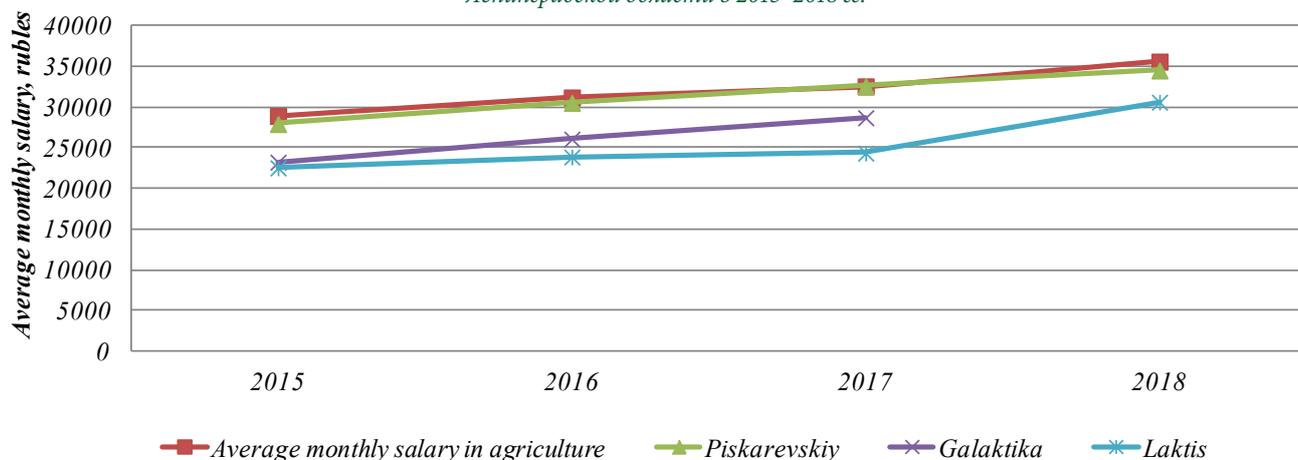


Fig. 5. Dynamics of average monthly wages in integrated formations of dairy specialization in the Leningrad region in 2015–2018

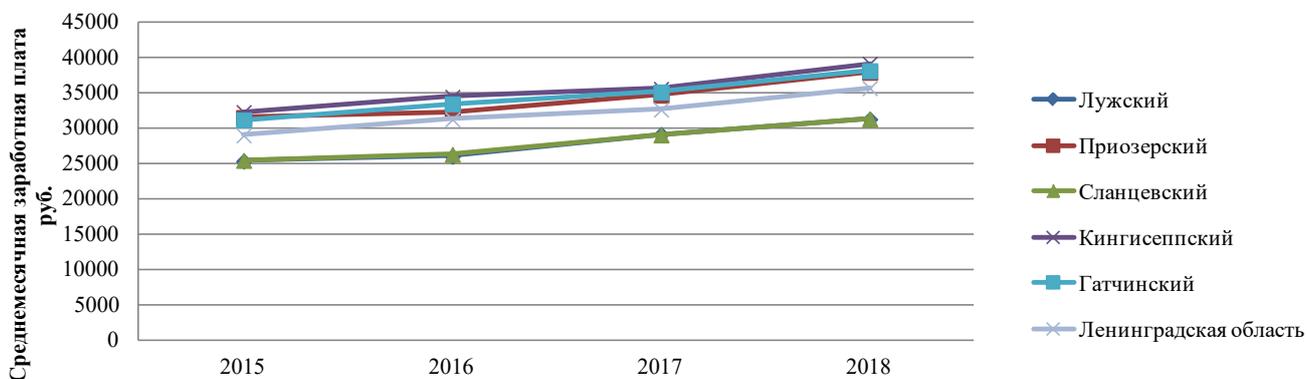


Рис. 6. Динамика среднемесячной заработной платы в отрасли сельского хозяйства в разрезе районов Ленинградской области в 2015–2018 гг.

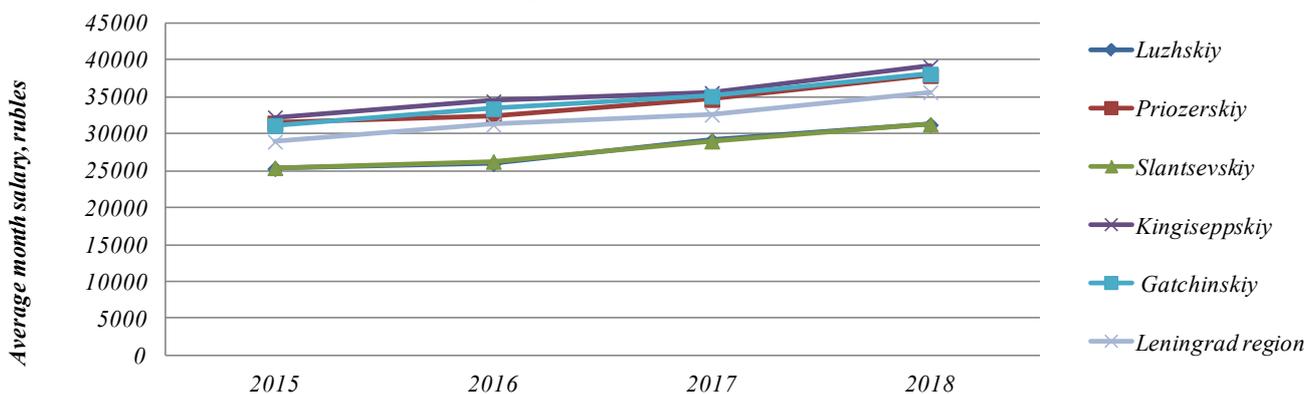


Fig. 6. Dynamics of average monthly wages in the agricultural sector by districts of the Leningrad region in 2015–2018

Таблица 2

Сравнительный анализ вклада СХО, входящих в интегрированные формирования, в развитие сельских территорий в Гатчинском районе Ленинградской области

Период	2015	2016	2017	2018
<b>Сяськелевское сельское поселение</b>				
Инвестиции в основной капитал, тыс. руб.	72 866	61 104	89 104	79 437
Среднесписочная численность работников, чел.	411	420	422	399
Среднемесячная заработная плата руб/мес	24 366,2	26 291,9	30 170	33 422
<b>АО «Большевик» (д. Жабино), АО «Пламя» (д. Сяськелево)</b>				
Численность работников, чел	396	410	405	397
Инвестиции, тыс. руб	51 210	18 680	49 940	33 172
Доля СХО в инвестициях в основной капитал поселения, %	70	31	56	42
Доля работников СХО в общей численности занятых в поселении, %	96	98	96	99
Средняя заработная плата руб/мес	23 335	30 056	28 812	30 888
Уровень заработной платы в СХО по отношению к средней по поселению, %	96	114	96	92
<b>Дружногорское городское поселение</b>				
Объем инвестиций, тыс. руб.	33 836.13	41 773	90 253	54 461
Среднесписочная численность работников, чел.	479	485	478	588
Среднемесячная заработная плата, руб/мес	23 706,5	24 539,5	25 849	36 359,8
<b>АО «Орлинское», д. Лампово</b>				
Объем инвестиций, тыс. руб.	19 773	21 709	85 736	42 840
Средняя численность работников, чел.	96	85	85	85
Средняя заработная плата руб/мес	23 262	26 097	28 718	н/д
Уровень заработной платы в СХО по отношению к средней по поселению, %	98	106	111	н/д
Доля работников СХО в общей численности занятых в поселении, %	20	18	18	14
Доля СХО в инвестициях в основной капитал поселения, %	58	52	95	79

Table 2

Comparative analysis of the contribution of AO included in integrated formations to the development of rural areas in Gatchina district of Leningrad region

Period	2015	2016	2017	2018
<b>Syaskelevo rural settlement</b>				
Investments in fixed assets, thousand RUR	72 866	61 104	89 104	79 437
Average number of employees, people	411	420	422	399
Average monthly wage RUR/month	24 366.2	26 291.9	30 170	33 422
<b>JSC "Bolshevik" (Zhabino village), JSC "Plamya" (Syaskelevo village)</b>				
Number of employees, people	396	410	405	397
Investments, thousand RUR	51 210	18 680	49 940	33 172
Share of AO in investments in fixed capital of the settlement, %	70	31	56	42
Share of AO employees in the total number of employees in the settlement, %	96	98	96	99
Average salary RUR/month	23 335	30 056	28 812	30 888
The level of wages in AO in relation to the average for the settlement, %	96	114	96	92
<b>Drugnogorskoe urban settlement</b>				
Investments in fixed assets, thousand RUR	33 836.13	41 773	90 253	54 461
Average number of employees, people	479	485	478	588
Average monthly wage RUR/month	23 706.5	24 539.5	25 849	36 359.8
<b>JSC "Orlinskoye", Lampovo village</b>				
Investments, thousand RUR	19 773	21 709	85 736	42 840
Number of employees, people	96	85	85	85
Average salary RUR /month	23 262	26 097	28 718	н/д
The level of wages in AO in relation to the average for the settlement, %	98	106	111	н/д
Share of AO employees in the total number of employees in the settlement, %	20	18	18	14
Share of AO in investments in fixed capital of the settlement, %	58	52	95	79

В результате проведенного корреляционно-регрессионного анализа выявлено, что показатель концентрации поголовья (количества коров в стаде) находится в линейной зависимости (коэффициент детерминации составил 70 %)

от среднегодового количества работников на исследуемых СХО, т. е. зависимость от человеческого труда на более крупных СХО, даже при условии проведения модернизации (роботизации) ферм, остается все еще достаточно

сильной. Однако в отличие от количества работников показатель средней заработной платы показал низкую (несущественную) зависимость от размера фермы (количества коров), поскольку коэффициент детерминации составил менее 30 %.

Сравнительный анализ динамики изменения среднемесячной заработной платы в интегрированных формированиях молочной специализации Ленинградской области показывает, что уровень оплаты труда по объединению «Пискаревский» близок к среднеобластному показателю оплаты труда в отрасли сельского хозяйства, также наблюдается положительная тенденция прироста по всем исследуемым предприятиям: за последние четыре года прирост по СХО в интегрированных объединениях «Пискаревский» и «Лактис» составил 9,2 %, а по «Галактике» за 2015–2017 гг. – 11,1 %, что опережает динамику роста заработной платы в среднем по области в отрасли сельского хозяйства (7 %) (рис. 5).

### Результаты (Results)

СХО, входящие в интегрированные формирования, способны обеспечить достаточный уровень заработной платы для удержания работников и предотвращения их миграции в городские агломерации и другие отрасли экономики.

В числе лидеров по уровню оплаты труда в сельском хозяйстве в интегрированных формированиях за анализируемый период находятся Кингисеппский и Приозерский районы, особенно необходимо отметить Приозерский район, где располагается большинство хозяйств, входящих в интегрированное формирование «Пискаревский» – именно здесь уровень оплаты труда на рассматриваемых предприятиях наиболее близок к среднерайонному показателю в отрасли сельского хозяйства и даже незначительно, но превышает его, также превышение среднерайонного показателя оплаты труда в сельском хозяйстве зафиксировано в СХО, принадлежащем объединению «Пискаревский» в Сланцевском районе: отрыв от среднерайонного уровня оплаты труда в отрасли сельского хозяйства составляет в среднем 8,8 % за последние 4 года (рис. 6).

Наиболее высокие темпы прироста заработной платы, превышающие среднерайонные показатели, продемонстрировали СХО в Лужском (11 %), Гатчинском (10,2 %), Кингисеппском районах (8,8 %), в то время как в среднем по отрасли заработная плата в области росла не так быстро – в среднем на 7,2 % за период с 2015 по 2018 год. Несмотря на то что уровень оплаты труда в среднем в анализируемых СХО продолжает оставаться ниже среднемесячной заработной платы в отрасли сельского хозяйства в Ленинградской области, разрыв между этими показателями за последние 4 года составил 4,6 % и имеет тенденцию

к сокращению, темпы роста выше, и, возможно, в ближайшие годы они сравняются за счет увеличения заработной платы в более отстающих районах – Лужском и Сланцевском. Наименьший разрыв от среднеобластной заработной платы в сельском хозяйстве в анализируемом периоде имеет объединение «Пискаревский» (в среднем 2,2 %), далее идет организация, поставяющее молоко-сырье на МЗ «Галактика» (19 %), затем АО «Волошово», который входит в ГК «Лактис» (27 %).

Также СХО, входящие в интегрированные формирования, играют важную роль в инвестиционной поддержке развития сельских территорий. Так, например, АО «Большевик» и АО «Победа» являются одними из главных инвесторов в основной капитал Сяськелевского сельского поселения Гатчинского района и одновременно крупнейшими работодателями для местного населения (таблица 2).

Доля инвестиций СХО в общем объеме достаточно резко колеблется по годам, однако именно на данные СХО приходится основной объем производства и доля инвестиций в отрасль сельского хозяйства на исследуемых сельских территориях.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Интегрированные формирования локального (регионального) уровня оказывают позитивное воздействие на сельские территории в Ленинградской области. Производительность труда в СХО в интегрированных объединениях преимущественно демонстрирует тенденцию роста: условия труда улучшаются, фермы модернизируются, численность работников при этом сокращается незначительно. Уровень оплаты труда в хозяйствах с численностью до 100 человек и количеством дойного стада менее 1000 голов постепенно приближается к оплате труда в более крупных СХО.

Сельскохозяйственные организации, входящие в интегрированные формирования, играют существенную роль в формировании доходов, использовании трудовых ресурсов среди местного населения на территориях, где они расположены. Они являются одними из основных инвесторов и работодателей, налогоплательщиками по земельному налогу и другим видам сборов и платежей на сельских территориях районов Ленинградской области. В связи с этим поддержка и субсидирование сельскохозяйственных организаций, входящих в интегрированные формирования регионального уровня в Ленинградской области, имеет мультипликативный эффект: обеспечивает занятость местного населения и инвестиционно-инновационное развитие сельской местности. Однако, учитывая опыт других регионов, следует ограничивать чрезмерную концентрацию сельскохозяйственного производства во избежание негативных процессов в экономике сельских территорий.

### Библиографический список

1. Абакумов И. Агрохолдинги могут оставить страну без сельского населения [Электронный ресурс] // Огонек. 2016. № 43. С. 12. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3112925> (дата обращения: 25.09.2019).
2. Проекты холдинга «ЭкоНива-АПК» [Электронный ресурс]. URL: <https://ekoniva-apk.ru/projects> (дата обращения: 25.09.2019).
3. Копотева И., Никула Й. От социальных инноваций к инновационным системам. LEADER на европейских и российских сельских территориях // Мир России. 2014. № 3. С. 95–123. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/15690677> (дата обращения: 25.09.2019).

4. Mayer H., Habersetzer A., Meili R. Rural-Urban Linkages and Sustainable Regional Development: The Role of Entrepreneurs in Linking Peripheries and Centers // Sustainability. 2016. No. 8. Pp. 1–13. DOI: Doi.org/10.3390/su8080745. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/8/745> (дата обращения: 25.09.2019).
5. Gajić T., Vujko A., Cvijanović D., Penić M., Gajić S. The state of agriculture and rural development in Serbia // R-Economy. 2017. No. 4. Pp. 196–202. DOI: <http://dx.doi.org/10.15826/recon.2017.3.3.022>. [Электронный ресурс]. URL: <https://journals.urfu.ru/index.php/r-economy/article/view/3507>. (дата обращения: 25.09.2019).
6. Полбицын С. Н. Сельские предпринимательские экосистемы России // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 1. С. 298–308. DOI: 10.17059/2019-1-23. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.uiec.ru/content/zhu3iPolbitsin.pdf> (дата обращения: 25.10.2019).
7. Костяев А. И. Концептуальные подходы к развитию сельских территорий с учетом европейского опыта // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 6. С. 141–148. DOI: Doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/> (дата обращения: 25.10.2019).
8. Дибиров А. А. Основные факторы размещения интегрированных кооперативных формирования АПК в регионе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 44. С. 132–137. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/17446574/>. (дата обращения: 25.10.2019).
9. Костяев А. И., Никонов А. Г. Развитие аграрного сектора и сельских территорий Северо-Запада в условиях политики импортозамещения // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 4 (28). С. 182–196. DOI: 10.24411/2225-4269-2017-00059. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/17662325/>. (дата обращения: 25.10.2019).
10. Шепелева Е. А. Модель развития К(Ф)Х на сельских территориях СЗФО РФ // Экономика нового мира. 2017. № 4. С. 52–63. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/17739760/>. (дата обращения: 25.10.2019).
11. Суровцев В. Н., Никулина Ю. Н. Среднесрочные перспективы развития производства и переработки молока [Электронный ресурс] URL: // Dairy News: новости молочного рынка каждый день. URL: [https://www.dairynews.ru/news/srednesrochnye-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-.html?sphrase\\_id=5911691](https://www.dairynews.ru/news/srednesrochnye-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-.html?sphrase_id=5911691) (дата обращения: 15.10.2019).
12. Дибирова Х. А. Оценка эффективности интеграционных процессов в молочно-продуктовом подкомплексе Ленинградской области // Российский электронный научный журнал. 2018. № 4 (30). С. 136–147. DOI: 10.31563/2308-9644-2018-30-4-136-147. [Электронный ресурс] URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=39190108> (дата обращения: 15.10.2019).
13. Годовые отчеты публичных компаний [Электронный ресурс] // Центр раскрытия корпоративной информации. URL: <https://www.e-disclosure.ru/poisk-po-kompaniyam> (дата обращения: 01.08.2019).
14. Официальные публикации. Оплата труда в Ленинградской области за январь-декабрь 2018 года [Электронный ресурс] // Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области. URL: <https://petrostat.gks.ru/folder/33441> (дата обращения: 01.09.2019).
15. Поселение. Статистические данные. Отчеты [Электронный ресурс] // Официальный сайт Сяськелевского сельского поселения. URL: <http://www.syaskelevo-adm.ru/village/?c> (дата обращения: 01.09.2019).
16. Статистика [Электронный ресурс] // Официальный сайт Дружногорского городского поселения. URL: <http://drgp.ru/> (дата обращения: 01.09.2019).

#### Об авторах:

Хапсат Абусупяновна Дибирова<sup>1</sup>, младший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-5857-7975, AuthorID 723696; +7 911 755-95-26, [mag-dibirov@yandex.ru](mailto:mag-dibirov@yandex.ru)

<sup>1</sup> Северо-Западный научно-исследовательский институт экономики и организации сельского хозяйства, Пушкин, Россия

## Role of integrated organizations in the dairy sub-complex of Leningrad region in rural development

Kh. A. Dibirova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Northwestern Scientific Research Institute of Economics and the Organization of Agriculture, Pushkin, Russia

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

**Abstract.** The purpose of the research is to evaluate the contribution of agricultural organizations (AO) included in the integrated formations of various types, functioning as part of the dairy subcomplex of the Leningrad region in the development of rural areas. **Methods.** A comparative analysis of the level of average monthly wages for the last 3–4 years in the AO, included in the integrated formation of dairy specialization, in rural areas in the Leningrad region; considered indicators of labor productivity, both in monetary and in physical terms, for determination the quality of working conditions and opportunities for expanded production in the studied organizations, as well as increasing due to this tax deductions to the local and regional

budget. **Results.** It is revealed that the studied AO included in the integrated formation of dairy specialization in the Leningrad region have a predominantly positive impact on the development of rural areas in the Leningrad region and there is a possibility of further strengthening the positive effect due to their cooperation with small forms of organizations, such as peasant (farmer) enterprises (P(F)E) and private rural householders (PRH). Over the past 4 years, the growth rate of wages in small and medium-sized dairy farms, which are part of the integrated formations in the Leningrad region, is ahead of the industry average and is gradually approaching the level of wages paid in larger farms with the number of dairy herds of more than 1,000 head. Scientific novelty consists in research and testing of theoretical calculations of scientists concerning a role and character of influence of the integrated formations of various type in dairy subcomplex of the Leningrad region on development of rural areas.

**Keywords:** remuneration of labor in agriculture, rural areas, Leningrad region, integrated organizations, dairy specialization.

**For citation:** Dibirova Kh. A. Rol' integrirovannykh organizatsiy molokoproduktovogo podkompleksa Leningradskoy oblasti v razvitiy sel'skikh territoriy [Role of integrated organizations in the dairy sub-complex of Leningrad region in rural development] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 86–96. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-86-96. (In Russian.)

**Paper submitted:** 14.11.2019.

### References

1. Abakumov I. Agrokholdingi mogut ostavit' stranu bez sel'skogo naseleniya [Agricultural holdings may leave the country without a rural population] [e-resource] // Ogonek. 2016. No. 43. P. 12. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3112925> (appeal date: 25.09.2019). Agricultural holdings can leave the country without rural population [Electronic resource] // Ogonek. 2016. No. 43. C. 12. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3112925> (date accessed: 25.09.2019). (In Russian.)
2. Proyekt kholdinga "EkoNiva-APK" [Projects of EkoNiva-APK Holding] [e-resource]. URL: <https://ekoniva-apk.ru/projects> (appeal date: 25.09.2019). Projects of EkoNiva-APK holding [Electronic resource]. URL: <https://ekoniva-apk.ru/projects> (date accessed: 25.09.2019). (In Russian.)
3. Kopoteva I., Nikula Yo. Ot sotsial'nykh innovatsiy k innovatsionnym sistemam. LEADER na evropeyskikh i rossiyskikh sel'skikh territoriyakh [From Social Innovation to Innovation System: LEADER in European and Russian Rural Areas] // Universe of Russia. 2014. No. 3. Pp. 95–123. Kopoteva I., Nikula Rd. From social innovation to innovation systems. LEADER on European and Russian rural territories // Mir Rossii. 2014. No. 3. Pp. 95-123. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/15690677>(date accessed: 25.09.2019). (In Russian.)
4. Mayer H., Habersetzer A., Meili R. Rural-Urban Linkages and Sustainable Regional Development: The Role of Entrepreneurs in Linking Peripheries and Centers // Sustainability. 2016. No. 8. Pp. 1–13. DOI: [Doi.org/10.3390/su8080745](https://doi.org/10.3390/su8080745). [Electronic resource]. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/8/745> (date accessed: 25.09.2019).
5. Gajić T., Vujko A., Cvijanović D., Penić M., Gajić S. The state of agriculture and rural development in Serbia // R-Economy. 2017. No. 4. Pp. 196–202. DOI: <http://dx.doi.org/10.15826/recon.2017.3.3.022>. [Electronic resource]. URL: <https://journals.urfu.ru/index.php/r-economy/article/view/3507>. (date accessed 25.09.2019).
6. Polbitsyn S. Sel'skiye predprinimatel'skiye ekosistemy Rossii [Rural entrepreneurial ecosystems of Russia] // Economy of Region. 2019. V. 15. Iss. 1. Pp. 298–308. DOI: 10.17059/2019-1-23. Polycyn S. N. Rural entrepreneurial ecosystem in Russia // Economy of region. 2019. T. 15. Vol. 1. C. 298-308. DOI: 10.17059 / 2019-1-23. [Electronic resource]. URL: <http://www.uiec.ru/content/zhu3iPolbitsin.pdf> (date accessed: 25.10.2019). (In Russian.).
7. Kostyaev A. Kontseptual'nyye podkhody k razvitiyu sel'skikh territoriy s uchedom evropeyskogo opyta [Conceptual approaches to rural development taking into account European experience] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2018. No. 6. Pp. 141–148. DOI: [Doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148). Kostyaev A. I. Conceptual approaches to the development of rural areas taking into account the European experience // agricultural science Euro-North-East. 2018. No. 6. Pp. 141-148. DOI: [Doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.141-148). [Electronic resource]. URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/> (accessed: 25.10.2019). (In Russian.)
8. Dibirov A. Osnovnyye faktory razmeshcheniya integrirovannykh kooperativnykh formirovaniya APK v regione [The main factors of the placement of integrated cooperative formation of agro-industrial complex in the region] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. 2016. No. 44. Pp. 132–137. Dibirov A. A. the Main factors of placement of integrated cooperative agricultural enterprises in the region. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agarnogo universiteta. 2016. No. 44. Pp. 132-137. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/17446574/>. (accessed 25.10.2019). (In Russian.)
9. Kostyaev A., Nikonov A. Razvitiye agrarnogo sektora i sel'skikh territoriy Severo-Zapada v usloviyakh politiki importozameshcheniya [The development of the agricultural sector and rural areas of the North-West in the context of import substitution policy] // Molochnokhozyaystvennyy vestnik. 2017. No. 4 (28). Pp. 182–196. DOI: 10.24411/2225-4269-2017-00059. Kostyaev A. I., Nikonov A. G. Development of the agricultural sector and rural territories of the North-West in the conditions of import substitution policy. 2017. No. 4 (28). Pp. 182-196. DOI: 10.24411 / 2225-4269-2017-00059. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/17662325/>. (accessed 25.10.2019). (In Russian.)
10. Shepeleva E. Model' razvitiya K(F)Kh na sel'skikh territoriyakh SZFO RF [Model of development of peasant (farmer) enterprises in rural areas of North-West Federal District] // Ekonomika novogo mira. 2017. No. 4. Pp. 52–63. Shepeleva E. A.

Model of development of K (f)X in rural areas of the northwestern Federal district of the Russian Federation // Economics of the new world. 2017. No. 4. Pp. 52-63. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/17739760/>. (accessed 25.10.2019). (In Russian.)

11. Surovtsev V., Nikulina Yu. Srednesrochnyye perspektivy razvitiya proizvodstva i pererabotki moloka [Medium-term prospects of the development of milk production and processing] [e-resource] // Dairy News: novosti molochnogo rynka kazhdy den'. URL: [https://www.dairynews.ru/news/srednesrochnye-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-.html?sphrase\\_id=5911691](https://www.dairynews.ru/news/srednesrochnye-perspektivy-razvitiya-proizvodstva-.html?sphrase_id=5911691) (appeal date: 15.10.2019). Surovtsev V. N., Nikulina Yu. N. medium-Term prospects of development of production and processing of milk [Electronic resource] URL: // Dairy News: news of the dairy market every day. URL: (In Russian.)

12. Dibirova Kh. Otsenka effektivnosti integratsionnykh protsessov v molochno-produktovom podkomplekse Leningradskoy oblasti [Assessment of the efficiency of integration processes in the dairy sub-complex in Leningrad region] // Russian electronic scientific journal. 2018. No. 4 (30). Pp. 136-147. DOI: 10.31563/2308-9644-2018-30-4-136-147. Dibirova H. A. Evaluation of the effectiveness of integration processes in the dairy subcomplex of the Leningrad region. Russian electronic scientific journal. 2018. No. 4 (30). Pp. 136-147. DOI: 10.31563 / 2308-9644-2018-30-4-136-147. [Electronic resource] URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=39190108> (accessed 15.10.2019). (In Russian.)

13. Godovyie otchety publichnykh kompaniy [Annual reports of public companies] [e-resource] // Tsentr raskrytiya korporativnoy informatsii. URL: <https://www.e-disclosure.ru/poisk-po-kompaniyam> (appeal date: 01.08.2019). Annual reports of public companies [Electronic resource] // center for corporate information disclosure. URL: <https://www.e-disclosure.ru/poisk-po-kompaniyam> (date accessed: 01.08.2019). (In Russian.)

14. Ofitsial'nyye publikatsii. Oplata truda v Leningradskoy oblasti za yanvar'-dekabr' 2018 goda [Official publications. Remuneration in the Leningrad Region for January-December 2018] [e-resource // Ofitsial'nyy sayt Upravleniya Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po g. Sankt-Peterburgu i Leningradskoy oblasti. URL: <https://petrostat.gks.ru/folder/33441> (appeal date: 01.09.2019). Official publication. Wages in the Leningrad region for January-December 2018 [Electronic resource] // Official website of the Federal state statistics service In St. Petersburg and the Leningrad region. URL: <https://petrostat.gks.ru/folder/33441> (date accessed: 01.09.2019). (In Russian.)

15. Poseleniye. Statisticheskiye dannyye. Otchety [Settlement. Statistical data. Reports] [e-resource] // Ofitsial'nyy sayt Syas'kelevskogo sel'skogo poseleniya. URL: <http://www.syaskelevo-adm.ru/village/?c> (appeal date: 01.09.2019). Settlement. Statistics. Reports [Electronic resource] // Official site Syaskelevo rural settlement. URL: <http://www.syaskelevo-adm.ru/village/?c> (date accessed: 01.09.2019). (In Russian.)

16. Statistika [Statistics] [e-resource] // Ofitsial'nyy sayt Druzhnogorskogo gorodskogo poseleniya. URL: : <http://drgp.ru/> (appeal date: 01.09.2019). Statistics [Electronic resource] // Official site Drozdovicha urban settlement. URL: <http://drgp.ru/> (accessed 01.09.2019). (In Russian.)

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

Khapsat A. Dibirova<sup>1</sup>, junior researcher, ORCID 0000-0002-5857-7975, AuthorID 723696; +7 911 755-95-26, [mag-dibirov@yandex.ru](mailto:mag-dibirov@yandex.ru)

<sup>1</sup>Northwestern Scientific Research Institute of Economics and the Organization of Agriculture, Pushkin, Russia

## The essence and implementation of the organizational and economic mechanism management of agricultural enterprises: theoretical aspect

E. A. Farvazova<sup>1</sup>✉

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

✉E-mail: linulya07@mail.ru

**Abstract. Purpose.** The study of the concepts of organizational and economic mechanism of management of agricultural enterprises, methodological approaches to its structure and evaluation of implementation. **Methods.** The views of domestic and foreign scientists on the content, composition and evaluation of indicators of the organizational and economic mechanism are analyzed. In the course of theoretical and methodological research, a systematic approach was applied using methods of comparative analysis, graphical, abstract-logical, methods of comparison, analogy and generalization. **Results.** Based on the consideration and synthesis of the concepts of the model study of organizational-economic mechanism, as well as their own conclusions, the proposed elements of the mechanism of agricultural enterprises where the central place is occupied by the state regulation and support of agrarian sector, and also included an additional element – the digitalization of the industry. Comparing positions of scientists concerning the analysis of realization of the mechanism of managing, the author draws a conclusion concerning existence of the indicators characterizing only a financial condition and stability of the agricultural enterprises which concern an organizational and economic component of the mechanism. **The scientific novelty** consists in the correction of the diagnostic model of the organizational and economic mechanism, according to which the integral indicator of the efficiency of the economic mechanism is calculated on the example of agricultural enterprises and organizations of the Zauralya. The study of the elements and the proposed assessment model of the organizational and economic mechanism of management are the subject to a single goal-competent adjustment of the mechanism levers by both state bodies and economic entities themselves for the successful development of farmers in modern economic conditions.

**Keywords:** organizational and economic mechanism, levers, agricultural producers, agricultural production, evaluation, efficiency.

**For citation:** Farvazova E. A. The essence and implementation of the organizational and economic mechanism management of agricultural enterprises: theoretical aspect // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 01 (192). Pp. 97–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-192-1-97-102. (In Russian.)

### Introduction

In modern economic conditions for Russian agricultural producers there is an acute problem not only the growth of all agricultural production, but also resource support, support for employment of workers, taxation and subsidies to farmers. To solve all these issues requires the construction of an effectively functioning system of organizational and economic mechanisms of regional agro-industrial complexes (hereinafter-agribusiness) management. The modern management mechanism should correspond to changing market conditions allow agricultural producers to function effectively within the framework of the agricultural policy of each subject of the Russian Federation and be based on the optimal combination of different, but interrelated elements [1, p. 24].

In the scientific literature, analytical studies presented a wide review of different approaches and interpretations of the concept of “organizational and economic mechanism”, however, many scientists characterize this term as a fundamental economic category [2, p. 8; 3, p. 116; 4, p. 306]. The problem of formation and development of the organizational and economic relations system between economic entities is the subject of both theoretical and practical research in agricul-

tural science, which is due to the presence of many concepts, hypotheses, points of view, forming methods of economic diagnostics of organizational and economic mechanisms.

The most general characteristics of the presented economic category are investigated and presented in the works of foreign authors, such as A. Kulman [5, p. 18], Ya. Feriants [6, p. 61], L. Hurwitz [7, p. 281], M. Friedman [8, p. 14], and domestic ones – L. I. Abalkin [9, p. 92], Yu. M. Osipov, P. G. Bunich [10, p. 13], B. A. Raisberg, O. V. Fedorovich [11, p. 214] and others. In their studies, the organizational-economic mechanism is considered as a multi-level, multidimensional economic phenomenon, mainly related to the macroeconomic level, but the mechanism of subsystems of the lower level has not been studied. Questions of the composition and structure of economic mechanisms are reflected in the works of D. V. Khodos [12, p. 82], O. S. Gorbunova [13, p. 57], N. A. Belikova [14, p. 11], however, each author presents his own set of the mechanism, blocks and components included in the system, and they do not take into account fundamentally new elements corresponding to modern conditions of the market economy. In addition, not all studies on this topic take into account the structure of the organizational and economic mechanism of

state regulation system and supporting of agriculture. From our point of view, the current situation of terminological plurality regarding the concept, composition, meaning of economic mechanisms occurs as a result of several facts. Firstly, this category is considered by scientists from the standpoint of different conceptual economic theories. Secondly, it is applied to different social and political formations and thirdly, different methods and methodologies are used in the research of this category. Thus, despite a sufficient number of different studies conducted both at the world and domestic levels, this problem is quite relevant and requires further study.

**Methods**

Theoretical and methodological research includes the collection and analysis of economic information, statistical data and method of graphical interpretation. The empirical base is studying of domestic and foreign scientists works learning the formation and implementation of the organizational and economic mechanism of management. The basis for the calculations was the official statistical data of the Department of agriculture of the Kurgan region. For realization of the set tasks concerning studying of functioning of system of the given mechanism the system approach, and also various qualitative and quantitative methods, such as a method of the comparative analysis, graphic, abstract-logical, methods of comparison, analogies and generalization was applied.

On the basis of consolidated accounting (financial) statements of agricultural enterprises and organizations in the Kurgan region was expected and analyzed the indicators of efficiency of organizational-economic mechanism of management, determine the possibility of implementing each of the components of the mechanism.

**Results**

The agro-industrial complex of the Kurgan region, as well as many other agricultural regions of Russia, is one of the leading sectors of the region's economy, forming the food and economic security of the region. However, the influence of some negative factors, such as the high dependence of agricultural production on climatic conditions, slow capital turnover, underdevelopment of rural infrastructure, are reflected in the current state of agricultural production, which is currently characterized by instability [15, p. 130]. In 2018, there is an increase in the volume of gross agricultural output by 6 % compared to the previous year, but the dynamics of certain indicators in crop production and animal husbandry remains negative. Thus, the acreage of all agricultural crops decreased by 2 % and amounted to 1338.3 thousand hectares in 2018, the number of all types of farm animals decreased, and their productivity indicators decreased [16]. The existing problems of the development of the agrarian regional industry require a comprehensive solution of many issues by optimizing the organizational and economic mechanism, which is acting on the agro-industrial complex.

*Table 1  
Description of approaches to the interpretation of the concept, composition and evaluation of indicators of the organizational and economic mechanism*

<i>Definition</i>	<i>Mechanism blocks, structural elements</i>	<i>Evaluation indicators</i>
<b><i>D. A. Korobeinikov, D. N. Telitchenko [21, p. 37]</i></b>		
<i>It is a system of organizational and economic relations, including a self-regulatory system of functioning and interaction of agricultural producers of various organizational and legal forms</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Subjects of management (state, regional, sectoral and economic level).</li> <li>2. Control object.</li> <li>3. Risky market environment</li> </ol>	<i>Indicators of the financial condition of agricultural enterprises</i>
<b><i>K. A. Mikov [22, p. 120]</i></b>		
<i>It is a developing, open system consisting of interconnected and mutually reinforcing elements implemented at different levels</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elements used in the framework of the system of relations in agriculture: lending, taxation, insurance, etc.</li> <li>2. Elements applied at the organization (enterprise) level: business plan, controlling, budgeting and others</li> </ol>	<i>Assessment indicators of sustainable development of regional agriculture, divided into five local information modules</i>
<b><i>V. A. Borovinskikh, T. N. Medvedeva [23, p. 9]</i></b>		
<i>Is the set of organizational elements of farming with the help of economic levers aimed at improving the efficiency of agricultural enterprises</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elements of organizational nature: organizational and legal status of the organization, management technology, etc.</li> <li>2. Elements of economic character: financing, rationing, investment, etc.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indicators of economic efficiency of the mechanism (profitability of sales, coverage ratio, coefficient of autonomy and others).</li> <li>2. Indicators of organizational efficiency of the mechanism (profitability ratio of management, return on capital and others)</li> </ol>
<b><i>E. V. Ginter [24, p. 43]</i></b>		
<i>It is a complex of economic levers, including administrative, legal, economic and organizational components</i>	<i>Elements of macroeconomic, microeconomic (budget support, lending, taxation, etc) and microeconomic (organizational and legal form, size and specialization, etc) level</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cost recovery level.</li> <li>2. The coefficient of autonomy.</li> <li>3. Current liquidity ratio.</li> <li>4. The ratio of security of own working capital.</li> <li>5. Financial independence ratio.</li> </ol>

In the works of most scientists it is said that this mechanism is formed at all levels of management-macro, meso-level and micro-level, while at each level of management the mechanism performs certain functions corresponding to the goals of its existence [17, p. 380; 18, p. 5456; 19, p. 31].

Considering the implementation of the organizational and economic mechanism of management of agricultural enterprises, it is necessary to pay attention to its constituent elements and their functioning [20, p. 91512]. Having studied the approaches of a number of scientists to assess the effectiveness of economic mechanisms of agricultural enterprises and existing models of building their system, we have generalized and systematized the presented provisions (table 1).

In the structure of any organizational and economic mechanism of management, the relationship between its elements of the mechanism are key, since they unite all its constituent parts, and are also responsible for the work of the entire mechanism-from setting goals to achieving results. The conducted researches allow to draw a conclusion that authors, basically, the characteristic of organizational and economic blocks of the mechanism is given and at a complex assessment of efficiency of such mechanism indicators of a financial condition and stability of subjects of managing are applied, as a rule.

From our point of view, as the main element of the mechanism, it is necessary to allocate the system of state support for agriculture, since the implementation of programs in the field of agricultural policy is aimed at achieving the goals of the functioning of the organizational and economic mechanism of management of agricultural enterprises, such as improving the efficiency and sustainability of agricultural production, minimizing risks and others (fig. 1).

Among the directions of state regulation of the industry, the author additionally introduced such a new element as the digitalization of agricultural production, as it is the most im-

portant component of modern, corresponding to world standards, agriculture.

In the framework of this work, the previously conducted author's research has been refined for the purpose of high information content and clarity of the presented materials while maintaining the simplicity of calculations. From our point of view, the algorithm of complex analysis of the functioning of the organizational and economic mechanism of management of agricultural enterprises should be supplemented with indicators of technological and social levels. To this end, to assess the technological efficiency, we will add the following indicators: the volume of gross production per 1 hectare of agricultural land; average daily increase in live weight of cattle and pigs; average annual milk yield per 1 cow; yield of cereals and legumes; energy and material intensity of products. To assess social efficiency: the average annual number of organization employees; the average monthly accrued wages of employees of organizations; the amount of taxes and fees paid per 1 agricultural enterprise; the amount of personal income tax paid per 1 employee.

Evaluation of the management mechanism efficiency was carried out using the method of calculating the integral indicator presented in formula 1:

$$IP = \sqrt[n]{O * E * T * C} \sqrt[n]{O * E * T * C}, \quad (1)$$

where IP is an integral indicator of the effectiveness of the mechanism;

O is an individual indicator of organizational component;

E is an individual indicator of the economic component;

T is an individual indicator of the technological component;

C is an individual indicator of the social component of the mechanism.

n is the number of levels of the management mechanism, units.

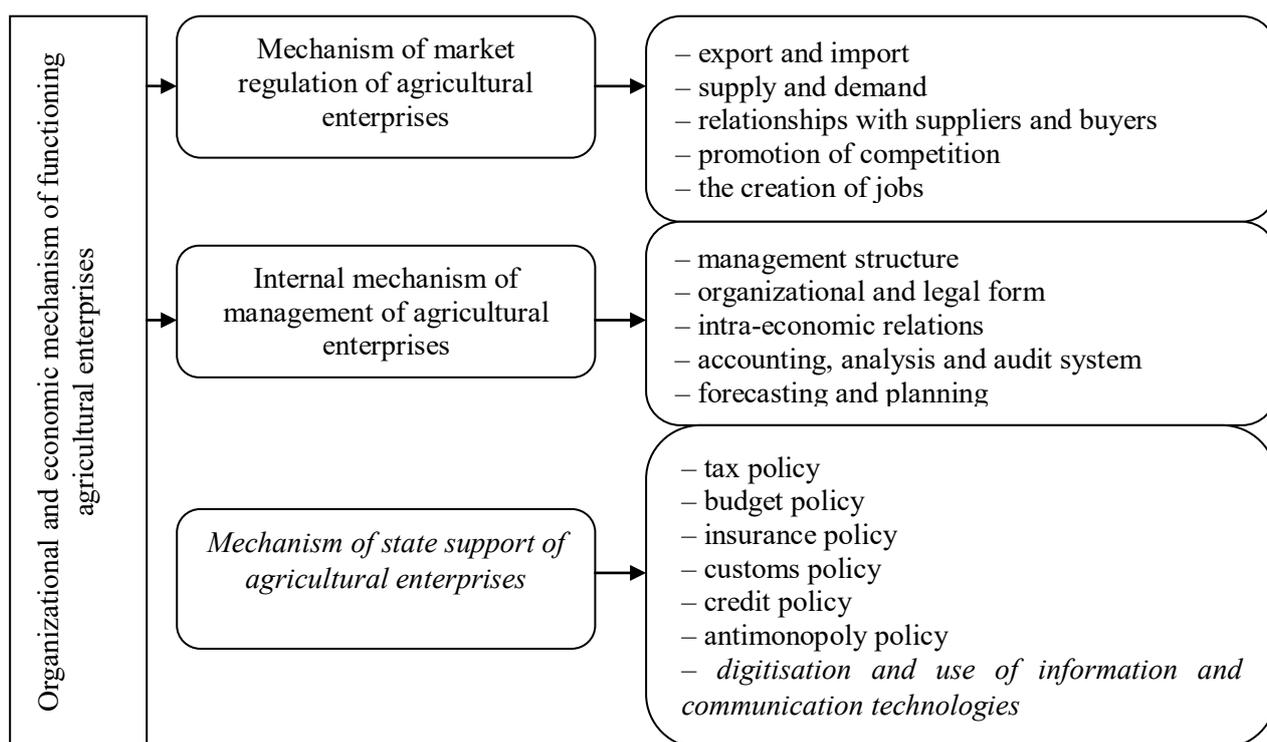


Fig. 1. Scheme of elements of organizational and economic mechanism agricultural enterprise

Table 2  
Assessment of the organizational and economic mechanism management of agricultural enterprises of the Kurgan region

Indicator	2016	2017	2018	Growth rate (GR), 2018 to 2016
<b>Economic efficiency of the mechanism</b>				
Profit from core activities per employee,	203 647	211 299	290 045	1.42
Manufactured products per 1 ruble of the wages of workers, rub.	6.94	6.75	7.20	1.04
Profitability of sales, %	15.29	14.67	16.64	1.09
Return of equity capital, %	15.96	13.6	14.92	0.93
Return of total capital, %	9.25	2.99	8.67	0.94
Absolute liquidity ratio	0.14	0.14	0.21	1.5
$I_E = \sqrt[6]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_6} \sqrt[6]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_6} = \sqrt[6]{1,42 * 1,04 * ... * 1,5} \sqrt[6]{1,42 * 1,04 * ... * 1,5} = 1,06$				
<b>Organizational effectiveness of the mechanism</b>				
Management profitability ratio	15.78	14.92	15.93	1.01
Capital productivity, rub.	0.82	0.79	0.83	1.01
Coefficient of renewal of fixed assets	0.17	0.13	0.16	0.94
Labor productivity, thousand rubles.	1 331.69	1 440.75	1 742.63	1.31
$I_o = \sqrt[4]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_4} \sqrt[4]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_4} = \sqrt[4]{1,01 * 1,01 * 0,94 * 1,31} \sqrt[4]{1,01 * 1,01 * 0,94 * 1,31} = 1,002$				
<b>Technological efficiency of the mechanism</b>				
Gross output per 100 hectares of agricultural land, thousand rubles.	956.51	1 012.72	1 091.42	1.14
The yield of grain and leguminous crops, kg/ha	16.6	19.7	17.3	1.04
Average daily increase in live weight of cattle, grams	550.0	546.0	469.0	0.85
Average annual milk yield per 1 cow, kg.	4 184	4 154	4 190	1.001
Energy consumption of products kWh/ rub.	0.004	0.004	0.004	1.00
Material capacity of products, rub.	1.37	1.47	0.61	0.45
$I_T = \sqrt[6]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_6} \sqrt[6]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_6} = \sqrt[6]{1,14 * 1,04 * ... * 0,45} \sqrt[6]{1,14 * 1,04 * ... * 0,45} = 1,022$				
<b>Social effectiveness of the mechanism</b>				
Average annual number of employees, people	7 883	7 510	7 145	0.91
Average monthly accrued wages of employees of organizations, thousand rubles	126 072	133 567	144 155	1.14
Volume of paid insurance premiums per 1 employee, thousand rubles	57.96	62.14	73.72	1.27
The amount of personal income tax paid per 1 employee, thousand rubles	26.33	28.44	32.34	1.23
$I_s = \sqrt[4]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_4} \sqrt[4]{GR_1 * GR_2 * ... * GR_4} = \sqrt[4]{0,91 * 1,14 * 1,27 * 1,23} \sqrt[4]{0,91 * 1,14 * 1,27 * 1,23} = 0,977$				
$II = \sqrt[4]{1,06 * 1,002 * 1,022 * 0,977} \sqrt[4]{1,06 * 1,002 * 1,022 * 0,977} = 1,015$				

Note: compiled according to the Department of agriculture of the Kurgan region

The value of the integral indicator should be greater than one, which will indicate the effective functioning of the mechanism. If the value of the complex indicator does not exceed one, then it is necessary to pay attention to what component (organizational, economic, technological or social) was the reduction of the final result.

The calculation of individual indicators is presented in formula 2:

$$I_m = \sqrt[n]{TR_1 * TR_2 * ... * TR_n} \quad (2)$$

where  $I_m$  is an individual indicator of the effectiveness of the organizational, economic, technological and social component of the mechanism;

TR is a growth rate of indicators;

n is the number of indicators, units.

The calculations of individual parameters of efficiency of organizational and economic mechanism of management

of agricultural enterprises of Zauralya and the value of the integral indicator for the period 2016–2018 are presented in table 2.

As a result of the analysis, the obtained integral indicator of the assessment of the organizational and economic mechanism of management of agricultural organizations of the Zauralya is more than one, which indicates its effectiveness, however, there are difficulties with the implementation of the social component of the mechanism of management, associated, in many respects, with a sharp decline in the number of agricultural workers.

### Discussion and Conclusion

Issues of studying the formation and evaluation of the organizational and economic mechanism of the agricultural industry has always been given a special role, since the success of its functioning, in many respects, depends on the conscious use of economic and organizational levers of influence on agricultural production.

In a comprehensive study of the formation and analysis of the effectiveness of the organizational and economic mechanism of regional agriculture development, the leading role is played by the state. Therefore, the organizational-economic

mechanism of the agrarian sector of the meso- and micro-level in terms of market transformation must include elements of state regulation and support of the industry, the internal management of enterprises and account for the action of market laws. It should be noted that the developed system of agrarian policy for the implementation of the organizational and economic mechanism should be built taking into account modern features of agricultural production, that is, include additional levers of organizational and economic impact.

The development of agriculture of the Kurgan region, where some difficulties have been observed in recent years, is the key to the successful formation and functioning of the organizational and economic mechanism of management of farmers. That is why, one of the tasks is to develop a model for assessing the effectiveness of such a mechanism, taking into account all the features of agricultural production. In the study, the author proposes an integrated assessment model of the efficiency of organizational-economic mechanism of management of farmers of Zauralya, according to which not only meaningful elements reveals but the peculiarities of their formation at the regional level are found out.

### References

1. Khodos D. V., Ivanov S. G., D'yachenko O. G. Ekonomicheskiy mekhanizm razvitiya APK regiona [Economic mechanism of development of agribusiness in the region] // The Bulletin of KrasGAU. 2013. No. 12 (87). Pp. 24–28. (In Russian.)
2. Semin A. N. Nauchnyye osnovy formirovaniya ekonomicheskikh mekhanizmov: formy, tipy, vidy [Scientific bases of formation of economic mechanisms: forms, types, types] // Agro-food policy in Russia. 2012. No. 5. Pp. 5–12. (In Russian.)
3. Mitin A. N. Analiz nauchnykh vzglyadov o ponyatii "ekonomicheskiy mekhanizm" i ego modifikatsiyakh v agrarnoy sfere ekonomiki [Analysis of scientific views on the concept of "economic mechanism" and its modifications in the agricultural sector of the economy] // Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2016. No. 4. Pp. 112–118. (In Russian.)
4. Popova L. V., Korobeynikov D. A., Korobeynikova O. M., Batmanova V. V. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm ovoshevodstva otkrytogo grunta [Organizational and economic mechanism of open-ground vegetable growing] // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. 2016. No. 7. Pp. 301–314. (In Russian.)
5. Gorbunov Yu. V. O ponyatii "mekhanizm" v ekonomicheskikh naukakh [About the concept of "mechanism" in economic sciences] // Economics Profession Business. 2018. No. 2. Pp. 17–21. (In Russian.)
6. Vereshchagina L. S. O sodержanii organizatsionno-ekonomicheskogo mekha-nizma upravleniya promyshlennym predpriyatiem [About the content of organizational and economic mechanism of industrial enterprise management] // Vestnik of Saratov State Socio-Economic University. 2011. No. 2 (36). Pp. 60–63. (In Russian.)
7. Hurwicz L. But who will guard the guardians? [e-resource] // Nobel prize lecture. December 8. 2007. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.362.5440&rep=rep1&type=pdf> (appeal date: 27.11.2019).
8. Golubeva A. I., Mantsevich I. V. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm gosudarstvennogo regulirovaniya deyatel'nosti sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy regiona: monografiya [Organizational and economic mechanism of state regulation of agricultural enterprises in the region: monograph]. Yaroslavl', 2011. 290 p. (In Russian.)
9. Korsak M. M., Surdo A. P. Formirovaniye kontseptual'noy modeli organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma upravleniya [Formation of conceptual model of organizational and economic mechanism of management] // University Economic Bulletin. 2018. No. 37-1. Pp. 90–96. (In Russian.)
10. Averina I. S. Evolyutsiya i klassifikatsiya fenomena "khozyaystvennyy me-khanizm" [Evolution and classification of the phenomenon "economic mechanism"] // Journal of Volgograd State University. Economics. 2012. No. 2 (21). Pp. 12–16. (In Russian.)
11. Kholodkova K. S. Analiz podkhodov k opredeleniyu sushchnosti organizatsi-onno-ekonomicheskogo mekhanizma upravleniya [Analysis of approaches to determining the essence of the organizational and economic mechanism of management] // Modern scientific researches and innovations. 2016. No. 5 (61). Pp. 213–221. (In Russian.)
12. Zhdanov V. V. Faktory, vliyayushchiye na organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm obespecheniya platyehesposobnosti [Factors influencing the organizational and economic mechanism of ensuring solvency] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2007. No. 2 (28). Pp. 81–84. (In Russian.)
13. Gorbunova O. S. Sovremennoye nauchnoye predstavleniye ob effektivnosti ekonomicheskogo mekhanizma khozyaystvovaniya [Modern scientific understanding of the efficiency of the economic mechanism of management] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 3 (109). Pp. 55–59. (In Russian.)

14. Belikova N. A. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm pitomnikovodstva: ponyatiye i osnovnyye elementy [Organizational and economic mechanism of nursery: the concept and basic elements] // APC: economy, management. 2009. No. 6. Pp. 10–11. (In Russian.)
15. Medvedeva T. N., Artamonova I. A., Baturina I. N. Gosudarstvennaya pod-derzhka malogo biznesa v sel'skom khozyaystve Zaural'ya [State support of small business in agriculture of the Zaural'ye] // Sovremennaya ekonomika: obespecheniye prodovol'stvennoy bezopasnosti: materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kinel', 2018. Pp. 129–132. (In Russian.)
16. Department of the Federal State Statistics Service of the Kurdistan region [e-resource]. URL: <http://www.gks.ru> (appeal date: 28.11.19).
17. Semin A., Kibirov A., Rassukhanov U. Problems and main mechanism-isms to increase investment attractiveness of agricultural production // European Research Studies Journal. 2018. No. 21 (2). Pp. 378–400.
18. Sharapova N. V., Sharapova V. M. Program-Targeted Management of the Agricultural Sector // Proceedings of the 32nd International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2018 – Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management from Regional expansion to Global Growth. 2018. Seville, Spain. Pp. 5455–5458.
19. Pustuyev A. L., Stepanov F. A. Ekonomicheskiy mekhanizm ustoychivosti v sisteme upravleniya APK [The Economic mechanism of stability in the management system of agriculture] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2008. No. 12 (54). Pp. 31–32. (In Russian.)
20. Donnik I., Voronin B., Loretts O. Production of organic agricultural products is an Important area of “green” economy // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Vol. 9 (14). P. 91512.
21. Korobeynikov D. A., Telitchenko D. N. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm funktsionirovaniya ovoshchevodstva otkrytogo grunta [Organizational and economic mechanism of functioning of open-ground vegetable growing] // Actual problems of Humanities and Socio-economic Sciences. 2014. No. 3. Pp. 34–40. (In Russian.)
22. Mikov K. A., Pytkina S. A. Kontseptual'nyye aspekty organizatsionno-ekonomicheskogo mekhanizma programirovaniya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Conceptual aspects of the organizational and economic mechanism of programming the development of agro-industrial complex] // The Russian Journal of Entrepreneurship. 2012. No. 9 (107). Pp. 118–122. (In Russian.)
23. Medvedeva T. N., Borovinskikh V. A. Determinanty khozyaystvovaniya predpriyatiy agrarnoy otrasli [Determinants of management of enterprises of the agrarian sector] // APC: regions of Russia. 2012. No. 4. Pp. 8–11. (In Russian.)
24. Ginter E. V. Organizatsionno-ekonomicheskiy mekhanizm khozyaystvovaniya v agrarnom sektore Magadanskoj oblasti i otsenka ego effektivnosti [Organizational and economic mechanism of management in the agricultural sector of the Magadan region and evaluation of its effectiveness] // Economics and Management. 2017. No. 10. Pp. 42–46. (In Russian.)

**Authors' information:**

Evelina A. Farvazova<sup>1</sup>, postgraduate, ORCID 0000-0003-1134-9294, AuthorID 1021997; [linulya07@mail.ru](mailto:linulya07@mail.ru), +7 919 595-65-11

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

**Учредитель и издатель:**

**Уральский государственный аграрный университет**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**

**620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42**



**Founder and publisher:**

**Ural State Agrarian University**

**Address of founder, publisher and editorial board:**

**620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebknecht str.**

**Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»**

**Редакция журнала:**

*A. V. Ruchkin* – кандидат социологических наук, шеф-редактор

*O. A. Bagretsova* – ответственный редактор

*A. V. Erofeeva* – редактор

*N. A. Predeina* – верстка, дизайн

**Editorial:**

*A. V. Ruchkin* – candidate of sociological sciences, chief editor

*O. A. Bagretsova* – executive editor

*A. V. Erofeeva* – editor

*N. A. Predeina* – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

Адрес учредителя, издателя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Ответственный редактор: факс (343) 350-97-49.

*E-mail*: [agro-ural@mail.ru](mailto:agro-ural@mail.ru) (для материалов).

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт».

20049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Подписано в печать: 10.01.2020 г. Усл. печ. л. 11,8. Авт. л. 10,4.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

