

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

# АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN  
OF THE URALS

2020  
№08 (199)

## Содержание

### Агротехнологии

- И. О. Газданова, Ф. Т. Гериева, Т. А. Моргоев*  
Эффективность применения биостимуляторов  
«Эпин-экстра» и «Циркон» на посадках картофеля в  
агроэкологических условиях РСО-Алания 2

- Д. А. Иванов, Г. Ю. Рабинович,  
Н. В. Фомичева, О. Н. Анциферова*  
Мониторинг последствий компоста  
многоцелевого назначения  
в различных агромикрорландшафтных условиях 9

- A. Kh. Shakirzyanov, I. M. Nikonorova, V. A. Agafonova*  
Developing a parent material for breeding forage rye in  
conditions of Bashkortostan 19

### Биология и биотехнологии

- Г. В. Волкова, О. А. Кудинова, О. Ф. Ваганова*  
Влияние сортов озимой пшеницы с разными типами  
устойчивости к возбудителю бурой ржавчины  
на изменение структуры популяции по признаку  
вирулентности 25

- А. И. Денькин, В. О. Лемешевский*  
Энергетический обмен у бычков породы  
абердин-ангус в период выращивания  
при разном уровне обменного протеина в рационах 34

- Н. П. Казанцева, О. А. Краснова,  
М. И. Васильева, Е. В. Хардина*  
Воспроизводительные качества гибридных свиноматок  
при скрещивании с хряками породы дюрок 43

- Т. И. Станиславович, Т. И. Кузьмина*  
Модификация этапов технологии интраовариальной  
витрификации ооцитов *Sus Scrofa Domesticus* 51

### Экономика

- Р. Э. Абдуллаев*  
Роль инвестиций в повышении экономической  
эффективности в аграрной инфраструктуре 58

- С. Г. Головина, И. Н. Миколайчик, Л. Н. Смирнова*  
Социально-экономические условия развития  
человеческого капитала сельских территорий 65

- Н. Б. Фатеева*  
Особенности подготовки кадров  
для АПК Свердловской области 80

- М. А. Холодова*  
Государственное планирование как инструмент  
поступательного развития сельского хозяйства 90

## Contents

### Agrotechnologies

- I. O. Gazdanova, F. T. Gerieva, T. A. Morgoev*  
Efficiency of application of “Epin-extra” and “Zircon”  
biostimulants on potato landings in agroecological  
conditions of Republic of North Ossetia-Alania

- D. A. Ivanov, G. Yu. Rabinovich,  
N. V. Fomicheva, O. N. Antsiferova*  
Monitoring the aftereffect  
of multi-purpose compost  
in various agromicrolandscape conditions

- A. Kh. Shakirzyanov, I. M. Nikonorova, V. A. Agafonova*  
Developing a parent material for breeding forage rye in  
conditions of Bashkortostan

### Biology and biotechnologies

- G. V. Volkova, O. A. Kudinova, O. F. Vaganova*  
Selection of *Puccinia tritica*  
virulence genes on winter wheat varieties  
with different types of resistance

- A. I. Denkin, V. O. Lemeshevsky*  
Energy metabolism in aberdeen-angus bulls during  
the growing period with different levels of metabolizable  
protein in the diets

- N. P. Kazantseva, O. A. Krasnova,  
M. I. Vasilieva, E. V. Khardina*  
Reproductive qualities of hybrid sows  
at crossing with Duroc boars

- T. I. Stanislavovich, T. I. Kuzmina*  
Modification of the stages of the technology of intraovarian  
vitrification of oocytes *Sus Scrofa Domesticus*

### Economy

- R. E. Abdullaev*  
The role of investments in increasing economic  
efficiency in agricultural infrastructure

- S. G. Golovina, I. N. Mikolaychik, L. N. Smirnova*  
Socio-economic conditions for the development  
of human capital in rural areas

- N. B. Fateeva*  
Features of training for the agricultural sector  
of the Sverdlovsk region

- M. A. Kholodova*  
State planning as a tool  
for progressive development of agriculture

## Эффективность применения биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» на посадках картофеля в агроэкологических условиях РСО-Алания

И. О. Газданова<sup>1</sup>, Ф. Т. Гериева<sup>1,2</sup>, Т. А. Моргоев<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства ВНИЦ РАН, Михайловское, Россия

✉ E-mail: Gazdanovaira2020@gmail.com

**Аннотация.** В последнее время большое значение приобретает тенденция биологизации земледелия. При возделывании сельскохозяйственных культур использование биостимуляторов способствует улучшению состояния окружающей среды и получению экологически чистой продукции. **Цель работы** заключается в выявлении эффективности применения биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» при возделывании картофеля на фоне минимальных доз минеральных удобрений, влияния на продуктивность, степень заболеваемости и качественные показатели клубней. **Новизна** состоит в том, что впервые в агроэкологических условиях предгорной зоны РСО-Алания изучена эффективность применения биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» на показатели продуктивности и качество сортов картофеля. **Методы.** Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методам, описанным в «Учебно-методическом руководстве по проведению исследований в агрономии». **Результаты.** Применение биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» в комплексе с минимальными дозами минеральных удобрений способствует сокращению прохождения фенологических фаз растений по сравнению с контролем на 8–9 дней. Обработка клубней картофеля перед посадкой «Эпином-экстра» и «Цирконом» в комплексе с минеральными удобрениями в минимальных дозах обеспечивала высокий уровень урожайности, на варианте Фон 1 + «Эпин-экстра» по сортам: 33,7–39,1 т/га. Биостимуляторы «Эпин-экстра» и «Циркон» не только обладают росторегулирующими свойствами, но и тормозят развитие заболеваний, в частности повышают устойчивость растений к фитофторе на 4,6–6,5 %.

**Ключевые слова:** биостимулятор, Эпин-экстра, Циркон, минеральные удобрения, картофель, продуктивность, предпосадочная обработка.

**Для цитирования:** Газданова И. О., Гериева Ф. Т., Моргоев Т. А. Эффективность применения биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» на посадках картофеля в агроэкологических условиях РСО-Алания // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 2–8. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-2-8.

**Дата поступления статьи:** 12.03.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

На сегодняшний день в условиях ухудшения состояния окружающей среды немалое значение приобретают получение экологически чистой продукции, сохранение и восстановления окружающей среды. Биологизация земледелия, помимо различных приемов восстановления и поддержания плодородия, предлагает снижение пестицидной нагрузки. Системы земледелия должны быть направлены на широкое применение биологических приемов и средств для воспроизводства плодородия почв и защиты растений. Супрессивность почв – это совокупность биологических, физико-химических и агрохимических свойств почвы, ограничивающих выживаемость почвенных фитопатогенов с одновременным обогащением ее полезными микробами [1, с. 29], [7, с. 171]. Отрегулированное совместное использование химических и биологических способов в

технологии выращивания сельскохозяйственных культур способствует увеличению продуктивности, улучшению качества получаемой продукции и супрессивности почвы.

Биостимуляторы «Эпин-экстра» и «Циркон» – это экологически безопасные для человека и окружающей среды препараты, обладающие широким спектром действия; они участвуют в регуляции роса и развития растений, участвуют в адаптации растений к неблагоприятным условиям выращивания, что обеспечивает повышение урожайности. Применение биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» способствуют выращиванию экологически чистой продукции, экономии на внесении традиционных удобряющих веществ – это качественно новая ступень в развитии сельского хозяйства на новейших принципах [2, с. 156], [10, с. 14], [11, с. 81].

Картофель для нашей страны – одна из самых востребованных сельскохозяйственных культур. На его рост, развитие и продуктивность существенное влияние оказывают климатические и почвенные составляющие, а также высокая поражаемость патогенами. Повысить хозяйственно ценные признаки клубней можно с помощью регуляторов роста «Эпин-экстра» и «Циркон».

«Эпин-экстра» – регулятор роста с адаптогенными свойствами, который способствует регулированию самими растениями синтеза биоактивных веществ, необходимых им на каждом этапе развития. Действующее вещество препарата – эпибрасинолид (концентрация – 0,025 г/л). Это соединение представляет собой искусственно синтезированный аналог фитогормона, обеспечивающего высокий уровень иммунитета растений [3, с. 24], [4, с. 22], [6, с. 32].

Свойства препарата «Эпин-экстра»:

- стимулирует рост корневой системы;
- укрепляет иммунитет и повышает стрессоустойчивость растения;
- растения быстро прорастают, что способствует хорошему первоначальному развитию;
- снижает дозы пестицидов;
- повышает урожайность на 15–20 %.

«Циркон» представляет собой смесь природных гидроксикоричных кислот и их производных. Обладает рострегулирующей и ростостимулирующей эффективностью. В стрессовых условиях препарат способствует восполнению недостающих биологически активных соединений иммуномодулирующего и адаптогенного характера. По данным производителей, применение препарата способствует увеличению урожая сельскохозяйственных культур, значительному улучшению качества, снижению расходов удобрений и пестицидов [6, с. 32].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследований – выявить эффективность применения биостимуляторов «Эпин-экстра» и «Циркон» при возделывании картофеля на фоне минимальных доз минеральных удобрений.

Задачи опыта:

- определить влияние «Эпина-экстра» и «Циркона» на рост и первоначальное развития картофеля;
- изучить динамику накопления урожая клубней картофеля;
- изучить влияние «Эпина-экстра» и «Циркона» на продуктивность картофеля;
- определить влияние биостимуляторов на содержание крахмала, сухого вещества и нитратов в клубнях картофеля.

Исследования проводились на экспериментальной базе СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН, Пригородного района в период 2017–2019 гг. Предгорная зона РСО-Алания относительно увлажненная, умеренно жаркая, с гидротермическим коэффициентом 1,5. Количество осадков, выпадающих за год, составляет 630–670 мм. Почвы опытного поля представлены выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником. Содержание гумуса от 4,2 до 6,2 %. Реакция почвенного раствора выщелоченных черноземов слабокислая и близкая к нейтральной (5,7–6,4). Объектом исследований были два районированных отечественных

сорта Удача и Предгорный раннего и среднеспелого срока созревания, фракция 50–80, элитной репродукции.

Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Посадку картофеля проводили в предварительно нарезанные гребни, схема 70×30 см. Технология выращивания картофеля общепринятая для региона. Клубни перед посадкой опрыскивали рабочими растворами бактериальных удобрений «Эпин-экстра», «Циркон» и проводили опрыскивание растений в период бутонизации с использованием ранцевого опрыскивателя.

Схема опыта:

1. Фон 0 (контроль).
2. Фон 1 ( $N_{45} P_{45} K_{90}$ ).
3. Фон 2 ( $N_{90} P_{90} K_{120}$ ).
4. Фон 1 + «Эпин-экстра».
5. Фон 1 + «Циркон».

Клубни перед посадкой опрыскивали рабочими растворами биостимуляторов «Эпин-экстра», «Циркон». «Эпином-экстра» опрыскивали за день до посадки из расчета 2 мл на 10 литров воды. «Цирконом» – 1 мл на 10 литров воды в день посадки.

#### Результаты (Results)

Длительность прохождения фенологических фаз зависит от множества факторов, в числе которых особенности культуры, климатические и почвенные условия.

Растение картофеля в своем развитии проходит следующие фазы: всходы, бутонизация, цветение, ягодообразование, клубнеобразование. За начало фенофазы брали срок, когда 10 % исследуемых растений по сортам вступили в эту фазу, а за полную фазу брали срок всхода 75 % исследуемых образцов. В годы проведения опыта образцы высаживались 10, 22 и 29 апреля. Сроки прохождения фенологических фаз и динамики накопления урожая испытуемых образцов приведены в таблице 1.

В ходе фенологических наблюдений за образцами картофеля для анализа данных были определены следующие межфазные периоды: посадка – всходы; всходы – цветение в днях. Все результаты анализа по длине межфазных периодов приведены в таблице 1. Наиболее короткие сроки межфазовых периодов от посадки до цветения были при использовании биостимулятора «Эпин-экстра» с минеральными удобрениями у раннего сорта Удача – 39 дней и среднераннего сорта Предгорный – 41. При использовании Фон 1 + «Циркон» было отмечено, что промежуток от посадки до полных всходов на сорте Предгорный – 24 дня, а на сорте Удача – 19,5. Наиболее длинные межфазные периоды были у сорта Предгорный при нулевом фоне – 51, у сорта Удача – 48.

Установлено, что биостимуляторы совместно с минимальными дозами минеральных удобрений способствуют хорошему первичному развитию.

Образцы картофеля в опыте оценивали по хозяйственной скороспелости (от всходов до уборки). Скороспелость образцов определяли на 50-й и на 60-й день после посадки по массе урожая. Данные по динамике накопления урожая приведены в таблице 1.

В первой копке продуктивность контроля на 50-й день раннего сорта Удача составил 631 г с куста, сорта Предгорный – 520 г с куста. На варианте Фон 1 продуктивность

с одного куста составила 700 г у сорта Предгорный, 798 г у сорта Удача. На варианте Фон 2 продуктивность на 60-й день составила на сорте Удача 871 г, на сорте Предгорный – 721 г с куста.

На варианте Фон 1 + «Эпин-экстра» с применением минеральных удобрений продуктивность сорта Удача на 50-й день был 831 г с куста, а на 60-й день – 901 г. Сорт Предгорный на 50 день – 780 г, на 60-й – 820 г с куста.

Таким образом, доказано, что применение «Эпина-экстра» и «Циркона» положительно влияет на раннее клубнеобразование картофеля.

Полученные экспериментальные данные указывают, что обработка клубней перед посадкой биостимуляторами «Эпин-экстра» и «Циркон» с применением минимальных доз минеральных удобрений привела к существенному повышению урожайности (таблица 2). Так, если на варианте Фон 1 + «Эпин-экстра» урожайность составляла 33,7 т/га (прибавка к контролю – 9,1 т/га, или 40,0 %) у сорта Предгорный, то на варианте Фон 1 + «Циркон» – 33,0 т/га (прибавка к контролю – 8,4 т/га, или 34,1 %) т. е. эффективность была выше по сравнению с Фон 0.

При обработке клубней картофеля сорта Удача вариантом опыта Фон 1 + «Эпин-экстра» урожайность была 39,1 т/га, а на варианте Фон 1 + «Циркон» – 38,0 т/га.

На сорте Удача на варианте внесения полной дозы удобрений  $N_{90}P_{90}K_{120}$  (Фон 1) урожайность картофеля соста-

вила 37,0 т/га, что на 6,9 т/га выше контроля (Фон 0). Это соотношение сохраняется и на сорте Предгорный – 8,1 т/га по сравнению с урожайностью на контрольном варианте. На Фоне 2  $N_{45}P_{45}K_{90}$  обработка клубней картофеля половинной дозой минеральных удобрений урожайность картофеля была зафиксирована 31,5 т/га у сорта Предгорный и 35,7 т/га у сорта Удача. Таким образом, обработка клубней картофеля перед посадкой «Эпином-экстра» и «Цирконом» в комплексе с минимальными дозами минеральных удобрений обеспечила наибольший уровень урожайности.

Основные химические вещества в клубнях картофеля – крахмал, сухое вещество. Крахмал – важнейший углевод в клубнях картофеля и основной показатель качества продукции. Крахмал в картофеле – это основное питательное вещество, поэтому изучению влияний удобрений на содержание крахмала посвящено много исследований. Чем больше относительное содержание хлорофилла в листьях картофеля, которое увеличивается с повышением интенсивности фотосинтеза, тем крахмалистость выше в клубнях [5, 11]. Наши исследования показывают, что более высокое содержание крахмала получено на варианте опыта Фон 1 + «Эпин-экстра»: на сорте Удача – 13,1 %, на сорте Предгорный – 12,6 % (таблица 3). Самое низкое содержание крахмала наблюдалось на контрольных вариантах – 12,6 и 12,3 % соответственно.

Таблица 1  
Влияние биостимуляторов на первоначальный рост и развитие картофеля (2017–2019 гг.)

| Варианты опыта                  | Сорт Предгорный               |                         |                                       |                                       | Сорт Удача                    |                         |                                       |                                       |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                                 | Посадка – полные всходы (дни) | Всходы – цветение (дни) | Продуктивность на 50-й день (г/куста) | Продуктивность на 60-й день (г/куста) | Посадка – полные всходы (дни) | Всходы – цветение (дни) | Продуктивность на 50-й день (г/куста) | Продуктивность на 60-й день (г/куста) |
| Фон 0                           | 26                            | 25                      | 520                                   | 620                                   | 25,0                          | 23                      | 631                                   | 700                                   |
| Фон 1 ( $N_{90}P_{90}K_{120}$ ) | 24                            | 24                      | 700                                   | 781                                   | 23,5                          | 23                      | 798                                   | 854                                   |
| Фон 2 ( $N_{45}P_{45}K_{90}$ )  | 25                            | 25                      | 620                                   | 721                                   | 24,0                          | 21                      | 800                                   | 871                                   |
| Фон 1 + «Эпин-экстра»           | 21                            | 20                      | 780                                   | 820                                   | 21,0                          | 18                      | 855                                   | 901                                   |
| Фон 1 + «Циркон»                | 24                            | 23,5                    | 736                                   | 810                                   | 23,0                          | 19,5                    | 843                                   | 876                                   |

Table 1  
The effect of biostimulants on the initial growth and development of potatoes (2017–2019)

| Experience options                     | Variety Predgornyy               |                              |                                   |                                   | Variety Udacha                   |                              |                                   |                                   |
|----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                        | Planting – full seedlings (days) | Seedlings – flowering (days) | Productivity on day 50th (g/bush) | Productivity on day 60th (g/bush) | Planting – full seedlings (days) | Seedlings – flowering (days) | Productivity on day 50th (g/bush) | Productivity on day 60th (g/bush) |
| Background 0                           | 26                               | 25                           | 520                               | 620                               | 25.0                             | 23                           | 631                               | 700                               |
| Background 1 ( $N_{90}P_{90}K_{120}$ ) | 24                               | 24                           | 700                               | 781                               | 23.5                             | 23                           | 798                               | 854                               |
| Background 2 ( $N_{45}P_{45}K_{90}$ )  | 25                               | 25                           | 620                               | 721                               | 24.0                             | 21                           | 800                               | 871                               |
| Background 1 + “Epin-extra”            | 21                               | 20                           | 780                               | 820                               | 21.0                             | 18                           | 855                               | 901                               |
| Background 1 + “Zircon”                | 24                               | 23,5                         | 736                               | 810                               | 23.0                             | 19,5                         | 843                               | 876                               |

Таблица 2

Влияние биостимуляторов и минеральных удобрений на продуктивность картофеля (2017–2019 гг.)

| Варианты опыта                                            | Урожайность, т/га |       | Прибавка урожайности, т/га |       | Товарность, % |       |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|-------|----------------------------|-------|---------------|-------|
|                                                           | Предгорный        | Удача | Предгорный                 | Удача | Предгорный    | Удача |
| Фон 0                                                     | 24,6              | 30,1  | –                          | –     | 73,1          | 82,7  |
| Фон 1 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> ) | 32,7              | 37,0  | 8,1                        | 6,9   | 76,9          | 85,0  |
| Фон 2 (N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> )  | 31,5              | 35,7  | 6,9                        | 5,6   | 75,0          | 83,3  |
| Фон 1 + «Эпин-экстра»                                     | 33,7              | 39,1  | 9,1                        | 9,0   | 79,1          | 86,6  |
| Фон 1 + «Циркон»                                          | 33,0              | 38,0  | 8,4                        | 7,9   | 77,7          | 85,3  |

Table 2

The effect of biostimulants and mineral fertilizers on the productivity of potatoes (2017–2019)

| Experience options                                               | Productivity, t/ha |        | Yield increase, t/ha |        | Marketability, % |        |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|----------------------|--------|------------------|--------|
|                                                                  | Predgornyy         | Udacha | Predgornyy           | Udacha | Predgornyy       | Udacha |
| Background 0                                                     | 24.6               | 30.1   | –                    | –      | 73.1             | 82.7   |
| Background 1 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> ) | 32.7               | 37.0   | 8.1                  | 6.9    | 76.9             | 85.0   |
| Background 2 (N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> )  | 31.5               | 35.7   | 6.9                  | 5.6    | 75.0             | 83.3   |
| Background 1 + "Epin-extra"                                      | 33.7               | 39.1   | 9.1                  | 9.0    | 79.1             | 86.6   |
| Background 1 + "Zircon"                                          | 33.0               | 38.0   | 8.4                  | 7.9    | 77.7             | 85.3   |

Таблица 3

Влияние биостимуляторов и минеральных удобрений на показатели качества сорта (2017–2019 гг.)

| Варианты опыта                                            | Крахмал, % |       | Сухое вещество, % |       | Нитраты, мг/кг |       | Фитофтора клубней, % |       |
|-----------------------------------------------------------|------------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|----------------------|-------|
|                                                           | Предгорный | Удача | Предгорный        | Удача | Предгорный     | Удача | Предгорный           | Удача |
| Фон 0                                                     | 12,3       | 12,6  | 17,9              | 18,0  | 200            | 202   | 6,6                  | 5,6   |
| Фон 1 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> ) | 12,3       | 12,8  | 17,9              | 18,2  | 223            | 217   | 1,9                  | 1,5   |
| Фон 2 (N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> )  | 12,0       | 12,4  | 17,2              | 18,0  | 206            | 210   | 2,3                  | 2,0   |
| Фон 1 + «Эпин-экстра»                                     | 12,6       | 13,1  | 18,3              | 18,8  | 188            | 173   | 0,1                  | 0,98  |
| Фон 1 + «Циркон»                                          | 12,5       | 13,4  | 18,1              | 19,1  | 191            | 186   | 1,1                  | 1,0   |

Table 3

The effect of biostimulants products and mineral fertilizers on the quality indicators of the variety (2017–2019)

| Experience Options                                               | Starch, %   |        | Dry matter, % |        | Nitrates, mg/kg |        | Phytophthora tubers, % |        |
|------------------------------------------------------------------|-------------|--------|---------------|--------|-----------------|--------|------------------------|--------|
|                                                                  | Pred-gornyy | Udacha | Pred-gornyy   | Udacha | Pred-gornyy     | Udacha | Pred-gornyy            | Udacha |
| Background 0                                                     | 12.3        | 12.6   | 17.9          | 18.0   | 200             | 202    | 6.6                    | 5.6    |
| Background 1 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> ) | 12.3        | 12.8   | 17.9          | 18.2   | 223             | 217    | 1.9                    | 1.5    |
| Background 2 (N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> )  | 12.0        | 12.4   | 17.2          | 18.0   | 206             | 210    | 2.3                    | 2.0    |
| Background 1 + "Epin-extra"                                      | 12.6        | 13.1   | 18.3          | 18.8   | 188             | 173    | 0.1                    | 0.98   |
| Background 1 + "Zircon"                                          | 12.5        | 13.4   | 18.1          | 19.1   | 191             | 186    | 1.1                    | 1.0    |

Биологическая ценность картофеля зависит от содержания и соотношения в клубнях не только полезных для здоровья, но и вредных веществ. К последним относятся остатки пестицидов и нитратов. Применение биопрепаратов и минеральных удобрений, кроме положительного влияния на урожай и качество продукции, может иметь и негативные последствия. Нитриты в организме человека могут подвергаться метаболическим процессам, приводящим к образованию токсических веществ: например, метгемоглобина, блокирующего перенос кислорода крови, канцерогенных азотных нитросоединений – нитрозаминов [9, с. 74], [13, с. 012110].

Поэтому содержание нитратов в клубнях картофеля не должно превышать предельно допустимых концентраций. В настоящее время ПДК для продовольственного картофеля – 250 мг/кг, а для кормового – 300 мг/кг.

В нашем исследовании содержание нитратов по всем вариантам было ниже ПДК. Влияние минеральных удобрений и биостимуляторов было неодинаковым. Самое низкое содержание нитратов наблюдалось на варианте применения минеральных удобрений в комплексе с «Эпином-экстра»: на сорте Предгорный – 188 мг/кг, на сорте Удача – 173 мг/кг. Уровень нитратов на контроле составил 200 мг/кг и 203 мг/кг, на Фоне 1 (полном минеральном

фоне) – 223 мг/кг и 217 мг/кг, на Фоне 1 + «Циркон» – 191 и 186 мг/кг соответственно.

Фитофтора является одной из самых распространенных и опасных болезней картофеля в Северо-Кавказском регионе [5, с. 57], [12, с. 202]. В благоприятные для распространения болезни годы может погибнуть до 40 % урожая клубней.

Продовольственный картофель по ГОСТ 7176-85 не допускает наличие клубней, пораженных фитофторой в массовой доле клубней, исключение может составить согласование с торгующими организациями, где пораженность клубней болезнью не должна превышать 2 %.

В среднем за три года исследований для каждого варианта из партии 300 клубней подсчитывали количество клубней с точечной поврежденностью фитофторой и рассчитывали процент здоровых клубней. Максимальный эффект получен на варианте предпосадочной обработки клубней «Эпином-экстра», пораженность растений составила 0,98 %, на контроле – 6,6 %. Применение биопрепаратов способствовало снижению пораженности растений картофеля фитофторой на всех вариантах опыта как у сорта Предгорный, так и у сорта Удача.

Доказано, что регуляторы роста «Эпин-экстра» и «Циркон» с биофунгицидной активностью не только подавляют развитие возбудителей болезней, но и способствуют повышению устойчивости растений к неблагоприятным факторам, а также стимулируют в значительной степени ростовую и антистрессовую активность.

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

В агроэкологических условиях РСО-Алании «Эпин-экстра» и «Циркон» сокращают прохождение фазовых периодов от посадки до цветения были при использовании «Эпина-экстра» с минимальными дозами минеральных удобрений: у сорта Удача – 39 дней, у сорта Предгорный – 41. Обработка перед посадкой клубней картофеля биостимуляторами «Эпин-экстра» и «Циркон» в комплексе с минимальными дозами минеральных удобрений обеспечивала высокий уровень урожайности: на сорте Предгорный – 33,7–33,0 т/га; на сорте Удача – 39,1–38,0 т/га. «Эпин-экстра» не только обладает росторегулирующими свойствами, но тормозит развитие грибных заболеваний, повышает устойчивость растений к фитофторе на 4,6–6,5 %.

#### Библиографический список

1. Басиев С. С., Абаев А. А., Болиева З. А., Доева Л. Ю. Основные положения технологического регламента выращивания оригинальных семян картофеля в горных условиях Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. № 3. С. 29–33.
2. Гериева Ф. Т., Басиев С. С., Гериева М. А. Особенности действия применения бактериальных удобрений на продуктивность и биохимические показатели качества клубней при возделывании картофеля в условиях Северного Кавказа // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 3 (23). С. 156–159.
3. Вакуленко В. В. Регуляторы роста // Защита и карантин растений. 2004. № 1. С. 24–26.
4. Постников А. Н., Устименко И. Ф. Применение препарата Циркон на картофеле // Защита и карантин растений. 2017. № 2. С. 22–26.
5. Басиев С. С., Болиева З. А., Джигоева Ц. Г., Томаев Т. О. Особенности селекции картофеля в условиях Северо-Кавказского региона // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента. Владикавказ, 2019. Т. 1. С. 57–60.
6. Алексеева Т. Ф., Хилков Н. И., Малеванная Н. Н. Эффективность применения препарата Циркон на картофеле и капусте цветной // Сельское и лесное хозяйство. 2017. № 9. С. 32–37.
7. Бутов А. В., Мандрова А. А. Экологическое качество картофеля при биологизации высокоинтенсивной технологии его возделывания и поливе // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 2. С. 170–177.
8. Логинов Ю. П., Казак А. А., Якубышина Л. И. Особенности выращивания экологически чистого картофеля в Северной лесостепной зоне Тюменской области // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2015. № 2 (29). С. 116–125.
9. Коршунов А. В. Агротехнические и кулинарные способы снижения содержания нитратов в клубнях картофеля // Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сборник научных трудов. М., 2015. С. 74–79.
10. Вакуленко В. В. Эпин-экстра и Циркон эффективны на капусте // Картофель и овощи. 2014. № 4. С. 14–15.
11. Астафьева О. В., Вилкова Д. Д., Батаева Ю. В., Магзанова Д. К., Егоров М. А. Исследование антибактериальных свойств стимулятора роста растений «Эпин-экстра» с целью получения экологически чистой продукции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 8 (130). С. 81–85.
12. Лушникова Т. А., Пухова А. В. Влияние обработки препаратами «Циркон» и «Эпин» на рост и урожайность картофеля сорта Розара в зависимости от гранулометрического состава почвы // XIV Зыряновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Курган, 2016. С. 202–203.
13. Gerieva F., Basiev S., Khutinaev O., Basieva A. The growing of minituber using the aerohydroponic method of potato plant cultivating // IOP Publishing Ltd. 2019. Pp. 012110. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012110.
14. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi journal of agricultural sciences. 2018. Vol. 49. No. 4. Pp. 592–600.

15. Anisimov B., Simakov E., Mityushkin A., Zhuravlev A., Blinkov E., Arshin K. Potato seed production in Russia // Potato journal. 2018. Vol. 45. No. 2. Pp. 152–158.

#### Об авторах:

Ирина Олеговна Газданова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0002-3000-8615, AuthorID 1036581;

+7 909 473-98-08, [Gazdanovaira2020@gmail.com](mailto:Gazdanovaira2020@gmail.com)

Фатима Тамерлановна Гериева<sup>1,2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0002-7704-5966, AuthorID 609772

Тимур Ахсарбекович Моргоев<sup>1</sup>, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований сельскохозяйственных растений, ORCID 0000-0002-3336-3380, AuthorID 1023109

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

<sup>2</sup> Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства ВНИЦ РАН, Михайловское, Россия

## Efficiency of application of “Epin-extra” and “Zircon” biostimulants on potato landings in agroecological conditions of Republic of North Ossetia-Alania

I. O. Gazdanova<sup>1</sup>, F. T. Gerieva<sup>1,2</sup>, T. A. Morgoev<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> North Caucasus Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhaylovskoe, Russia

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

**Abstract.** Recently, the trend of agricultural biologization has been gaining great importance. When cultivating crops, the use of biostimulants helps to improve the environment and produce environmentally friendly products. **The purpose of the work** is to identify the effectiveness of the use of biostimulants “Epin-extra” and “Zircon” in the cultivation of potatoes on the background of minimal doses of mineral fertilizers. Impact on productivity, morbidity and quality indicators of tubers. **The novelty** lies in the fact that for the first time in the agroecological conditions of the foothill zone of North Ossetia-Alania, the effectiveness of the use of the “Epin-Extra” and “Zircon” biostimulants on the indicators of productivity and quality of potato varieties was studied. **Methods** Accounting and observations were carried out according to generally accepted methods described in the “Educational-methodical guide for research in agronomy”. **Results.** As a result of the use of biostimulants “Epin-extra” and “Zircon” in combination with minimal doses of mineral fertilizers, they contribute to a reduction in the passage of the phenological phases of plants compared to the control by 8–9 days. The processing of potato tubers before planting “Epin-extra” and “Zircon” in combination with mineral fertilizers in minimum doses provided a high level of yield, on the Background 1 + “Epin-extra” variant by varieties: 33.7–39.1 t/ha. The biostimulants “Epin-extra” and “Zircon” possess not only growth-regulating properties, but also inhibit the development of diseases, in particular, increase plant resistance to late blight by 4.6–6.5 %.

**Keywords:** biostimulator, Epin-extra, Zircon, mineral fertilizer, potato, productivity, preplant treatment.

**For citation:** Gazdanova I. O., Gerieva F. T., Morgoev T. A. Effektivnost' primeneniya biostimulyatorov “Epin-ekstra” i “Zircon” na posadkakh kartofelya v agroekologicheskikh usloviyakh RSO-Alaniya [Efficiency of application of “Epin-extra” and “Zircon” biostimulants on potato landings in agroecological conditions of Republic of North Ossetia-Alania] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 2–8. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-2-8. (In Russian.)

**Paper submitted:** 12.03.2020.

#### References

1. Basiev S. S., Abaev A. A., Bolieva Z. A., Doeva L. Yu. Osnovnyye polozheniya tekhnologicheskogo reglamenta vyrashchivaniya original'nykh semyan kartofelya v gornykh usloviyakh Severnogo Kavkaza [The main provisions of the technological regulation of the cultivation of original potato seeds in the mountainous conditions of the North Caucasus] // Proceedings of the Gorsky State Agrarian University. 2014. T. 51. No. 3. Pp. 29–33. (In Russian.)
2. Gerieva F. T., Basiev S. S., Gerieva M. A. Osobennosti deystviya primeneniya bakterial'nykh udobreniy na produktivnost' i biokhimicheskiye pokazateli kachestva klubney pri vozdeleyvanii kartofelya v usloviyakh Severnogo Kavkaza [Features of

- the effect of the use of bacterial fertilizers on productivity and biochemical indicators of the quality of tubers in the cultivation of potatoes in the North Caucasus] // *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2016. No. 3 (23). Pp. 156–159. (In Russian.)
3. Vakulenko V. V. Regulatory rosta [Growth Regulators] // *Zashchita i karantin rasteniy*. 2004. No. 1. Pp. 24–26. (In Russian.)
4. Postnikov A. N., Ustimenko I. F. Primeneniye preparata “Tsirkon” na kartofele [The use of Zirkon on potatoes] // *Zashchita i karantin rasteniy*. 2017. No. 2. Pp. 22–26. (In Russian.)
5. Basiev S. S., Boliev Z. A., Dzhioeva Ts. G., Tomaev T. O. Osobennosti selektsii kartofelya v usloviyakh Severo- Kavkazskogo regiona [Features of potato breeding in the North Caucasus region] // *Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoy produktsii: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v chest' 90-letiya fakul'teta tekhnologicheskogo menedzhmenta*. 2019. Vol. 1. Pp. 57–60. (In Russian.)
6. Alekseeva T. F., Khilkov N. I., Malevannaya N. N. Effektivnost' primeneniya preparata Tsirkon na kartofele i kapuste tsvetnoy [Efficiency of the use of Zirkon on potatoes and cauliflower] // *Agriculture, forestry and water management*. 2017. No. 9. Pp. 32–37. (In Russian.)
7. Butov A. V., Mandrova A. A. Ekologicheskoye kachestvo kartofelya pri biologizatsii vysokointensivnoy tekhnologii ego vozdeystviya i polive [Ecological quality of potato during the biologization of high-intensity technology for its cultivation and watering] // *Technique and technology of food production*. 2018. T. 48. No. 2. Pp. 170–177. (In Russian.)
8. Loginov Yu. P., Kazak A. A., Yakubysheva L. I. Osobennosti vyrashchivaniya ekologicheskikh chistogo kartofelya v Severnoy lesostepnoy zone Tyumenskoy oblasti [Features of growing environmentally friendly potatoes in the Northern forest-steppe zone of the Tyumen region] // *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya*. 2015. No. 2 (29). Pp. 116–125. (In Russian.)
9. Korshunov A. V. Agrotekhnicheskiye i kulinarnyye sposoby snizheniya soderzhaniya nitratov v klubnyakh kartofelya [Agrotechnical and culinary methods for reducing the nitrate content in potato tubers] // *Kartofelevodstvo: istoriya razvitiya i rezul'taty nauchnykh issledovaniy po kul'ture kartofelya: sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, 2015. Pp. 74–79. (In Russian.)
10. Vakulenko V. V. Epin-ekstra i Tsirkon effektivny na kapuste [Epin-extra and Zirkon are effective on cabbage] // *Potato and vegetables*. 2014. No. 4. Pp. 14–15. (In Russian.)
11. Astafyeva O. V., Vilkova D. D., Bataeva V. V., Magzanova D. K., Egorov M. A. Issledovaniye antibakterial'nykh svoystv stimulyatora rosta rasteniy “Epin-ekstra” s tsel'yu polucheniya ekologicheskikh chistoy produktsii [The study of the antibacterial properties of the plant growth stimulator “Epin-extra” in order to obtain environmentally friendly products] // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2015. No. 8 (130). Pp. 81–85. (In Russian.)
12. Lushnikova T. A., Pukhova A. V. Vliyaniye obrabotki preparatami “Tsirkon” i “Epin” na rost i urozhaynost' kartofelya sorta Rozara v zavisimosti ot granulometricheskogo sostava pochvy. [The effect of treatment with Zirkon and Epin preparations on the growth and productivity of Rosara potatoes, depending on the granulometric composition of the soil] // *XIV Zyryanovskie chteniya: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Kurgan, 2016. Pp. 202–203. (In Russian.)
13. Gerieva F., Basiev S., Khutinaev O., Basieva A. The growing of minituber using the aerohydroponic method of potato plant cultivating // *IOP Publishing Ltd*. 2019. 012110. DOI: 10.1088/1755-1315/403/1/012110.
14. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // *Iraqi journal of agricultural sciences*. 2018. Vol. 49. No. 4. Pp. 592–600.
15. Anisimov B., Simakov E., Mityushkin A., Zhuravlev A., Blinkov E., Arshin K. Potato seed production in Russia // *Potato journal*. 2018. Vol. 45. No. 2. Pp. 152–158.

#### Authors' information:

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

Fatima T. Gerieva<sup>1, 2</sup>, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of molecular genetic studies of agricultural plants, ORCID 0000-0002-7704-5966, AuthorID 609772

Timur A. Morgoev<sup>1</sup>, junior researcher, laboratory of molecular genetic studies of agricultural plants, ORCID 0000-0002-3336-3380, AuthorID 1023109

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

<sup>2</sup> North Caucasus Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhaylovskoe, Russia

## Мониторинг последствий компоста многоцелевого назначения в различных агроландшафтных условиях

Д. А. Иванов<sup>1</sup>, Г. Ю. Рабинович<sup>1</sup>, Н. В. Фомичева<sup>1</sup>, О. Н. Анциферова<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», Москва, Россия

✉ E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

**Аннотация.** Во ВНИИМЗ – филиале ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева» разработан и успешно применяется компост многоцелевого назначения (КМН), полученный ферментацией органического сырья. **Целью** данной работы являлся мониторинг последствий КМН, заключающийся в изучении продуктивности севооборота в различных агроландшафтных условиях и определении некоторых биологических показателей почв в конце ротации. **Методология и методы исследования.** Исследования проводились на агроэкологической трансекте полигона ВНИИМЗ, пересекающей все ландшафтные микропозиции конечно-моренного холма. Трансекта разделена на два параллельно расположенных варианта (тестовое поле и контроль), идентичных в ландшафтном отношении. На тестовом поле под закладку севооборота было внесено 12 т/га КМН. Последующие агротехнологические операции на вариантах были одинаковыми. **Результаты.** Установлено, что на протяжении нескольких лет самая высокая продуктивность культур севооборота была получена на элювиальных и элювиально-транзитных позициях тестового поля. Далее зависимость «агроландшафт – КМН – продуктивность возделываемых культур» ослабевала. После окончания ротации севооборота был произведен мониторинг некоторых биологических показателей почв. Установлено, что численность азототрансформирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов, а также активность ферментов каталазы и дегидрогеназы на тестовом поле в целом выше, чем на контрольном. Корреляционный анализ выявил на тестовом поле несколько достоверных зависимостей между исследуемыми параметрами. Основным выводом – эффективное последствие КМН ограничивается пятью годами возделывания культур на почвах с элювиальными процессами. При этом внесение КМН на протяжении семи лет способствовало сохранению почвенного плодородия, обеспечивало формирование более устойчивой почвенно-микробной системы, что подтверждено обнаруженными корреляционными зависимостями. **Научная новизна.** Получены новые знания о долговременном влиянии компоста на продуктивность севооборота и биологические показатели свойства почвы в конце ротации.

**Ключевые слова:** мониторинг, компост многоцелевого назначения (КМН), последствие, почва, агроландшафты, продуктивность севооборота, микроорганизмы, ферментативная активность, корреляционная зависимость.

**Для цитирования:** Иванов Д. А., Рабинович Г. Ю., Фомичева Н. В., Анциферова О. Н. Мониторинг последствий компоста многоцелевого назначения в различных агроландшафтных условиях // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 9–18. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-9-18.

**Дата поступления статьи:** 15.06.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Неотъемлемым фактором плодородия и продуктивности агроландшафта являются биологические свойства почв, в значительной степени определяемые наличием микрофлоры. Микроорганизмы не без основания считаются признанным фактором почвенной трансформации [1, с. 103]. Действительно, в почвах протекают многочисленные биохимические процессы, связанные с жизнедеятельностью различных видов микроорганизмов, благодаря чему и осуществляется разложение или же, напротив, синтез органических веществ. Другими словами, микробы могут осуществлять процессы в двух противоположных направлениях, приводя почвенную систему в равновесное состояние [2, с. 965]. Биомасса почвенной микробиоты зависит от времени года, подчиняясь сезонным закономерностям [3, с. 1357], и от послойного распределения в почве [2, с. 960]. При этом биологические свойства культурных и аборигенных ценозов почв отличаются существенно

[4, с. 93]. Как правило, почвы, удобряемые и подвергающиеся специальной агротехнической обработке (частое перепахивание, аэрация, например, при проведении осушительной мелиорации и др.) наиболее богаты микроорганизмами.

Существенно повысить почвенное плодородие возможно за счет использования различных компостов, в том числе современных, полученных биоконверсией органического сырья [5, с. 20]. Установлено [6, с. 102], что при этом улучшаются многие физико-химические свойства почв, в том числе нейтрализуется pH, увеличивается аэрация и влагоудерживающая способность. Эти изменения в совокупности обеспечивают активизацию почвенно-микробиологических процессов, способствуют увеличению численности и разнообразию почвенного микробиоценоза, оказывая в целом влияние на уровень проявления почвой биологических свойств.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель в 90-е гг. разработан, внедрен и успешно применяется компост многоцелевого назначения (КМН). Его использование в качестве удобрения сопровождается увеличением в почве количества доступных элементов питания, численности аммонифицирующей и фосфатмобилизирующей микрофлоры и микроскопических грибов, интенсивности окислительно-восстановительных процессов. Согласно ТУ 9841-003-00668732-2011 «Компост многоцелевого назначения» КМН представляет собою однородную массу темно-коричневого цвета влажностью не более 75 %, pH 6,3–7,2, обладающую высоким содержанием доступных для растений питательных веществ в пересчете на абсолютно сухое вещество: азота общего ( $N_{\text{общ}}$ ) – не менее 1,7 %; фосфора ( $P_2O_5$ ) – не менее 1,5 %; калия ( $K_2O$ ) – не менее 1,5 %; углерода – не менее 35 %.

КМН в сочетании с агрохимическими и агромелиоративными мероприятиями позволяет повышать актуальное плодородие почвы на 25–30 % при снижении затрат на производство и применение в 2–2,5 раза (по сравнению с традиционными компостами), сформировать оптимальный агрономически ценный микробоценоз, избежать загрязнения почв болезнетворными микроорганизмами [7, с. 79]. Микроорганизмы компоста при попадании в почву активируют протекающие в ней процессы трансформации, способствуя накоплению физиологически активных веществ и элементов питания в доступной для растений форме [8, с. 31].

Известно [9, с. 146–148], что биологическая активность почвы изменяется в зависимости от ландшафтных факторов. Она снижается при возделывании культур в зерновом севообороте без насыщения многолетними бобовыми травами, которые, являясь растениями-симбионтами, способствуют созданию благоприятных условий для размножения и развития почвенной биоты. Нами установлено, что внесение КМН способствует двукратному увеличению частоты воздействия экспозиции склонов на биоактивность почвы [10, с. 15–16].

Различные компосты (в частности, торфонавозные) обладают пролонгирующим действием [11, с. 175]. Как правило, их эффективное действие отмечается в первые три года, далее влияние несколько ослабевает, но последствие в той или иной степени все равно обнаруживается. Так, в Краснодарском крае на черноземе обыкновенном вносили до 70 т/га сложного компоста, включающего полупревший навоз крупного рогатого скота, фосфогипс, золу и различные растительные отходы. Позитивное действие сложного компоста авторы отмечали на протяжении пяти лет после его внесения, что выражалось в улучшении основных агрономических свойств почв, увеличении продуктивности культуры и ее качества [12, с. 87]. Известны случаи выявления более длительного последствия органических удобрений [13, с. 132].

Целью данной работы являлся мониторинг последствий КМН, заключающийся в изучении продуктивности севооборота в различных агроландшафтных условиях и определении некоторых биологических показателей почв в конце ротации.

### Методология и методы исследования (Methods)

Вопросы применения компоста многоцелевого назначения изучались на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ в пределах агроландшафта конечно-моренной гряды, которая состоит из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3–5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2–3°. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми глееватыми и глеевыми почвами на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон холма характеризуется господством песчаных и супесчаных почв, а на северном преобладают их легкосуглинистые разновидности. Почва на южном склоне дерново-подзолистая слабооглеенная песчаная и супесчаная, слабо- и среднесмытая на мощном двучлене, содержание гумуса составляло 2,92 %,  $P_2O_5$  – 727 мг/кг почвы,  $K_2O$  – 238 мг/кг почвы,  $pH_{\text{KCl}}$  – 5,81. На плоской вершине преобладают супесчаные дерново-подзолистые почвы, преимущественно глееватые на среднемощном двучлене, содержание гумуса составляет 2,69 %,  $P_2O_5$  – 439 мг/кг почвы,  $K_2O$  – 292 мг/кг почвы,  $pH_{\text{KCl}}$  – 5,36. На северном склоне почва дерново-подзолистая глееватая супесчаная, легко- и среднесуглинистая на маломощном двучлене, содержание гумуса в ней составляло 3,21 %,  $P_2O_5$  – 289 мг/кг почвы,  $K_2O$  – 116 мг/кг почвы,  $pH_{\text{KCl}}$  – 6,12. Почвы осушены регулярным гончарным дренажем с междренним расстоянием от 20 до 40 м.

Исследования проводились на агроэкологической трансекте, которая состоит из 10 параллельных полос-полей, каждая шириной 7,2 м, длиной 1300 м, площадью около 1 га. Трансекта пересекает все основные микроландшафтные позиции моренного холма: транзитно-аккумулятивные агроландшафты (АМЛ) межхолмных депрессий и нижних частей склонов, в которых преобладает аккумуляция питательных веществ из грунтовых и намывных вод; транзитные местоположения центральных частей склонов, характеризующиеся боковым током влаги; элювиально-транзитные позиции верхних частей склонов, где, наряду с боковым током влаги, наблюдается и вертикальное промывание почвенного профиля; элювиально-аккумулятивные АМЛ плоской вершины, где происходит как вертикальный нисходящий ток влаги, так и ее локальная аккумуляция в микропонижениях.

Оценка последствий компоста многоцелевого назначения на продуктивность культур и биологические свойства почв изучалась при сравнении двух полей:

1) тестовое поле, на котором в 2013 году однократно был внесен КМН в дозе 12 т/га и в массе которого в пересчете на действующее вещество содержалось 300 кг азота, 180 кг фосфора и 120 кг калия;

2) контрольное поле – без КМН.

В остальном на контрольном и тестовом полях антропогенное воздействие было однотипным, что позволило вычленив влияние на почвы и растения не только КМН, но и различных ландшафтных условий.

Каждое поле разбили на 30 одинаковых делянок. Учетная площадь делянки – 23,3 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная.

Зернотравяной севооборот включал чередование следующих культур:

Таблица 1

**Последствие КМН на продуктивность культур севооборота (т/га к. ед.)  
в различных агромикрорландшафтных условиях**

| Севооборот                                        | Агромикрорландшафты* |      |      |      |      |      |      | НСР <sub>05</sub> |
|---------------------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
|                                                   | 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |                   |
| Тестовое поле                                     |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| 2013 г. – яровая пшеница                          | 1,89                 | 2,13 | 1,41 | 2,53 | 2,27 | 2,00 | 2,55 | 0,39              |
| 2014 г. – рапс яровой                             | 3,77                 | 4,38 | 4,84 | 4,20 | 4,48 | 3,10 | 3,79 | 1,00              |
| 2015 г. – озимая рожь                             | 2,80                 | 3,01 | 3,79 | 4,04 | 4,10 | 3,01 | 3,36 | 0,50              |
| 2016 г. – овес + многолетние травы                | 2,00                 | 2,69 | 3,50 | 3,28 | 3,08 | 2,73 | 3,03 | –                 |
| 2017 г. – многолетние травы 1-го года пользования | 3,86                 | 7,16 | 6,56 | 7,52 | 6,85 | 3,40 | 3,52 | –                 |
| 2018 г. – многолетние травы 2-го года пользования | 4,07                 | 7,94 | 9,04 | 5,56 | 4,46 | 6,17 | 6,10 | 2,30              |
| 2019 г. – многолетние травы 3-го года пользования | 0,20                 | 0,63 | 0,76 | 0,99 | 0,49 | 1,12 | 0,88 | 0,08              |
| Контрольное поле                                  |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| 2013 г. – яровая пшеница                          | 1,56                 | 1,99 | 1,24 | 1,90 | 1,68 | 1,92 | 2,09 | 0,40              |
| 2014 г. – рапс яровой                             | 3,26                 | 2,45 | 2,44 | 2,72 | 2,10 | 1,89 | 2,30 | 0,60              |
| 2015 г. – озимая рожь                             | 3,13                 | 3,13 | 2,91 | 2,80 | 3,02 | 3,13 | 3,05 | –                 |
| 2016 г. – овес + многолетние травы                | 2,79                 | 2,97 | 3,20 | 3,01 | 3,13 | 3,13 | 2,80 | 0,44              |
| 2017 г. – многолетние травы 1-го года пользования | 3,11                 | 4,81 | 5,01 | 4,51 | 3,45 | 3,54 | 2,79 | 1,40              |
| 2018 г. – многолетние травы 2-го года пользования | 3,33                 | 3,37 | 5,45 | 6,08 | 5,76 | 9,79 | 7,60 | 1,48              |
| 2019 г. – многолетние травы 3-го года пользования | 0,28                 | 0,30 | 0,55 | 0,63 | 0,41 | 0,56 | 0,68 | 0,08              |

Примечание: \* агромикрорландшафты: 1 – транзитно-аккумулятивный южного склона, 2 – транзитный южного склона, 3 – элювиально-транзитный южного склона, 4 – элювиально-аккумулятивный, 5 – элювиально-транзитный северного склона, 6 – транзитный северного склона, 7 – транзитно-аккумулятивный северного склона.

Table 1

**The aftereffect of multi-purpose compost on the productivity of crop rotation (t/ha of feed units)  
in various agromicrolandscape conditions**

| Crop rotation                         | Agromicrolandscapes* |      |      |      |      |      |      | LSD <sub>05</sub> |
|---------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
|                                       | 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |                   |
| Test field                            |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| 2013 – spring wheat                   | 1.89                 | 2.13 | 1.41 | 2.53 | 2.27 | 2.00 | 2.55 | 0.39              |
| 2014 – spring rape                    | 3.77                 | 4.38 | 4.84 | 4.20 | 4.48 | 3.10 | 3.79 | 1.00              |
| 2015 – winter rye                     | 2.80                 | 3.01 | 3.79 | 4.04 | 4.10 | 3.01 | 3.36 | 0.50              |
| 2016 – oats + perennial herbs         | 2.00                 | 2.69 | 3.50 | 3.28 | 3.08 | 2.73 | 3.03 | –                 |
| 2017 – perennial herbs 1 year of use  | 3.86                 | 7.16 | 6.56 | 7.52 | 6.85 | 3.40 | 3.52 | –                 |
| 2018 – perennial herbs 2 years of use | 4.07                 | 7.94 | 9.04 | 5.56 | 4.46 | 6.17 | 6.10 | 2.30              |
| 2019 – perennial herbs 3 years of use | 0.20                 | 0.63 | 0.76 | 0.99 | 0.49 | 1.12 | 0.88 | 0.08              |
| Control field                         |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| 2013 – spring wheat                   | 1.56                 | 1.99 | 1.24 | 1.90 | 1.68 | 1.92 | 2.09 | 0.40              |
| 2014 – spring rape                    | 3.26                 | 2.45 | 2.44 | 2.72 | 2.10 | 1.89 | 2.30 | 0.60              |
| 2015 – winter rye                     | 3.13                 | 3.13 | 2.91 | 2.80 | 3.02 | 3.13 | 3.05 | –                 |
| 2016 – oats + perennial herbs         | 2.79                 | 2.97 | 3.20 | 3.01 | 3.13 | 3.13 | 2.80 | 0.44              |
| 2017 – perennial herbs 1 year of use  | 3.11                 | 4.81 | 5.01 | 4.51 | 3.45 | 3.54 | 2.79 | 1.40              |
| 2018 – perennial herbs 2 years of use | 3.33                 | 3.37 | 5.45 | 6.08 | 5.76 | 9.79 | 7.60 | 1.48              |
| 2019 – perennial herbs 3 years of use | 0.28                 | 0.30 | 0.55 | 0.63 | 0.41 | 0.56 | 0.68 | 0.08              |

Note: \* agromicrolandscapes: 1 – transit-accumulative southern slope, 2 – transit southern slope, 3 – eluvial-transit southern slope, 4 – eluvial-accumulative, 5 – eluvial-transit northern slope, 6 – transit northern slope, 7 – transit accumulative northern slope.

Таблица 2

**Некоторые биологические показатели почв в различных агроландшафтных условиях  
после окончания ротации севооборота**

| Показатели                                                   | Агромикрорландшафты* |      |      |      |      |      |      | НСР <sub>05</sub> |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
|                                                              | 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |                   |
| Тестовое поле                                                |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| Микроорганизмы, использующие органический азот, млн/г        | 3,3                  | 4,2  | 2,7  | 5,9  | 2,4  | 5,9  | 12,0 | 0,84              |
| Микроорганизмы, использующие минеральный азот, млн/г         | 16,7                 | 26,4 | 14,0 | 32,4 | 8,6  | 50,5 | 26,1 | 5,55              |
| Фосфатмобилизующие микроорганизмы, млн/г                     | 18,3                 | 40,1 | 12,6 | 30,7 | 10,5 | 36,1 | 33,1 | 7,62              |
| Коэффициент минерализации                                    | 5,1                  | 6,3  | 5,2  | 5,5  | 5,0  | 8,6  | 2,2  | 1,11              |
| Каталазная активность, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /г/мин | 0,50                 | 0,49 | 0,46 | 0,48 | 0,48 | 0,56 | 0,58 | 0,05              |
| Дегидрогеназная активность, мгТФФ/г/сут                      | 1,70                 | 1,65 | 1,86 | 1,81 | 1,68 | 2,85 | 2,03 | 0,20              |
| Окислительно-восстановительный коэффициент                   | 1,43                 | 1,45 | 1,22 | 1,32 | 1,41 | 0,97 | 1,41 | 0,14              |
| Контрольное поле                                             |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| Микроорганизмы, использующие органический азот, млн/г        | 2,1                  | 3,4  | 4,0  | 4,7  | 2,8  | 4,3  | 4,5  | 0,88              |
| Микроорганизмы, использующие минеральный азот, млн/г         | 13,6                 | 11,7 | 21,9 | 12,0 | 22,5 | 12,5 | 33,0 | 4,19              |
| Фосфатмобилизующие микроорганизмы, млн/г                     | 26,9                 | 21,8 | 38,2 | 19,4 | 14,9 | 13,5 | 21,4 | 4,99              |
| Коэффициент минерализации                                    | 6,5                  | 3,4  | 5,5  | 2,6  | 8,0  | 2,9  | 7,3  | 1,86              |
| Каталазная активность, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /г/мин | 0,42                 | 0,35 | 0,41 | 0,40 | 0,34 | 0,39 | 0,45 | 0,05              |
| Дегидрогеназная активность, мгТФФ/г/сут                      | 1,55                 | 1,55 | 1,54 | 1,61 | 1,81 | 1,93 | 2,04 | 0,15              |
| Окислительно-восстановительный коэффициент                   | 1,33                 | 1,11 | 1,31 | 1,23 | 0,92 | 0,99 | 1,08 | 0,11              |

Примечание: \* агромикрорландшафты – см. таблицу 1.

Table 2

**Some biological indicators of soils in various agrolandscape conditions after the end of crop rotation**

| Indicators                                               | Agromicrolandscapes* |      |      |      |      |      |      | LSD <sub>05</sub> |
|----------------------------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|-------------------|
|                                                          | 1                    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |                   |
| Test field                                               |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| Microorganisms using organic nitrogen, million/g         | 3.3                  | 4.2  | 2.7  | 5.9  | 2.4  | 5.9  | 12.0 | 0.84              |
| Microorganisms using mineral nitrogen, million/g         | 16.7                 | 26.4 | 14.0 | 32.4 | 8.6  | 50.5 | 26.1 | 5.55              |
| Phosphate mobilizing microorganisms, million/g           | 18.3                 | 40.1 | 12.6 | 30.7 | 10.5 | 36.1 | 33.1 | 7.62              |
| Coefficient of mineralization                            | 5.1                  | 6.3  | 5.2  | 5.5  | 5.0  | 8.6  | 2.2  | 1.11              |
| Catalase activity, cm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /g/min | 0.50                 | 0.49 | 0.46 | 0.48 | 0.48 | 0.56 | 0.58 | 0.05              |
| Dehydrogenase activity, mg triphenyl formazan/g/day      | 1.71                 | 1.65 | 1.86 | 1.81 | 1.68 | 2.85 | 2.03 | 0.20              |
| Redox ratio                                              | 1.43                 | 1.45 | 1.22 | 1.32 | 1.41 | 0.97 | 1.41 | 0.14              |
| Control field                                            |                      |      |      |      |      |      |      |                   |
| Microorganisms using organic nitrogen, million/g         | 2.1                  | 3.4  | 4.0  | 4.7  | 2.8  | 4.3  | 4.5  | 0.88              |
| Microorganisms using mineral nitrogen, million/g         | 13.6                 | 11.7 | 21.9 | 12.0 | 22.5 | 12.5 | 33.0 | 4.19              |
| Phosphate mobilizing microorganisms, million/g           | 26.9                 | 21.8 | 38.2 | 19.4 | 14.9 | 13.5 | 21.4 | 4.99              |
| Coefficient of mineralization                            | 6.5                  | 3.4  | 5.5  | 2.6  | 8.0  | 2.9  | 7.3  | 1.86              |
| Catalase activity, cm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /g/min | 0.42                 | 0.35 | 0.41 | 0.40 | 0.34 | 0.39 | 0.45 | 0.05              |
| Dehydrogenase activity, mg triphenyl formazan/g/day      | 1.55                 | 1.55 | 1.54 | 1.61 | 1.81 | 1.93 | 2.04 | 0.15              |
| Redox ratio                                              | 1.33                 | 1.11 | 1.31 | 1.23 | 0.92 | 0.99 | 1.08 | 0.11              |

Note: \* agromicrolandscapes – see table 1.

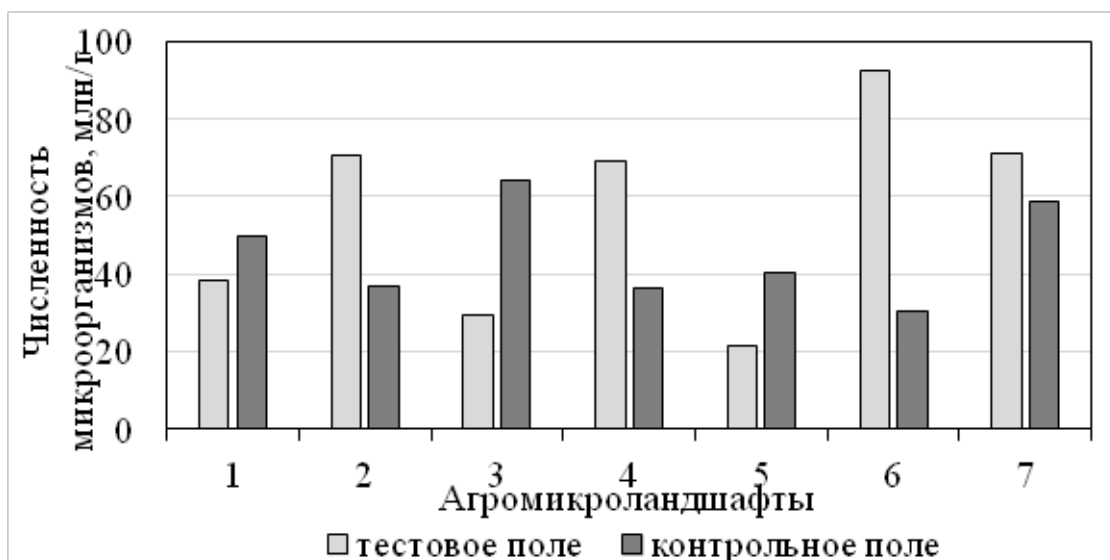


Рис. Суммарная численность исследуемых микроорганизмов  
Варианты агромикрорландшафтов – см. таблицу 1

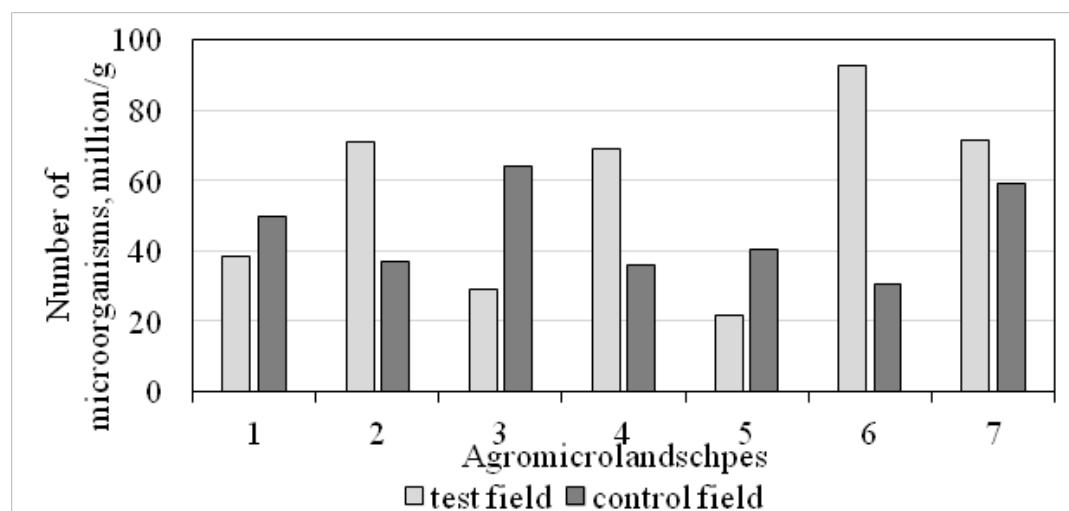


Fig. The total number of studied microorganisms  
Options agromicrolandscapes – see table 1.

- 1) яровая пшеница;
- 2) рапс (на сидерат);
- 3) озимая рожь;
- 4) овес + травы;
- 5) травы 1-го года пользования;
- 6) травы 2-го года пользования;
- 7) травы 3-го года пользования.

В 2019 году, помимо определения продуктивности злакобобовых травостоев 3 г. п. (тимофеевка луговая «ВИК-9», клевер красный луговой «ВИК -7»), после окончания ротации севооборота на тестовом и контрольном полях в пределах каждого АМЛ было отобрано по одному усредненному образцу пахотного горизонта почв для определения некоторых биологических показателей (численности отдельных групп микроорганизмов и ферментативной активности).

Численность микроорганизмов определяли методом посева на плотные питательные среды: использующие органический азот – на мясо-пептонном агаре; использующие минеральный азот – на крахмало-аммиачном агаре, микроорганизмы; мобилизующие фосфорорганические соединения – на питательной среде Менкиной. Интенсив-

ность минерализационных процессов в почве оценивали по значению условного коэффициента минерализации, определяемого через отношение численности микроорганизмов, потребляющих минеральные формы азота, к численности микроорганизмов, потребляющих органические формы азота.

Ферментативную активность почвы исследовали на примере окислительно-восстановительной пары ферментов – каталазы и НАДН<sub>2</sub>-дегидрогеназы. Активность каталазы определялась газометрическим методом; метод определения активности дегидрогеназы основан на определении количества красного трифенилформазана, образующего под воздействием этого фермента бесцветную соль трифенилтетразолия хлористого. Определением соотношения каталазной и дегидрогеназной активности, выраженных в условных единицах, находили окислительно-восстановительный коэффициент (ОВК), который наглядно демонстрировал изменения, происходящие в почве: преобладание либо процессов распада органики (ОВК > 1), либо процессов ее синтеза (ОВК < 1). Наиболее устойчивой почвенной системой считается значение ОВК, близкое к 1.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel 2003, STATGRAPHICS Centurion XVI.II.

### Результаты (Results)

Внесение органических удобрений или компостов в первую очередь направлено на повышение продуктивности возделываемых культур. В исследуемом севообороте продуктивность культур зависела и от действия компоста, и от условий агромикрорландшафтов [14, с. 20–21].

Поскольку максимальный эффект от КМН, как и от любого органического удобрения, в отличие от минерального, проявляется несколько позже, то первый год сложно считать показательным. Однако далее на элювиальных и элювиально-транзитных позициях тестового поля на протяжении нескольких лет наблюдалась практически самая высокая продуктивность культур, причем на второй и пятый год ее увеличение достигало 100 % (таблица 1). На контрольном поле каких-либо четких закономерностей выявлено не было.

В 2018 и 2019 годах определенную зависимость не выявили, однако максимальная и высокая урожайность сена многолетних трав была получена на транзитных агромикрорландшафтах. Следовательно, наблюдалось ослабление комплексного влияния КМН и агромикрорландшафтов на продуктивность возделываемых культур. По-видимому, постепенное затухание воздействия КМН привело к усилению влияния других факторов, которые в последние годы стали ключевыми при формировании урожайности.

Известно [15, с. 152], что длительное применение органических удобрений оказывает влияние на микробное сообщество в почве, его биологическую активность и определяет направленность почвенных процессов.

Анализ численности отдельных групп микроорганизмов и активности оксидоредуктаз в почве всех исследуемых агромикрорландшафтов позволил установить, что в почве тестового поля определяемые показатели в целом превышали контрольное поле (таблица 2). Тем не менее достоверных различий для каждого конкретного показателя между рассматриваемыми полями не выявили. Исключение составила каталазная активность, достоверное увеличение которой на тестовом поле подтвердил дисперсионный анализ ( $HCp_{05} = 0,045$ ).

Численность исследуемых микроорганизмов на всех агромикрорландшафтах тестового поля, за исключением верхних частей склонов обеих экспозиций и нижней части южного склона, в сравнении с контрольным полем была выше.

Так, на транзитных местоположениях последствие КМН в первую очередь отразилось на развитии амилазных и фосфатмобилизирующих микроорганизмов – их суммарная численность на южном склоне приблизительно в 2 раза выше, чем на соответствующем агромикрорландшафте контрольного поля, а на северном склоне – более чем в 3 раза. Напротив, на элювиально-транзитной позиции (верхней части склона) контрольного поля суммарная численность азоттрансформирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов примерно в 2 раза выше, чем в аналоге по фону КМН (см. рисунок). Такое снижение чис-

ленности исследуемых микроорганизмов на седьмой год после внесения компоста, возможно, связано с тем, что преимущественно на элювиально-транзитных позициях верхних частей склонов в предыдущие годы была получена максимальная урожайность возделываемых культур и, соответственно, происходил более высокий вынос питательных элементов.

Рисунок наглядно демонстрирует, что на седьмой год после внесения КМН наибольшая суммарная численность исследуемых микроорганизмов наблюдается на плоской вершине и в транзитных местоположениях, причем максимальная – на транзитном АМЛ северного склона. На данном агромикрорландшафте выявлена и максимальная активность оксидоредуктаз.

Ферментативную активность почв можно рассматривать как интегральный показатель функциональной активности микрофлоры в различных экологических условиях. Каталазная активность на тестовом поле выше, чем на контрольном, усиление под воздействием КМН, дегидрогеназной активности наблюдалось только на южном склоне. При этом дегидрогеназная активность контрольного поля на южном склоне практически не меняется в пространстве, а на северном плавно увеличивается вниз по склону (таблица 2).

В транзитном агромикрорландшафте северного склона наблюдались наиболее оптимальные значения ОВК, что свидетельствует о взаимосвязанных процессах распада сложных веществ и синтеза вторичных метаболитов. При этом на контрольном поле, судя по развитию исследуемых микроорганизмов и коэффициенту минерализации, интенсивность почвенных процессов трансформации существенно ниже, чем на тестовом поле (таблица 2).

Максимальная урожайность сена многолетних трав 3-го года пользования в 2019 году на тестовом поле была получена на транзитном агромикрорландшафте северного склона – там, где выявлены максимальная численность исследуемых микроорганизмов и наиболее высокая активность окислительно-восстановительной пары ферментов (каталазы и дегидрогеназы) при оптимальном значении рассчитанного ОВК.

Сопоставление всех полученных результатов и проведение корреляционного анализа показали, что внесение КМН изменяет характер связей в микробоценозе. На тестовом поле в отличие от контрольного нами обнаружено несколько достоверных корреляционных зависимостей между исследуемыми параметрами: например, между численностью микроорганизмов, использующих органический азот, и каталазной активностью почвы ( $r = 0,82$ ); между численностью микроорганизмов, использующих минеральный азот, и дегидрогеназной активностью почвы ( $r = 0,82$ ); между численностью фосфатмобилизирующих микроорганизмов и использующих минеральный азот ( $r = 0,79$ ) и др. При этом урожайность многолетних трав на седьмой год после внесения КМН достоверно связана с суммой *N*-трансформирующих микроорганизмов ( $r = 0,78$ ) и, в частности, с содержанием микроорганизмов, использующих минеральный азот ( $r = 0,76$ ). Обнаружение на тестовом поле тесных взаимосвязей между микроорганиз-

мами, их биохимической активностью и урожайностью позволяет предположить, что внесенный в 2013 году КМН сформировал достаточно устойчивую почвенную систему.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенный мониторинг последствий компоста многоцелевого назначения на продуктивность исследуемого севооборота показал, что влияние КМН на растения и почвы сопряжено с агромикрорландшафтными условиями: на протяжении пяти лет стабильно высокая продуктивность возделываемых культур получена в вариантах с элювиальными почвенными процессами. Далее зависимость «агромикрорландшафт – КМН – продуктивность культур» ослабевала.

КМН способствовал сохранению почвенного плодородия, которое во многом определяется численностью почвенной микрофлоры, интенсивностью и направленностью ее биохимической деятельности. Исследование отдельных биологических показателей почвы после окончания ротации севооборота позволило установить, что КМН и спустя семь лет после внесения обладал пролонгированным действием, продолжая интенсифицировать почвенные процессы: численность определяемых микроорганизмов и активность оксидоредуктаз во всех исследуемых агромикрорландшафтах в целом выше по сравнению с контрольным полем. На тестовом поле под влиянием КМН была сформирована весьма устойчивая почвенно-микробная система, что подтверждают обнаруженные корреляционные зависимости.

### Библиографический список

1. Завьялова Н. Е., Широких И. Г., Косолапова А. И., Широких А. А. Микробная трансформация органического вещества дерново-подзолистой почвы Предуралья при различном использовании и внесении минеральных удобрений // Теоретическая и прикладная экология. 2019. № 1. С. 102–110. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-1-102-110.
2. Dobrovol'skaya T. G., Zvyagintsev D. G., Chernov I. Y., Golovchenko A. V., Zenova G. M., Lysak L. V., Manucharova N. A., Marfenina O. E., Polyanskaya L. M., Stepanov A. L., Umarov M. M. The Role of Microorganisms in the Ecological Functions of Soils // Eurasian Soil Science. 2015. Vol. 48. No. 9. Pp. 959–967. DOI: 10.1134/S1064229315090033.
3. Никитин Д. А., Чернов Т. И., Железова А. Д., Тхакахова А. К., Никитина С. А., Семенов М. В., Ксенофонтowa Н. А., Кутовая О. В. Сезонная динамика биомассы микроорганизмов в дерново-подзолистой почве // Почвоведение. 2019. № 11. С. 1356–1364. DOI: 10.1134/S0032180X19110078.
4. Gorobtsova O. N., Gedgafova F. V., Uligova T. S., Tembotov R. K. A Comparative Assessment of the Biological Properties of Soils in the Cultural and Native Cenoses of the Central Caucasus (Using the Example of the Terskii variant of Altitudinal Zonality in Kabardino-Balkaria) // Eurasian Soil Science. 2016. Vol. 49. No. 1. Pp. 89–94. DOI: 10.1134/S1064229316010063.
5. Иванов А. И., Иванова Ж. А., Цыганова Н. А. Эффективность дифференциации доз удобрений в зернопаровом звене севооборота // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 1. С. 20–24.
6. Антоненко Д. А., Белюченко И. С., Гукалов В. В., Корунчикова В. В., Мельник О. А., Никифорова Ю. Ю., Ткачук Л. Н. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография / Под ред. И. С. Белюченко. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2018. 181 с.
7. Ковалев Н. Г., Рабинович Г. Ю., Полозова В. Г. Научное обеспечение развития экологически безопасных систем переработки и использования навоза и помета // Вестник ВНИИМЖ. 2015. № 2 (18). С. 73–80.
8. Иванов Д. А., Ковалев Н. Г., Рублюк М. В., Карасева О. В. Влияние компоста многоцелевого назначения на продуктивность звена севооборота в различных ландшафтных условиях // Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: материалы международной научно-практической конференции. Тверь, 2015. С. 30–33.
9. Рублюк М. В., Иванов Д. А. Влияние ландшафтных условий на биологические свойства почвы в посевах покровного овса // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа эффективного использования мелиорированных земель: материалы международной научно-практической конференции. Тверь, 2017. С. 145–151.
10. Иванов Д. А. Влияние компоста многоцелевого назначения на биологическую активность почв агроландшафта // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 6 (72). С. 11–16.
11. Болтаев С. М., Назаров Р. С. Последствие органоминеральных компостов на плодородие почвы и продуктивность растений // Актуальные проблемы современной науки. 2016. № 1 (86). С. 174–178.
12. Никифорова Ю. Ю. Последствие сложного компоста на почвенную мезофауну и свойства чернозема обыкновенного // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 1. С. 83–89.
13. Мерзлая Г. Е., Федулова А. Д., Постников Д. А. Влияние систем удобрения с использованием навоза и компостов в последствии на микробиологическую активность почвы и урожайность овса // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: сборник статей по материалам научной экологической конференции. Краснодар, 2018. С. 132–135.
14. Иванов Д. А., Карасева О. В. Оценка эффективности компоста многоцелевого назначения на осушаемых землях // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: сборник статей по материалам научной экологической конференции. Краснодар, 2018. С. 19–22.

15. Завьялова Н. Е., Широких И. Г., Ямалтдинова В. Р. Микробиологическое состояние дерново-подзолистой почвы Предуралья при длительном применении органических и минеральных удобрений // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 151–159. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-1-151-159.

#### Об авторах:

Дмитрий Анатольевич Иванов<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник отдела мониторинга состояния и использования осушаемых земель ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0002-2588-272X, AuthorID 110044;

+7 920 693-27-57, volok234@yandex.ru

Галина Юрьевна Рабинович<sup>1</sup>, доктор биологических наук, профессор, директор ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0002-5060-6241, AuthorID 111233; +7 (4822) 378-544, vniimz@list.ru

Наталья Викторовна Фомичева<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела биотехнологий ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0002-2272-7767, AuthorID 111239; +7 910 841-85-41, nvfomi@mail.ru

Ольга Николаевна Анциферова<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий ВНИИМЗ – филиала ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ORCID 0000-0001-5494-710X, AuthorID 110045; +7 930 174-17-45, 2016vniimz-noo@list.ru

<sup>1</sup> ФИЦ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», Москва, Россия

## Monitoring the aftereffect of multi-purpose compost in various agromicrolandscape conditions

D. A. Ivanov<sup>1</sup>, G. Yu. Rabinovich<sup>1</sup>, N. V. Fomicheva<sup>1</sup>, O. N. Antsiferova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

✉E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

**Abstract.** At All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – a branch of the FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute developed and successfully used multi-purpose compost obtained by fermentation of organic raw materials. **The purpose** of this work was to monitor the aftereffect of KMN, which consists in studying the productivity of seven-year crop rotation in various agrolandscape conditions and determining some biological indicators of soils at the end of rotation. **Methodology and research methods.** The studies were carried out on the agroecological transect of the All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands testing ground, which intersects all landscape micropositions of the end moraine hill. The transect is divided into two parallel options (test field and control), identical in landscape terms. On the test field, under the laying of a seven-year grain-grass crop rotation, 12 t / ha of multi-purpose compost was added. Subsequent agrotechnological operations on the options were the same. **Results.** It has been established that over several years the highest productivity of crop rotation crops was obtained at eluvial and eluvial-transit positions of the test field. Further, the dependence of agromicrolandscape – multi-purpose compost – productivity of cultivated crops weakened. After the rotation of the crop rotation was completed, some biological indicators of soils were monitored. It was found that the number of nitrogen-transforming and phosphate-mobilizing microorganisms, as well as the activity of catalase and dehydrogenase enzymes in the test field is generally higher than in the control. Correlation analysis revealed several reliable relationships between the studied parameters on the test field. The main conclusion is that the effective aftereffect of multi-purpose compost is limited to five years of cultivating crops on soils with eluvial processes. Moreover, the application of KMN for seven years contributed to the preservation of soil fertility, ensured the formation of a more stable soil-microbial system, which is confirmed by the revealed correlation dependencies. **Scientific novelty.** New knowledge was gained about the long-term effect of compost on crop rotation productivity and biological indicators of soil properties at the end of rotation.

**Keywords:** monitoring, multi-purpose compost, aftereffect, soil, agromicrolandscapes, crop rotation productivity, microorganisms, enzymatic activity, correlation dependence.

**For citation:** Ivanov D. A., Rabinovich G. Yu., Fomicheva N. V., Antsiferova O. N. Monitoring posledeystviya komposta mnogotselevogo naznacheniya v razlichnykh agromikrolandshaftnykh usloviyakh [Monitoring the aftereffect of multi-purpose compost in various agromicrolandscape conditions] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 9–18. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-9-18. (In Russian.)

**Paper submitted:** 15.06.2020.

## References

1. Zav'yalova N. E., Shirokikh I. G., Kosolapova A. I., Shirokikh A. A. Mikrobnaya transformatsiya organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoy pochvy Predural'ya pri razlichnom ispol'zovanii i vnesenii mineral'nykh udobreniy [Microbial transformation of organic matter of sod-podzolic soils in the Pre-Urals under conditions of different use and application of mineral fertilizers] // Theoretical and Applied Ecology. 2019. No 1. Pp. 102–110. DOI: 10.25750/1995-4301-2019-1-102-110 (In Russian.)
2. Dobrovol'skaya T. G., Zvyagintsev D. G., Chernov I. Y., Golovchenko A. V., Zenova G. M., Lysak L. V., Manucharova N. A., Marfenina O. E., Polyanskaya L. M., Stepanov A. L., Umarov M. M. The Role of Microorganisms in the Ecological Functions of Soils // Eurasian Soil Science. 2015. Vol. 48. No. 9. Pp. 959–967. DOI: 10.1134/S1064229315090033.
3. Nikitin D. A., Chernov T. I., Zhelezova A. D., Tkhakakhova A. K., Nikitina S. A., Semenov M. V., Ksenofontova N. A., Kutovaya O. V. Sezonnaya dinamika biomassy mikroorganizmov v dernovo-podzolistoy pochve [Seasonal dynamics of microbial biomass in soddy-podzolic soil] // Pochvovedeniye. 2019. No. 11. Pp. C. 1356–1364. doi: 10.1134/S0032180X19110078 (In Russian.)
4. Gorobtsova O. N., Gedgafova F. V., Uligova T. S., Tembotov R. K. A Comparative Assessment of the Biological Properties of Soils in the Cultural and Native Cenoses of the Central Caucasus (Using the Example of the Terskii variant of Altitudinal Zonality in Kabardino-Balkaria) // Eurasian Soil Science. 2016. Vol. 49. No. 1. Pp. 89–94. DOI: 10.1134/S1064229316010063.
5. Ivanov A. I., Ivanova Zh. A., Tsyganova N. A. Effektivnost' differentsiatsii doz udobreniy v zernoparovom zvene sevooborota [Effectiveness of differentiation of fertilizers doses in grain fallow crop rotation link] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2019. No. 1. Pp. 20–24. (In Russian.)
6. Antonenko D. A., Belyuchenko I. S., Gukalov V. V., Korunchikova V. V., Mel'nik O. A., Nikiforenko YU. YU., Tkachuk L. N. Slozhnyy kompost i yego vliyaniye na svoystva pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: monografiya [Complex compost and its effect on soil properties and crop productivity: monograph] / Under the editorship of I. S. Belyuchenko. Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. I. T. Trubilina, 2018. 181 p. (In Russian.)
7. Kovalev N. G., Rabinovich G. Yu., Polozova V. G. Nauchnoye obespecheniye razvitiya ekologicheskii bezopasnykh sistem pererabotki i ispol'zovaniya navoza i pometa [Scientific support for the development of environmentally friendly systems for the processing and use of manure and litter] // Vestnik VNIIMZH. 2015. No. 2 (18). Pp. 73–80. (In Russian.)
8. Ivanov D. A., Kovalev N. G., Rublyuk M. V., Karaseva O. V. Vliyaniye komposta mnogotselevogo naznacheniya na produktivnost' zvena sevooborota v razlichnykh landshaftnykh usloviyakh [The effect of multi-purpose compost on the productivity of a crop rotation link in various landscape conditions] // Ispol'zovaniye meliorirovannykh zemel' – sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya meliorativnogo zemledeliya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2015. Pp. 30–33. (In Russian.)
9. Rublyuk M. V., Ivanov D. A. Vliyaniye landshaftnykh usloviy na biologicheskiiye svoystva pochvy v posevakh pokrovnogo ovsa [Influence of landscape conditions on the biological properties of the soil in cover oats] // Adaptivno-landshaftnyye sistemy zemledeliya – osnova effektivnogo ispol'zovaniya meliorirovannykh zemel': materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tver, 2017. Pp. 145–151. (In Russian.)
10. Ivanov D. A. Vliyaniye komposta mnogotselevogo naznacheniya na biologicheskuyu aktivnost' pochv agrolandshafta [Influence of multipurpose compost on biological activity of soils of cultivated land] // International Research Journal. 2018. No. 6 (72). Pp. 11–16. (In Russian.)
11. Boltayev S. M., Nazarov R. S. Posledeystviye organomineral'nykh kompostov na plodorodiye pochvy i produktivnost' rasteniy [The effect of organic mineral composts on soil fertility and plant productivity] // Aktual'nyye problemy sovremennoy nauki. 2016. No. 1 (86). Pp. 174–178. (In Russian.)
12. Nikiforenko Yu. Yu. Posledeystviye slozhnogo komposta na pochvennyuyu mezofaunu i svoystva chernozema obyknovennogo [The consequences of complex compost on soil mesofauna and properties of the chernozeme of the general] // The North Caucasus Ecological Herald. 2019. T. 15. No. 1. Pp. 83–89. (In Russian.)
13. Merzlaya G. E., Fedulova A. D., Postnikov D. A. Vliyaniye sistem udobreniya s ispol'zovaniyem navoza i kompostov v posledeystvii na mikrobiologicheskuyu aktivnost' pochvy i urozhaynost' ovsa [The effect of fertilizer systems using manure and compost in the aftermath on the microbiological activity of the soil and the yield of oats] // Ekologicheskiiye problemy razvitiya agrolandshaftov i sposoby povysheniya ikh produktivnosti: sbornik statey po materialam nauchnoy ekologicheskoy konferentsii. Krasnodar, 2018. Pp. 132–135. (In Russian.)
14. Ivanov D. A., Karaseva O. V. Otsenka effektivnosti komposta mnogotselevogo naznacheniya na osushayemykh zemlyakh [Evaluation of the effectiveness of multi-purpose compost on drained lands] // Ekologicheskiiye problemy razvitiya agrolandshaftov i sposoby povysheniya ikh produktivnosti: sbornik statey po materialam nauchnoy ekologicheskoy konferentsii. Krasnodar, 2018. Pp. 19–22. (In Russian.)
15. Zav'yalova N. E., Shirokikh I. G., Yamaltdinova V. R. Mikrobiologicheskoye sostoyaniye dernovo-podzolistoy pochvy Predural'ya pri dlitel'nom primenenii organicheskikh i mineral'nykh udobreniy [Microbiological status of the Pre-Urals sod-podzolic soil with long-term use of organic and mineral fertilizers] // Theoretical and Applied Ecology. 2020. No 1. Pp. 151–159. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-1-151-159 (In Russian.)

**Authors' information:**

Dmitriy A. Ivanov<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor, chief researcher of department for monitoring the status and use of drained lands All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – a branch of the FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID 0000-0002-2588-272X, AuthorID 110044; +7 920 693-27-57, [volok234@yandex.ru](mailto:volok234@yandex.ru)

Galina Yu. Rabinovich<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, professor, director of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – a branch of the FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID 0000-0002-5060-6241, AuthorID 111233; +7 (4822) 378-544, [vniimz@list.ru](mailto:vniimz@list.ru)

Natalia V. Fomicheva<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher of department of biotechnology of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – a branch of the FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID 0000-0002-2272-7767, AuthorID 111239; +7 910 841-85-41, [nvfomi@mail.ru](mailto:nvfomi@mail.ru)

Olga N. Antsiferova<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, leading researcher of department of biotechnology of All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – a branch of the FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID 0000-0001-5494-710X, AuthorID 110045; +7 930 174-17-45, [2016vniimz-noo@list.ru](mailto:2016vniimz-noo@list.ru)

<sup>1</sup> Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

## Developing a parent material for breeding forage rye in conditions of Bashkortostan

A. Kh. Shakirzyanov<sup>1</sup>, I. M. Nikonorova<sup>1</sup>✉, V. A. Agafonova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bashkiria Research Agricultural Institute, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉E-mail: ilyusya.nikonorova@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the research is to create source material for breeding forage rye that combines stable productivity over the years, high protein content in the grain, and low content of water-soluble pentosans. The object of research was winter rye. **Research methods** Research on these tasks was carried out in 2016–2018 in the conditions of the South-Western Urals using generally accepted methods. The predecessor is dead fallow. Soil is chernozem with a predominance of leached, typical and carbonate varieties with the following agrochemical indicators: humus content in the topsoil – 7–9 %, pH<sub>value</sub> – 7.2–7.6, total nitrogen in the arable layer of the soil – 0.4 %, mobile potassium and phosphorus (according to Machigin) – respectively 20.5 mg / 100 g and 10.2 mg / 100 g of dry soil, calcium – 5.6 %. The recommended rate of mineral fertilizers is N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. **Scientific novelty.** For the first time, 3 promising winter rye varieties selected in the Bashkir scientific research Institute and 2 samples of the All-Union Research Institute of Plant Breeding were studied in climatic conditions of south-western Cis-Ural. The content of water-soluble polysaccharides (WSP) and the water extract viscosity (WEV) were evaluated. The breeding value of plants was studied. **Results** The main indicators of the nutritional quality of winter rye grain are found to depend on both the variety (genotype) and the influence of external conditions (phenotype). It was detected that the content of water-soluble polysaccharides and the dynamic viscosity of the grain meal water extract are in a linear relationship ( $r = 0.98$ ). They are unstable indicators and have a variable character. There are two varieties (Kombaynnay 3 i Krupnozernaya 2) with the lowest WSP and WEV values and a high protein content in the grain. They can serve as source material to develop fodder crops in conditions of the Republic of Bashkortostan. The rye WEV was found to increase significantly in dry years, and decrease in wet years. The comparative evaluation of grain crops showed that the WEV of winter rye exceeded that of winter wheat by 3.5 times, spring wheat by 3.7 times, and winter triticale by 3.1 times. It was found that the samples with lower WSP and WEV indicators had small grains, low grain unit and higher protein content.

**Keywords:** winter rye, water extract viscosity, water-soluble polysaccharides, weight per 1000 kernel, feed quality.

**For citation:** Shakirzyanov A. Kh., Nikonorova I. M., Agafonova V. A. Developing a parent material for breeding forage rye in conditions of Bashkortostan // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 19–24. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-19-24. (In Russian.)

**Paper submitted:** 03.06.2020.

### Introduction

Rye is a multipurpose crop. Winter rye is one of the most important agricultural crops because of its high adaptive capacity and stable grain yield. It is the best precursor for many crops. Winter rye has a beneficial agrotechnical effect. Due to its vigorous tillering and rapid growth, it suppresses the growth of many weeds. It is grown for rye bread and fodder production as well as a technical raw material in the starch, alcohol and distillery industries [1, p. 225]. Winter rye is a crop that can be grown continuously on the same land for many years. Among other grain crops, it has the lowest requirements for soil fertility, fertilizers, herbicides and pesticides, which allows to classify it as a crop of low economic risk. In modern environmental and economic conditions, it is promising to make biofuels from plants. Winter rye is the most suitable and beneficial crop for these purposes. Its main advantage is that in addition to grain, you can use its waste and crushed straw. Winter rye is one of the best cover crops in terms of protecting the soil from erosion. Winter rye makes it possible to reduce

the load on farm machinery during spring crop planting and harvesting. This makes it possible to reduce the number of agricultural machines in a farm, having a positive impact on production efficiency as a whole [2, p. 412].

Winter rye is a plant that can be cultivated in a moderately cold climate. It is the least demanding to soil and climate conditions. In autumn, rye rapidly produces a ground cover and develops a powerful root system. Its biomass is comparable with the ground part of the plant [3, p. 995]. Thanks to this, rye has the ability to maximize the use of autumn-spring moisture, and quickly resume vegetation in spring. Due to the fact that the extensive root system of rye penetrates to a great depth in autumn, it can use nutrients from hard-to-reach compounds [4, p. 19].

However, with all these advantages, the demand for rye grain is extremely low being the reason for the reduced cultivated areas both in Russia and around the world.

According to the Russian Land Statistics the cultivated area for rye in 2019 was 850,3 thousand hectares, which is

13,2 % less than in 2018. The rye acreage decreased by 54.7 % over the past 5 years, 60.4 % for 10 years, 76.6 % by 2001. Winter rye acreage in the Republic of Bashkortostan in 2019 was 119.2 thousand hectares, which is 13.7 % of the total rye area of the Russian Federation.

The gross harvest of rye in the Russian Federation in 2019 amounted to 1,428. 6 thousand tons, being 25.4 % less than in 2018. The yields decreased by 56.5 % over 5 years, 67.0 % for 10 years, 78.5 % by 2001. The Republic of Bashkortostan is leading among other Russian regions in terms of gross rye yields being 229.3 thousand tons (16.0 % of the total yield).

One of the main reasons for the decline in rye planting is the extremely low demand for rye grain from its main consumers, both in the domestic and global markets. The subsequent reduction of rye acreage resulted from plant lodging, significant crop failure during overwintering, and the relatively low purchase price for rye grain [5, p. 38], [6, p. 302].

Currently, one of the most pressing problems is the expanded use of winter rye grain. It is impractical to strive to create all-purpose varieties of rye. It is necessary to create varieties for a specific use, which will fully meet the needs of the consumer. The priority and main task of modern selection of winter rye is to create varieties of different uses, suitable for baking, production of wine, starch, alcohol, malt, syrup, pharmaceuticals, various biopolymers, as well as for animal feed.

Expanding the range of rye grain products will increase demand for it, since they have the most valuable properties for healthy nutrition and are of particular interest as raw materials for dietary products. Undoubtedly, bakery products, as well as diabetic and dietary rye products will have a great purchasing demand [7, p. 6490].

The use of rye grain for animal feeding will strengthen the feed base and provide rational feeding of farm animals. About 8–12 % of the gross yield of winter rye grain is used in production of mixed fodders. Most of the crop are used for early green fodder, as well as for hay, haylage and silage making. In the diet of animals, rye is no more than 20 % of the grain weight.

The main indicator of the nutritional value of grain is the protein content that is, the more protein, the higher the feed quality of rye grain [8, p. 33]. Protein is essential for growth and development. They perform enzymatic, building, and regulatory functions in the cell. Protein is of great importance: its reduction in the diet to 3 % of the recommended rates leads to an enzyme deficiency, having negative effect on the absorption of important nutrients [9, p. 144]. The protein content of the grain depends on both the variety and the conditions of cultivation. Rye grain contains 9–17 % protein, 52–63 %

starch, 1.6–1.9 % fat. The nutritional value of rye protein is superior to other cereals. Rye protein is also rich in lysine, threonine, phenylalanine, arginine, and is more balanced in amino acid composition. It is rich in vitamins, micronutrients and biologically active substances that are necessary for animal nutrition. All these advantages undoubtedly attract livestock breeders. In addition, the price of forage rye is relatively low. However, with all these advantages, rye grain isn't used widely for animal feed. Due to its low taste quality, animals do not readily eat it, and the content of a complex of harmful substances negatively affects digestion. In this regard, the value of winter rye as a forage crop is small. The main reason is that rye contains antinutrients negatively affecting uptake of rye grain nutrients by animals [10, p. 43]. Rye grain for fodder can be used with special enzyme preparations that hydrolyze pentosans or after pre-preparation (extrusion, flattening, canning). However, this leads to an increase in the cost of fodder by more than 30 %. In recent years, it has been proved that the digestion of animals is worsened by pentosans, polymers that together with cellulose, lignin and minerals form the cell walls, intercellular shells of grain, and the thick cell walls of the endosperm aleurone layer. Pentosans, like starch and cellulose, have a high molecular weight and a branched structure of molecules. Nevertheless, unlike starch and cellulose, formed from the remains of glucose molecules (having six carbon atoms in the molecules), pentosans are formed from the remains of arabinose and xylose molecules (having five carbon atoms in the molecules). Hence, there is another name of pentosans – arabinoxylans. This is the very group of active pentosans that have a negative effect on the digestion of domestic animals [11, p. 1045]. The use of winter rye grain in animal feeding is limited due to the content of pentosans in them [12, p. 432].

The cell walls of the grain shells and the aleurone layer of rye are much thicker than in wheat, so the total content of pentosans in rye is higher (7–13 % in rye, 5–7 % in wheat). The content of water-soluble or active pentosans in rye grain is three times higher than in wheat (1.5–3.0 % in rye, 0.5–1.5 % in wheat). Pentosans have the ability to absorb and retain large amounts of water, forming mucus. When grinding grain, pentosans are released, entering the digestive tract as part of the feed, absorb water and form a mucus that covers the food lump and the walls of the stomach and intestines, preventing food digestion. The nutritional value of rye grain can be increased if the content of water-soluble pentosans is reduced by three times. Along with this, the mixed feed industry needs grain with a high protein content.

*Table 1*  
**The content of water-soluble pentosans (WSP) in grain and the water extract viscosity (WEV) of grain meal of different varieties of winter rye (2016–2018)**

| Variety                   | WSP, % |      |      |             | WEV, cSt |      |      |             |
|---------------------------|--------|------|------|-------------|----------|------|------|-------------|
|                           | 2016   | 2017 | 2018 | Average     | 2016     | 2017 | 2018 | Average     |
| <i>Chulpan 7</i>          | 2.54   | 1.69 | 2.92 | <b>2.38</b> | 33.4     | 28.6 | 38.2 | <b>33.4</b> |
| <i>Chulpan 9</i>          | 2.97   | 2.10 | 2.51 | <b>2.53</b> | 36.6     | 25.2 | 29.8 | <b>30.5</b> |
| <i>Pamyati Kunakbaeva</i> | 3.06   | 2.96 | 2.90 | <b>2.97</b> | 45.4     | 44.6 | 45.0 | <b>45.0</b> |
| <i>Kombaynnay 3</i>       | 1.50   | 1.47 | 1.48 | <b>1.48</b> | 8.4      | 5.6  | 6.7  | <b>6.9</b>  |
| <i>Krupnozernaya 2</i>    | 1.58   | 1.43 | 1.52 | <b>1.51</b> | 5.5      | 5.3  | 8.5  | <b>6.4</b>  |

Table 2

**Water extract viscosity (WEV) in different crop varieties (average for 2016–2018, cSt)**

| <b>Winter rye</b>         |                 | <b>Winter wheat</b>              |                 | <b>Spring wheat</b>    |                 | <b>Winter triticale</b>                |                 |
|---------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------|
| <b>Variety</b>            | <b>WEV, cSt</b> | <b>Variety</b>                   | <b>WEV, cSt</b> | <b>Variety</b>         | <b>WEV, cSt</b> | <b>Variety</b>                         | <b>WEV, cSt</b> |
| <i>Chulpan 7</i>          | 33.4            | <i>Bashkirskaya 10</i>           | 6.82            | <i>Ekada 109</i>       | 6.85            | <i>Bashkirskaya korotkostebel'naya</i> | 7.90            |
| <i>Chulpan 9</i>          | 30.5            | <i>Bashkirskaya 3</i>            | 6.93            | <i>Ekada 113</i>       | 6.68            | <i>Bashkirskaya 3</i>                  | 6.98            |
| <i>Pamyati Kunakbaeva</i> | 45.0            | <i>Lyutetsens 9</i>              | 7.26            | <i>Ekada</i>           | 6.73            | <i>Privada</i>                         | 8.10            |
| <i>Kombaynnay 3</i>       | 6.9             | <i>Volzhskaya kachestvennaya</i> | 6.98            | <i>Bashkirskaya 28</i> | 6.30            | <i>Izhevskaya 2</i>                    | 7.76            |
| <i>Krupnozernaya 2</i>    | 6.4             | <i>Bezenchukskaya 380</i>        | 6.91            | <i>Vatan</i>           | 6.49            | <i>Gorka</i>                           | 8.66            |
| <b>Average</b>            | <b>24.44</b>    |                                  | <b>6.98</b>     |                        | <b>6.61</b>     |                                        | <b>7.88</b>     |
| <b>Xmax–Xmin</b>          | <b>38.6</b>     |                                  | <b>0.44</b>     |                        | <b>0.55</b>     |                                        | <b>1.68</b>     |

The above implies the development of technologies for the selection of specialized varieties depending on the purpose of grain use. Thereby, it is necessary to create a selection source material for varieties of each specialization, which will differ in grain quality; study the inheritance of selected characteristics, and determine the selection methods.

There has been discovered a high correlation between the quantitative content of water-soluble pentosans and the viscosity of the water extract of rye grain meal [13, p. 5]. It was found that starch and protein do not affect the viscosity of the water extract. It almost completely ( $r = 0.97$ ) depends on the content of water-soluble arabinoxylans in it. Based on this, it is possible to predict the content of water-soluble pentosans not directly, but indirectly. It can be done by measuring the viscosity of water extract of rye flour using high-precision viscometers [14, p. 28], [15, p. 984]. The water extract viscosity of grain meal makes it possible to evaluate both the baking qualities and the feed advantages of rye grain. Currently, a number of authors have experimentally confirmed the possibility of reliable and rapid prediction of baking and feed qualities of rye by the extracted viscosity, which is very important in breeding work.

In addition to the variety, the content of water-soluble pentosans and the level of the water extract viscosity are greatly influenced by environmental factors: soil type, cultivation technology, harvesting time, storage conditions, and the amount of precipitation after rye heading. The lowest WSP and WEV indicators are observed when the grain-filling period takes place in optimal and medium-arid weather conditions [16, p. 33].

### Methods

Studies of grain samples of winter rye were conducted in the experimental fields of the Chishminsky plant breeding center of the Bashkir Scientific Research Institute of Agriculture – Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences in the pre-Ural steppe zone of the Ural region in 2016–2018. The research targets were 3 promising varieties of their own selection and 2 from the collection of the All-Russian Plant Growing Institute. The material for research was grown annually in an isolated field of crop rotation. Grain for analysis was grinded in a laboratory mill. The WSP content in winter rye samples was determined using the method of A. I. Ermakov. The main idea of the method is to exclude alcohol-soluble sugars from the analysis. Protein content was

tested by the Kjeldahl method [18]. To determine the dynamic viscosity of the water extract of grain meal, a capillary viscometer VPZh-1 with a capillary diameter of 1.52 mm (the range of viscosity measurement from 60 to 300) was used and evaluated using the method of A. A. Goncharenko [19]. The kinematic viscosity of the water extract was calculated in centistokes using the formula:

$$V = g/9,807 \times T \times K, \quad (1)$$

where  $K$  is the viscometer constant,  $\text{mm}^2/\text{s}^2$ ;

$V$  is kinematic viscosity,  $\text{mm}^2/\text{s}$ ;

$T$  is the flow time, s;

$g$  is free fall acceleration at the measurement point,  $\text{m}/\text{s}^2$ .

With an internal capillary diameter of 1.52 mm, the viscometer constant is  $0.3617 \text{ mm}^2/\text{s}^2$ .

The weight per 1000 kernel was determined according to the Russian standard GOST 12042-80, the natural weight was found according to GOST 10840-2017.

### Results

Depending on the variety and conditions of grain formation, the content of water-soluble pentosans over the years of research was 1.43–3.06 % per dry grain substance (table 1).

The WSP content among varieties in 2016 ranged from 1.50 % (Kombaynnay 3 variety) to 3.06 % (Pamyati Kunakbaeva), in 2017 from 1.43 % (Krupnozernaya 2) to 2.96 % (Pamyati Kunakbaeva), in 2018 from 1.52 % (Krupnozernaya 2) to 2.92 % (Chulpan 7). For an average of 3 years, Pamyati Kunakbaeva variety had the highest content of water-soluble pentosans in grain (2.97 %) while Kombaynnay 3 and Krupnozernaya 2 varieties had the lowest WSP content (1.48 %) and (1.52 %). Chulpan 7 and Chulpan 9 varieties occupied an average position (2.38 % and 2.53 %, respectively). In 2018 Pamyati Kunakbaeva had particularly high WSP content in grain (3.06 %).

As a result of determining the viscosity of the water extract of the material under study, there was a strong difference in varieties and years. Among the selection material there are samples that differ significantly in the specified feature. The range of the solution viscosity varied from 5.3 to 45.0 cSt (table 1). For 3-year average Pamyati Kunakbaeva variety had the highest water extract viscosity of grain (45.0 cSt). The samples of Krupnozernaya 2 (6.4 cSt) and Kombaynnay 3 (6.9 cSt) had the lowest values of the pentosan extracted viscosity. Pamyati Kunakbaeva had the highest grain water extract viscosity (45.0 cSt).

Table 3  
The results of laboratory analysis of winter rye samples

| Variety            | Year           | 1000 kernel weight, g | Grain unit, g/l | Protein, %   |
|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------|--------------|
| Chulpan 7          | 2016           | 27.0                  | 658             | 11.70        |
|                    | 2017           | 29.3                  | 697             | 11.53        |
|                    | 2018           | 24.5                  | 658             | 11.73        |
|                    | <b>Average</b> | <b>26.9</b>           | <b>671</b>      | <b>11.65</b> |
| Chulpan 9          | 2016           | 25.8                  | 670             | 11.82        |
|                    | 2017           | 28.9                  | 658             | 11.76        |
|                    | 2018           | 26.6                  | 635             | 12.32        |
|                    | <b>Average</b> | <b>27.1</b>           | <b>654</b>      | <b>11.97</b> |
| Pamyati Kunakbaeva | 2016           | 31.1                  | 706             | 12.60        |
|                    | 2017           | 27.5                  | 641             | 11.82        |
|                    | 2018           | 23.0                  | 656             | 12.00        |
|                    | <b>Average</b> | <b>27.2</b>           | <b>668</b>      | <b>12.14</b> |
| Kombaynnay 3       | 2016           | 24.1                  | 611             | 14.72        |
|                    | 2017           | 27.8                  | 630             | 13.80        |
|                    | 2018           | 26.5                  | 630             | 14.58        |
|                    | <b>Average</b> | <b>26.1</b>           | <b>624</b>      | <b>14.37</b> |
| Krupnozernaya 2    | 2016           | 26.4                  | 638             | 14.25        |
|                    | 2017           | 27.1                  | 650             | 13.50        |
|                    | 2018           | 26.0                  | 630             | 14.50        |
|                    | <b>Average</b> | <b>26.5</b>           | <b>648</b>      | <b>14.08</b> |

There was found a high correlation between the quantitative content of water-soluble pentosans and the viscosity of the water extract of rye grain meal ( $r = 0.98$ ).

WSP and WEV values of winter rye strongly depend on the conditions of the growing season. They are significantly affected by the amount of precipitation during the grain filling and maturation. In the years of research, the climatic conditions during the vegetation period of plants were different. In 2016, there was a shortage of precipitation throughout the growing season, being confirmed by a very low value of the hydrothermal coefficient ( $HTC = 0.7$ ). High temperature and dry weather conditions during grain filling caused the early drying of plants. During the 2017 growing season, the air temperature was below the annual average with precipitation above normal ( $HTC = 1.4$ ). The cold, rainy summer significantly limited the grain development and filling. The growing season of 2018 was quite dry ( $HTC = 0.9$ ). The summer drought did not contribute to the good development of plants and grain filling. Within the same variety, the grain water extract viscosity varied over the years.

In a rainy year, all samples tended to have lower WSP and WEV values. It makes possible to conclude that the viscosity potential of rye increases significantly in dry years and decreases in wet years.

Winter wheat, spring wheat, and triticale were taken for comparative evaluation of the extracted viscosity of winter rye with various grain crops (table 2).

The conducted studies showed that winter rye had the highest viscosity potential (24.44 cST), and winter wheat had the lowest viscosity potential (6.98 cST). On this basis, rye exceeded winter wheat by 3.5 times, spring wheat by 3.7 times, and winter triticale by 3.1 times. The greatest differences between varieties were observed in winter rye (38.6 cST), and the smallest in winter and spring wheat (0.44–0.55 cST).

Structural analysis of the grain material showed that Kombaynnay 3 (624 g/l) and Krupnozernaya 2 (648 g/l) varieties had the lowest grain unit (table 3).

For a 3-year average, the weight per 1000 kernel ranged from 26.10 g to 27.2 g. All the studied varieties had a weight per 1000 kernel at a level below the average (less than 28 g). Kombaynnay 3 (26.1 g) and Krupnozernaya 2 (26.5 g) had the lowest weight per 1000 kernel.

On average over the years of the study protein content in grain among varieties was 11.65–14.37 % per dry substance. In the years of research, this indicator was the highest in the samples of Kombaynnay 3 (14.37 %) and Krupnozernaya 2 (14.08 %). In a wet year, the protein content was slightly lower than in dry conditions. It was found that the samples with lower WSP and WEV indicators had small grains, low grain unit and higher protein content.

### Discussion and Conclusion

Based on the results of the conducted research the following conclusions can be made:

1. The main indicators of feed quality of winter rye grain (low content of water-soluble pentosans and high protein content) are caused not only by genotypic (varietal), but also by phenotypic (environmental) factors.
2. The content of WSP and WEV are unstable indicators and have a variable nature.
3. Kombaynnay 3 and Krupnozernaya 2 had the lowest WSP and WEV values, along with high protein content in grain. These varieties can be classified as those for feed use.
4. The water extract viscosity is in linear dependence on the WSP content ( $r > 0.97$ ).
5. The rye water extract viscosity tends to increase in arid years, and decrease in wet years.

6. Winter rye had higher water extract viscosity than winter wheat by 3.5 times, spring wheat by 3.7 times, and winter triticale by 3.1 times.

7. It was found that the samples with lower WSP and WEV indicators had small grains, low grain unit and higher protein content.

### References

1. Lavrent'eva N. S., Kuznetsova L. I., Kobylanskiy V. D. Ispol'zovaniye muki iz zerna nizkopentozanovoy rzhi v tekhnologii khleba [Using low pentosan rye flour in bread production technology] // Problems of nutrition. 2018. No. 5. Pp. 225–226. (In Russian.)
2. Gaysin V. F., Nigmatullin N. G., Nurushev R. A., Akhiyarov B. G. Optimizatsiya fiziko-khimicheskikh i agrofizicheskikh svoystv chernozema opodzolennogo priyemami khimicheskoy melioratsii [Improving physical, chemical and agrophysical properties of black soil by chemical reclamation methods] // Sotsialno-ekonomicheskie problem razvitiya agrarnoy sfery ekonomiki i puti ikh resheniya: sbornik statei Vserossiiskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Ufa, 2015. Pp. 410–414. (In Russian.)
3. Filippova V. A., Kruglov Yu. V., Andronov E. E. Filogeneticheskaya struktura soobshchestva prokariot dernovo-podzolistoy pochvy pod ozimoy rozh'yu ne zavisit ot agrotekhnicheskikh priyemov [The phylogenetic structure of the prokaryotic community of sod-podzolic soil under winter rye does not depend on agrotechnical methods] // Selskokhozyaystvennaya biologiya. 2018. No. 5. Pp. 994–1003. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.994rus. (In Russian.)
4. Rysev M. N., Volkova E. S., Fedotova E. N., Dyatlova M. V. Zakonomernosti deystviya udobreniy pod ozimuyu rozh' na dernovo-podzolistykh pochvakh [Regularities in the effect of fertilizers for winter rye on sod-podzolic soils] // Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy selskokhoziaistvennoy akademii. 2018. No. 4. Pp. 18–19. (In Russian.)
5. Akhiyarova L. M., Akhiyarov B. G. Ispol'zovaniye zerna ozimoy rzhi na kormovyye tseli [Using winter rye grain for feed purposes] // Vklad molodykh uchenykh v innovatsionnoe razvitie APK Rossii: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennaya 65-letiyu FGBOU VO Penzenskaya GSKhA. Penza, 2016. Pp. 37–40. (In Russian.)
6. Akhiyarova L. M., Akhiyarov B. G. Kormovaya tsennost' zerna ozimoy rzhi v zavisimosti ot prirodnkh usloviy Respubliki Bashkortostan [Feed value of winter rye grain depending on the natural conditions of the Republic of Bashkortostan] // Konyavskie chteniya. V Yubileynaya mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya vydayushchegosia uchenogosa i pedagoga, doktora selskokhoziaistvennykh nauk, professora, zasluzhennogo deyatelya nauki RSFSR Konyayeva Nikolaya Fedorovicha. Ekaterinburg, 2016. Pp. 301–304. (In Russian.)
7. Ismagilov R. R., Gaysina L. F., Ahiyarova L. M., Ayupov D. S., Nurlygayanov R. B., Akhiyarov B. G., Abdulvaleev R. R., Malyutina K. V., Ismagilov K. R., Abdulloev V. K. Crop yields and baking qualities of winter rye hybrids grain in the forest-steppe of the Republic of Bashkortostan // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol. 13. No. 8. Pp. 6487–6493.
8. Valitov A. V., Abdullin M. M., Akhiyarov B. G., Barakov A. U. Produktivnos' kormovykh kul'tur v zelenom konveyere [Productivity of fodder crops in the green forage chain] // Vklad molodykh uchenykh v innovatsionnoe razvitie APK Rossii: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennaya 65-letiyu FGBOU VO Penzenskaya GSKhA. Penza, 2016. Pp. 32–34. (In Russian.)
9. Kondratenko E. P., Konstantinova O. B., Soboleva O. M., Izhmulkina E. A., Verbitskaya N. V., Sukhikh A. C. Soderzhaniye belka i aminokislot v zerne ozimyykh kul'tur, proizrastayushchikh na territorii lesostepi yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri [The content of protein and amino acids in the grain of winter crops growing on the territory of the forest-steppe of the South-East of Western Siberia] // Khimiya rastitelnogo syria. 2015. No. 3. Pp. 143–150. DOI: 10.14258/jcprm.201503754. (In Russian.)
10. Akhiyarova L. M., Ismagilov R. R., Malyutina K. V. Zavisimost' kormovoy tsennosti zerna ozimoy rzhi ot prirodnkh usloviy [Dependence of the feed value of winter rye grain on natural conditions] // Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 85-letiyu Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, v ramkakh XXV Mezhdunarodnoi spetsializirovannoi vystavki "Agrokompleks-2015". Ufa, 2015. Pp. 39–44. (In Russian.)
11. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Tagirov M. Sh., et al. Genotipicheskaya izmenchivost' soderzhaniya pentozanov v zerne ozimoy rzhi [Genotypic variability of pentosan content in winter rye grain] // Selskokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural biology]. 2017. No. 5. Pp. 1041–1048. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.5.1041rus (In Russian.)
12. Chotinsky D. The use of enzymes to improve utilization of nutrient in poultry diets // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2015. Vol. 21. No. 2. Pp. 429–435.
13. Ismagilov R. R., Gaysina L. F. Sravnitel'naya otsenka khlebopekarnykh kachestv zerna i gibridov ozimoy rzhi [Comparative assessment of baking qualities of winter rye and hybrid grain] // Grain economy of Russia. 2015. Vol. 41. No. 5. Pp. 1–7. (In Russian.)
14. Goncharenko A. A. Novyye napravleniya v selektsii ozimoy rzhi na tselevoye ispol'zovaniye [New directions in the selection of winter rye for targeted use] // Zernobovoye i krupyanye kul'tury. 2016. No. 2 (18). Pp. 25–31. (In Russian.)
15. Stepniewska S., Slowik E., Cacak-Pietrzak G. Prediction of rye flour baking quality based on parameters of swelling curve // European Food Research and technology. 2018. Vol. 244. Pp. 989–997.
16. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Gil'mullina L. F., Mannapova G. S. Fenotipicheskaya otsenka soderzhaniya pentozanov v rzhanom shrote metodom opredeleniya vyazkosti vodnogo ekstrakta [Phenotypic assessment of the content of pentosans

in rye meal by determining the viscosity of an aqueous extract] // Dostizheniia nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]. 2015. No. 11. Pp. 32–35. (In Russian.)

17. Boros D. Extract Viscosity as an Indirect Assay for Water-Soluble Pentosan Content in Rye // Cereal Chemistry. 1993. Vol. 70. No. 5. Pp. 575–580.

18. Ermakov A. I. Metody biokhimicheskikh issledovaniy rasteniy [Methods of biochemical research of plants]. Third edition, revised and added. Leningrad, 1987. 430 p. (In Russian.)

19. Goncharenko A. A., Timoshchenko A. S. Opredelenie dinamicheskoy vyazkosti vodnogo ekstrakta zernovogo shrota ozi-moy rzhi s pomoshch'yu kapillyarno-protochnogo viskozimetra: metodicheskie rekomendatsii [Determining the dynamic viscosity of an aqueous extract of winter rye grain with a capillary-flow viscometer: methodical recommendations]. Moscow, 2005. (In Russian.)

#### Authors' information:

Anvar Kh. Shakirzyanov<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-8258-0648, AuthorID 158704; +7 917 430-31-59, [shakirzyanof@yandex.ru](mailto:shakirzyanof@yandex.ru)

Ilyusya M. Nikonorova<sup>1</sup>, chief agronomist, ORCID 0000-0001-6883-7593, AuthorID 178024; +7 937 837-93-80, [ilyusya.nikonorova@mail.ru](mailto:ilyusya.nikonorova@mail.ru)

Viktoriya A. Agafonova<sup>1</sup>, chief agronomist, ORCID 0000-0002-7293-3200, AuthorID 1028429; +7 937 359-92-02, [a.v.a2016@mail.ru](mailto:a.v.a2016@mail.ru)

<sup>1</sup> Bashkiria Research Agricultural Institute, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

## Влияние сортов озимой пшеницы с разными типами устойчивости к возбудителю бурой ржавчины на изменение структуры популяции по признаку вирулентности

Г. В. Волкова<sup>1</sup>, О. А. Кудинова<sup>1✉</sup>, О. Ф. Ваганова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, Россия

✉E-mail: alosa@list.ru

**Аннотация.** Цель – проанализировать динамику вирулентности северокавказской популяции *Puccinia triticina* под влиянием сортов озимой пшеницы с разными типами устойчивости к патогену. **Методы.** Исследования проводили в 2018 году в условиях опытного поля и теплицы ВНИИБЗР. Для эксперимента по изучению влияния генотипа сорта на вирулентность популяции *P. triticina* в ходе предварительной иммунологической оценки были отобраны два сорта озимой пшеницы: Краля (сорт с расоспецифической устойчивостью) и Вершина (сорт с расонеспецифической устойчивостью). Анализ влияния каждого сорта на структуру популяции по признаку вирулентности патогена основан на результатах дифференциации инфекционного материала *P. triticina*, собранного с каждого сорта при сравнении со сборной популяцией гриба. **Результаты.** Установлено существенное влияние на вирулентность популяции *P. triticina* генотипа сорта озимой пшеницы, обладающего расоспецифической устойчивостью: под влиянием движущего отбора изменилась частота изолятов патогена к большинству линий с генами *Lr*. Широкое районирование таких сортов во времени и пространстве приведет к селективному давлению на популяцию *P. triticina*, способствуя накоплению в ней высоковирулентных фенотипов. Генотип сорта с неспецифической устойчивостью не вызывал значительных изменений в генофонде вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины. Выводы подтверждены статистически: согласно полученным значениям индекса Нея, популяция патогена, собранная с сорта с расоспецифической устойчивостью, имеет значительные различия со сборной популяцией ( $N = 0,68$ ), в отличие от популяции *P. triticina*, собранной с сорта Вершина ( $N = 0,41$ ). Полученные результаты подтверждают важность скрининга сортов по типам устойчивости для дальнейшего принятия решения по их размещению. Сорта, обладающие расоспецифической устойчивостью, лучше использовать для мозаичного размещения с последующей обязательной ротацией во времени и пространстве. А сорта с неспецифической устойчивостью, которые слабо поражаются всеми расами патогена и не могут являться накопителями инфекции, можно использовать на больших площадях и более длительное время, сочетать с сортами из различных групп, в том числе и собственной. **Новизна исследования.** Работы по изучению влияния сортов пшеницы с разными типами устойчивости на вирулентность популяций ржавчинных грибов практически не проводились, хотя данное направление представляет большой практический интерес как для селекции, так и при сорторазмещении.

**Ключевые слова:** бурая ржавчина, *Puccinia triticina*, озимая пшеница, устойчивый сорт, расоспецифическая устойчивость, расонеспецифическая устойчивость, вирулентность, популяция.

**Для цитирования:** Волкова Г. В., Кудинова О. А., Ваганова О. Ф. Влияние сортов озимой пшеницы с разными типами устойчивости к возбудителю бурой ржавчины на изменение структуры популяции по признаку вирулентности // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 25–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-25-33.

**Дата поступления статьи:** 16.04.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Возбудитель бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia triticina* Erikss.) является облигатным биотрофным паразитом, распространенным во всех зернопроизводящих районах мира [1, с. 2501], [2, с. 248]. Смена сортового состава пшеницы вызывает ответные изменения в популяции гриба, который эволюционирует сопряженно [3, с. 445]. Популяционные исследования возбудителя бурой ржавчины пшеницы проводятся во многих странах [4, с. 1135], [5,

с. 1741], [6, с. 1066]. Сравнение популяций *P. triticina* в основном проводится по географическому принципу [7, с. 363], [8]. При этом многие исследователи отмечают постепенную потерю устойчивости к патогену сортами пшеницы, содержащими эффективные гены *Lr*. Например, ген *Lr9* до недавнего времени считался высокоэффективным на территории России. Но активное его применение при создании сортов в Западной Сибири и на Урале в 2000–2010 гг. вызвало потерю его устойчивости и появление

вирулентных изолятов [9, с. 8]. В северокавказской популяции данный ген еще не потерял своей эффективности, хотя в 2016 г. было отмечено появление первых вирулентных к нему изолятов [10, с. 25]. Ген *Lr24* был широко распространен в сортах пшеницы североамериканской и австралийской селекции, но в настоящее время отмечена потеря его эффективности в данных странах вследствие активного использования таких сортов на больших площадях [11, с. 413]. До сих пор он сохраняет свою эффективность в большинстве регионов России [12, с. 105], [13, с. 1059], а в Северо-Кавказском регионе появление изолятов, вирулентных к *Lr24*, отмечено с 2006 года [14]. Таким образом, работы российских и зарубежных авторов подтверждают факт потери устойчивости к бурой ржавчине сортов пшеницы при несоблюдении площадей возделывания и их ротации во времени и пространстве. Это происходит вследствие возникновения и накопления в популяции гриба вирулентных изолятов к ранее эффективным генам [15, с. 70].

Более быстрая потеря устойчивости характерна в основном в отношении сортов с расоспецифической (или вертикальной) устойчивостью. Такие сорта оказывают селективное давление на популяцию патогена, в результате чего повышается частота соответствующих генов вирулентности [16, с. 1416]. Поэтому в настоящее время в селекции активно проводятся работы над созданием сортов с комбинацией APR (Adult Plant Resistance) генов, обуславливающих неспецифическую (горизонтальную) устойчивость к патогену, что способствует продлению жизни сорта [17, с. 25]. Одним из первых выявленных «slow rusting» генов является *Lr34*, сохраняющий свою эффективность более 60 лет [18, с. 14]. В последние годы были идентифицированы новые «slow rusting» гены устойчивости к бурой ржавчине: *Lr46* [19, с. 303], *Lr67* и *Lr68* [20]. Работы по изучению влияния сортов пшеницы с разными типами устойчивости на вирулентность популяций ржавчинных грибов практически не проводились, хотя данное направление представляет большой практический

интерес как для селекции, так и для сорторазмещения. В России такие исследования проводились во ВНИИБЗР [21, с. 18], [22, с. 415]. Так, Д. А. Кольбиным было установлено значительное влияние сортов озимой пшеницы с расоспецифической устойчивостью (Гордеиформе 6, Донской простор, Зимница, Первица, Ростовчанка 7, Танаис) на динамику вирулентности северокавказской популяции фитопатогена. Широкое районирование сортов озимой пшеницы с расоспецифической устойчивостью обусловит селективное давление на популяцию возбудителя бурой ржавчины, что приведет к накоплению в ней вирулентных фенотипов и создаст угрозу эпифитотии болезни. Сорта озимой пшеницы, обладающие неспецифической устойчивостью к болезни (такие как Грация, Марафон, Москвич) способствуют снижению селективного давления на популяцию *P. trititina*, снижая вероятность образования вирулентных фенотипов, что приведет к стабилизации фитосанитарной ситуации [23, с. 63]. Учитывая актуальность темы и активную сортомену, особенно в южном регионе России, необходимо активизировать такие исследования с использованием современных сортов пшеницы. Цель данного исследования – проанализировать динамику вирулентности северокавказской популяции *Puccinia trititina* под влиянием сортов озимой пшеницы с разными типами устойчивости к патогену.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2018 году в условиях опытного поля и камер искусственного климата ФГБНУ ВНИИБЗР.

С целью ранжирования сортов по устойчивости к бурой ржавчине в условиях искусственного инфекционного фона была проведена иммунологическая оценка сортов озимой пшеницы. Основными показателями качественной и количественной оценки устойчивости сортов являлись тип реакции растений (балл) [24, с. 75], степень поражения растений (%) [23, с. 15], площадь под кривой развития болезни ПКРБ (условные единицы), которую рассчитывали по формуле [25, с. 21]:

Таблица 1

#### Классификация сортов пшеницы по уровню неспецифической устойчивости к бурой ржавчине

| Степень устойчивости сорта                 | Относительный показатель индекса устойчивости (φ)* |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Восприимчивость                            | больше 0,9                                         |
| Слабая расонеспецифическая устойчивость    | 0,7–0,9                                            |
| Умеренная расонеспецифическая устойчивость | 0,4–0,7                                            |
| Высокая расонеспецифическая устойчивость   | 0,1–0,4                                            |
| Расоспецифическая устойчивость             | меньше 0,1                                         |

\* Относительно восприимчивого контроля с индексом, равным 1,0.

Table 1

#### Classification of wheat varieties by the level of non-specific resistance to leaf rust

| Grade resistance                     | Relative index of resistance index (φ)* |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Susceptibility                       | more than 0.9                           |
| Low race-nonspecific resistance      | 0.7–0.9                                 |
| Moderate race-nonspecific resistance | 0.4–0.7                                 |
| High race-nonspecific resistance     | 0.1–0.4                                 |
| Race-specific resistance             | less than 0.1                           |

\* Relatively susceptible control with an index of 1.0.

$$S = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)(t_2 - t_1) + \dots + (x_{n-1} + x_n)(t_n - t_{n-1}),$$

где  $x_1, x_2$  – степень поражения растения в момент первого и второго учетов, %;

$(t_2 - t_1)$  – количество суток между первым и вторым учетами, сут.;

$x_n, x_{n-1}$  – степень поражения растения в момент последнего и предпоследнего учетов, %;

$(t_n - t_{n-1})$  – количество суток между последним и предпоследним учетами, сут.;

Главным критерием для определения типа устойчивости сорта являлся индекс устойчивости ( $\phi$ ), который рассчитывали по формуле [26, с. 26]:

$$\phi = \text{ПКРБ}_1 : \text{ПКРБ}_2,$$

где  $\text{ПКРБ}_1$  – площадь под кривой развития болезни изучаемого сорта, у. е.;

$\text{ПКРБ}_2$  – площадь под кривой развития болезни контрольного сорта, у. е.

Для определения типа и степени устойчивости сорта использовали следующую классификацию [27, с. 27]:

Инфекционный материал патогена, используемый для инокуляции сортов, был собран в результате маршрутных обследований производственных и селекционных посевов озимой пшеницы пяти агроклиматических зон Северо-Кавказского региона. Для эксперимента по оценке влияния генотипа сорта на вирулентность популяции *P. triticina* в фазу колошения растений была проведена инокуляция изучаемых сортов пшеницы сборной популяцией возбудителя бурой ржавчины. Собранные с флаглистев изучаемых сортов урединиоспоры гриба были размножены на всходах восприимчивого сорта Michigan Amber. Для дифференциации популяции *P. triticina* по вирулентности использовали близкородственные линии сорта *Thatcher* с известными генами устойчивости (*Lr1 – Lr38, Lr44, Lr45, Lr47, LrB, Lr52*) и линии KS89WGRC07 (*Lr40*), KS90WGRC10 (*Lr41*), KS1WGRC11 (*Lr42*), TAM200 (*Lr43 + Lr24*), Exchange.

По результатам дифференциации по М. S. Wolfe и E. Schwarzbach [25, р. 300] определяли частоту клонов в популяции гриба, вирулентных к линиям пшеницы с определенными генами устойчивости. Среднюю вирулентность популяции рассчитывали по Мартенсу [28, с. 19]. Опреде-

ление степени влияния фактора генотипа сорта на изменение структуры популяции возбудителя бурой ржавчины по вирулентности оценивали с помощью генетическогоостояния Нея [29, с. 690].

### Результаты (Results)

Для эксперимента по влиянию генотипа сорта на вирулентность популяции *P. triticina* в ходе предварительной иммунологической оценки были отобраны два сорта озимой пшеницы: Краля обладает расоспецифической устойчивостью к болезни, Вершина – расонеспецифической устойчивостью. Иммунологические характеристики сортов приведены в таблице 2.

Результаты дифференциации популяций *P. triticina*, собранных с исследуемых сортов, приведены в таблице 3.

Под влиянием генотипа сорта Краля, обладающего расоспецифической устойчивостью, произошло увеличение частоты изолятов с генами вирулентности pp: 3bg, 3ka, 15, 21, 34, 36, 38, 44, W; уменьшение частоты изолятов с генами вирулентности pp: 10, 11, 14a, 14b, 17, 18, 26, 28, 33, Exchange. На уровне сборной популяции патогена оставалась частота изолятов с генами вирулентности pp: 1, 3, 9, 16, 19, 23, 24, 25, 29, 40, 41, 42, 43, 45, 47, B, Kanred.

Так, на сорте с неспецифической устойчивостью Вершина отмечено увеличение частоты изолятов с генами вирулентности pp: 3, 10, 14b, 40, Kanred; уменьшение частоты изолятов с генами вирулентности pp: 11, 16, 18, 23, 33, Exchange. На одном уровне остается частота изолятов с генами вирулентности pp: 1, 2a, 2c, 3 ka, 3bg, 14a, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 34, 36, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 47. Отмечена элиминация изолятов с генами вирулентности pp: 15, 20, W.

Сорт с расоспецифической устойчивостью способствовал элиминации изолятов с генами вирулентности pp: 2a, 2c, 20, 30, 32. Средняя вирулентность популяции патогена при этом снизилась до 20,5 %, т. е. в 1,4 раза по сравнению со сборной популяцией.

Сорт с расонеспецифической устойчивостью способствовал элиминации клонов с генами вирулентности pp: 15, 20, W. При этом средняя вирулентность популяции *P. triticina* составила 21,9 %, что в 1,3 раза ниже исходной популяции.

Таблица 2  
Иммунологическая характеристика сортов озимой пшеницы относительно северокавказской популяции возбудителя бурой ржавчины (инфекционный питомник ВНИИБЗР, фаза молочно-восковой спелости зерна, 2018 г.)

| Сорт    | Тип реакции растений, балл | Конечная степень поражения, % | ПКРБ*, у. е. | Индекс устойчивости, у. е. |
|---------|----------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| Краля   | 1                          | 1,4                           | 13,0         | 0,02                       |
| Вершина | 3(2)                       | 49,0                          | 172,1        | 0,29                       |

Table 2  
Immunological characteristics of winter wheat varieties relative to the North Caucasus leaf rust pathogen population (infectious nursery of All-Russian Scientific Research Institute for Biological Plant Protection, phase of milk-wax ripeness of grain, 2018)

| Cultivar | Type of reaction of plants, score | The final degree of damage, % | AUCD, conv. units | Resistance index, conv. units |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Kralya   | 1                                 | 1.4                           | 13.0              | 0.02                          |
| Vershina | 3(2)                              | 49.0                          | 172.1             | 0.29                          |

Таблица 3

Частота изолятов *P. triticina* f. sp. *tritici*., вирулентных к изогенным линиям Lr, под влиянием генотипов сортов озимой пшеницы с различными типами устойчивости к патогену (камера искусственного климата, 2018 г.)

| Гены вирулентности,<br>RR                 | Частота изолятов в образцах урединиоспор, % |                                                           |                                                           |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                           | Сборная популяция                           | Популяция с сорта<br>с расоспецифической<br>устойчивостью | Популяция с сорта<br>с расоспецифической<br>устойчивостью |
|                                           |                                             | Краля                                                     | Вершина                                                   |
| 1                                         | 7,3                                         | 9,1                                                       | 3,3                                                       |
| 2a                                        | 7,3                                         | 0,0                                                       | 5,0                                                       |
| 2c                                        | 12,2                                        | 0,0                                                       | 18,3                                                      |
| 3                                         | 19,5                                        | 13,6                                                      | 38,3                                                      |
| 3bg                                       | 40,2                                        | 68,2                                                      | 46,6                                                      |
| 3ka                                       | 20,7                                        | 36,4                                                      | 13,3                                                      |
| 9                                         | 0,0                                         | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 10                                        | 53,7                                        | 13,6                                                      | 65,0                                                      |
| 11                                        | 36,6                                        | 18,2                                                      | 15,0                                                      |
| 14a                                       | 78,1                                        | 27,3                                                      | 83,3                                                      |
| 14b                                       | 65,9                                        | 31,8                                                      | 76,7                                                      |
| 15                                        | 4,9                                         | 18,2                                                      | 0,0                                                       |
| 16                                        | 26,8                                        | 27,3                                                      | 16,7                                                      |
| 17                                        | 48,8                                        | 27,3                                                      | 16,7                                                      |
| 18                                        | 57,3                                        | 3,6                                                       | 40,0                                                      |
| 19                                        | 0,0                                         | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 20                                        | 59,8                                        | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 21                                        | 42,7                                        | 54,5                                                      | 35,0                                                      |
| 23                                        | 20,7                                        | 27,3                                                      | 1,7                                                       |
| 24                                        | 0,0                                         | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 25                                        | 2,4                                         | 0,0                                                       | 3,3                                                       |
| 26                                        | 30,5                                        | 9,1                                                       | 26,7                                                      |
| 28                                        | 15,9                                        | 4,5                                                       | 18,3                                                      |
| 29                                        | 0,0                                         | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 30                                        | 9,8                                         | 0,0                                                       | 13,3                                                      |
| 32                                        | 7,3                                         | 0,0                                                       | 1,7                                                       |
| 33                                        | 100                                         | 22,7                                                      | 13,3                                                      |
| 34                                        | 7,3                                         | 59,1                                                      | 40,0                                                      |
| 36                                        | 37,8                                        | 90,9                                                      | 70,0                                                      |
| 38                                        | 67,1                                        | 4,5                                                       | 66,7                                                      |
| 40                                        | 53,7                                        | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 41                                        | 0,0                                         | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 42                                        | 0,0                                         | 0,0                                                       | 0,0                                                       |
| 43                                        | 0,0                                         | 59,1                                                      | 21,7                                                      |
| 44                                        | 28,1                                        | 0,0                                                       | 8,3                                                       |
| 45                                        | 0,0                                         | 4,5                                                       | 3,3                                                       |
| 47                                        | 0,0                                         | 90,9                                                      | 86,7                                                      |
| B                                         | 100,0                                       | 22,7                                                      | 0,0                                                       |
| W                                         | 12,2                                        | 45,5                                                      | 8,3                                                       |
| Exch                                      | 68,3                                        | 22,7                                                      | 38,3                                                      |
| Kanred                                    | 28,1                                        | 27,3                                                      | 5,0                                                       |
| Средняя вирулент-<br>ность по Мартенсу, % | 28,9                                        | 20,5                                                      | 21,9                                                      |
| Индекс Нея (N)                            | —                                           | 0,68                                                      | 0,41                                                      |

Table 3

Frequency of isolates of *P. tritici* f. sp. *tritici*., virulent to isogenic Lr lines, under the influence of genotypes of winter wheat varieties with different types of pathogen resistance (artificial climate chamber, 2018)

| Virulence genes, pp       | The frequency of isolates in the samples of urediniospores, % |                                                          |                                                             |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                           | General population                                            | Population with a cultivar with race-specific resistance | Population with a cultivar with race-nonspecific resistance |
|                           |                                                               | Kralya                                                   | Vershina                                                    |
| 1                         | 7.3                                                           | 9.1                                                      | 3.3                                                         |
| 2a                        | 7.3                                                           | 0.0                                                      | 5.0                                                         |
| 2c                        | 12.2                                                          | 0.0                                                      | 18.3                                                        |
| 3                         | 19.5                                                          | 13.6                                                     | 38.3                                                        |
| 3bg                       | 40.2                                                          | 68.2                                                     | 46.6                                                        |
| 3ka                       | 20.7                                                          | 36.4                                                     | 13.3                                                        |
| 9                         | 0.0                                                           | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 10                        | 53.7                                                          | 13.6                                                     | 65.0                                                        |
| 11                        | 36.6                                                          | 18.2                                                     | 15.0                                                        |
| 14a                       | 78.1                                                          | 27.3                                                     | 83.3                                                        |
| 14b                       | 65.9                                                          | 31.8                                                     | 76.7                                                        |
| 15                        | 4.9                                                           | 18.2                                                     | 0.0                                                         |
| 16                        | 26.8                                                          | 27.3                                                     | 16.7                                                        |
| 17                        | 48.8                                                          | 27.3                                                     | 16.7                                                        |
| 18                        | 57.3                                                          | 3.6                                                      | 40.0                                                        |
| 19                        | 0.0                                                           | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 20                        | 59.8                                                          | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 21                        | 42.7                                                          | 54.5                                                     | 35.0                                                        |
| 23                        | 20.7                                                          | 27.3                                                     | 1.7                                                         |
| 24                        | 0.0                                                           | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 25                        | 2.4                                                           | 0.0                                                      | 3.3                                                         |
| 26                        | 30.5                                                          | 9.1                                                      | 26.7                                                        |
| 28                        | 15.9                                                          | 4.5                                                      | 18.3                                                        |
| 29                        | 0.0                                                           | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 30                        | 9.8                                                           | 0.0                                                      | 13.3                                                        |
| 32                        | 7.3                                                           | 0.0                                                      | 1.7                                                         |
| 33                        | 100                                                           | 22.7                                                     | 13.3                                                        |
| 34                        | 7.3                                                           | 59.1                                                     | 40.0                                                        |
| 36                        | 37.8                                                          | 90.9                                                     | 70.0                                                        |
| 38                        | 67.1                                                          | 4.5                                                      | 66.7                                                        |
| 40                        | 53.7                                                          | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 41                        | 0.0                                                           | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 42                        | 0.0                                                           | 0.0                                                      | 0.0                                                         |
| 43                        | 0.0                                                           | 59.1                                                     | 21.7                                                        |
| 44                        | 28.1                                                          | 0.0                                                      | 8.3                                                         |
| 45                        | 0.0                                                           | 4.5                                                      | 3.3                                                         |
| 47                        | 0.0                                                           | 90.9                                                     | 86.7                                                        |
| B                         | 100.0                                                         | 22.7                                                     | 0.0                                                         |
| W                         | 12.2                                                          | 45.5                                                     | 8.3                                                         |
| Exch                      | 68.3                                                          | 22.7                                                     | 38.3                                                        |
| Kanred                    | 28.1                                                          | 27.3                                                     | 5.0                                                         |
| Martens mean virulence, % | 28.9                                                          | 20.5                                                     | 21.9                                                        |
| Ney Index (N)             | —                                                             | 0.68                                                     | 0.41                                                        |

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, установлено существенное влияние генотипа сорта озимой пшеницы, обладающего расоспецифической устойчивостью: под влиянием движущего отбора изменилась частота изолятов к большинству линий с генами *Lr*. Широкое районирование таких сортов во времени и пространстве будет способствовать селективному давлению на популяцию *P. triticina*, накоплению в ней вирулентных фенотипов. Генотип сорта с неспецифической устойчивостью не вызывал значительных изменений в генофонде вирулентности популяции возбудителя бурой ржавчины. Следовательно, сорта с неспецифической устойчивостью будут снижать селективное воздействие на популяцию патогена и способствовать стабилизации фитосанитарной ситуации.

В результате изучения влияния генотипов сортов на изменчивость популяции возбудителя бурой ржавчины с использованием индекса Нея установлена сопоставимость полученных данных: Краля ( $N = 0,68$ ), Вершина ( $N = 0,41$ ). Максимальный показатель  $N$  отмечен для сорта Краля со

специфической устойчивостью к *P. triticina*, что свидетельствует о существенном влиянии сортов с расоспецифической устойчивостью на вирулентность популяции *P. triticina*. Эти данные подтверждают ранее выполненные исследования коллег, полученные с другими сортами [21, с. 18], [22, с. 415], [23, с. 59].

Таким образом, полученные результаты подтверждают важность скрининга сортов по типам устойчивости для дальнейшего принятия решения по их размещению. Сорта, обладающие расоспецифической устойчивостью, лучше использовать для мозаичного размещения с последующей обязательной ротацией во времени и пространстве. А сорта с неспецифической устойчивостью, которые слабо поражаются всеми расами патогена и не могут являться накопителями инфекции, можно использовать на больших площадях и более длительное время.

### Благодарности (Acknowledgements)

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ № 20-016-00268.

### Библиографический список

1. Kolmer J. A. Genetics of leaf rust resistance in the hard red winter wheat cultivars Santa Fe and Duster // Crop Science. 2017. Vol. 57. Pp. 2500–2505. DOI: 10.2135/cropsci2016.12.1029.
2. Sallam M. E., El-Orabey W. M., Omara R. I. Seedling and adult plant resistance to leaf rust in some Egyptian wheat genotypes // African Journal of Agricultural Research. 2016. Vol. 11. No. 4. Pp. 247–258. DOI: 10.5897/AJAR2015.10320.
3. Liu M., Rodrigue N., Kolmer J. Population divergence in the wheat leaf rust fungus *Puccinia triticina* is correlated with wheat evolution // Heredity. 2014. Vol. 112. Pp. 443–453. DOI: 10.1038/hdy.2013.123.
4. Ma Y., Liu T., Liu B., Gao L., Chen W. Population genetic structures of *Puccinia triticina* in five provinces of China // European Journal of Plant Pathology. 2020. Vol. 156. Pp. 1135–1145. DOI: 10.1007/s10658-020-01956-4.
5. Kosman E., Ben-Yehuda P., Manisterski J., Sela H. Diversity of virulence phenotypes among annual populations of *Puccinia triticina* originating from common wheat in Israel during the period 2000–15 // Plant Pathology. 2019. Vol. 68. No. 9. Pp. 1741–1748. DOI: 10.1111/ppa.13078.
6. Kolmer J. A., Hughes M. E. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2016 // Plant disease. 2018. Vol. 102. No. 6. Pp. 1066–1071. DOI: 10.1094/PDIS-11-17-1701-SR.
7. Гулятьева Е. И., Коваленко Н. М., Шаманин В. П. [и др.] Структура популяций листовых патогенов яровой пшеницы в западноазиатских регионах России и северном Казахстане в 2017 г. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 3. С. 363–369. DOI: 10.18699/VJ18.372.
8. Ordoñez M. E., German S. E., Kolmer J. A. Genetic differentiation within the *Puccinia triticina* population in South America and comparison with the North American population suggests common ancestry and intercontinental migration // Phytopathology. 2010. Vol. 100. No. 4. P. 376.
9. Гулятьева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Казарцев И. А., Аристова М. К. Структура российских популяций гриба *Puccinia triticina* Erikss // Вестник защиты растений. 2015. Т. 3. № 85. С. 5–10.
10. Волкова Г. В., Кудинова О. А., Ваганова О. Ф. Разнообразие фенотипов вирулентности популяции *Puccinia triticina* в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 6. С. 23–26. DOI: 10.31857/S2500-26272019623-26.
11. Pretorius Z. A., Ayliffe M., Bowden R. L., et al. Advances in control of wheat rusts // P. Langridge (Ed.) Achieving sustainable cultivation of wheat 2017. Vol. 1. Pp. 295–343.
12. Колесова М. А., Тырышкин Л. Г. Наследование эффективной ювенильной устойчивости шести образцов *Aegilops speltoides* Tausch к листовой ржавчине // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. Т. 179. № 4. С. 104–110.
13. Гулятьева Е. И., Аристова М. К., Шайдаюк Е. Л., Мироненко Н. В., Казарцев И. А., Ахметова А., Косман Е. Генетическая дифференциация *Puccinia triticina* Erikss. на территории России // Генетика. 2017. Т. 53. № 9. С. 1053–1060.
14. Volkova G. V., Vaganova O. F., Kudina O. A. Short communication: Virulence of *Puccinia triticina* in the North Caucasus region of Russia [e-resource] // Spanish Journal of Agricultural Research, 2020. Vol. 18. No. 1. P. e10SC01. DOI: dx.doi.org/10.5424/sjar/2020181-14749. URL: <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/14749> (appeal date: 30.03. 2020).
15. Baidya S., Bhardwaj S. C., Shrestha S. M., et al. Evaluation of Wheat Genotypes for Seedling and Adult Plant Resistance to Leaf Rust (*Puccinia triticina*) // Discovery Agriculture. 2019. Vol. 5. Pp. 69–78.
16. Juliana P., Singh R. P., Singh P. K., et al. Genomic and pedigree-based prediction for leaf, stem, and stripe rust resistance in wheat // Theoretical and Applied Genetics. 2017. Vol. 130. No. 7. Pp. 1415–1430. DOI: 10.1007/s00122-017-2897-1.

17. Hei N. B. Evaluation of wheat cultivars for slow rusting resistance to leaf rust (*Puccinia triticina* Eriks) in Ethiopia // African Journal of Plant Science. 2017. Vol. 11 (2). Pp. 23–29. DOI: 10.5897/AJPS2016.1450.
18. Kumar M., Singh R. M., Prashar M., et al. Genetics of Partial Resistance to Leaf Rust (*Puccinia triticina*) in Bread Wheat (*Triticum aestivum*) // Agricultural research. 2016. Vol. 5. No. 1. Pp. 13–21. DOI: 10.1007/s40003-015-0190-6.
19. Skowrońska, R., Kwiątek, M., Tomkowiak, A., et al. Development of multiplex PCR to detect slow rust resistance genes Lr34 and Lr46 in wheat // Journal of applied genetics. 2019. Vol. 60. No. 3–4. Pp. 301–304. DOI: 10.1007/s13353-019-00520-z.
20. El-Orabey W. M., Hamwieh A., Ahmed S. M. Molecular markers and phenotypic characterization of adult plant resistance genes Lr34, Lr46, Lr67 and Lr68 and their association with partial resistance to leaf rust in wheat // Journal of genetics. 2019. Vol. 98. No. 82. DOI: 10.1007/s12041-019-1122-1.
21. Алексеева Т. П., Анпилогова Л. К., Слюсаренко А. Н. [и др.] Влияние возделываемых сортов пшеницы на направление отбора генов вирулентности возбудителя бурой ржавчины // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1991. № 1. С. 18.
22. Волкова Г. В. Структура и изменчивость популяций возбудителей бурой и желтой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе и обоснование приемов управления внутривидовыми процессами: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. СПб.: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 2006. 426 с.
23. Кольбин Д. А., Волкова Г. В. Влияние возделываемых сортов озимой пшеницы на направление отбора генов вирулентности возбудителя бурой ржавчины на юге России // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2011. № 9 (60). С. 59–64.
24. Roelfs A. P., Singh R. P., Saari E. E. Rust diseases of wheat: concepts and methods management. Mexico: CIMMIT, 1992. 81 p.
25. Койшибаев М., Сагитов А. О. Защита зерновых культур от особо опасных болезней: рекомендации. Алматы, 2012. 33 с.
26. Волкова Г. В., Анпилогова Л. К., Алексеева Т. [и др.] Типы устойчивости сортов пшеницы к комплексу патогенов и эффективные гены растения-хозяина в условиях Северного Кавказа: практические рекомендации. СПб., 2009. 32 с.
27. Wolfe M. S., Schwarzbach E. The use of virulence analysis in cereal mildews // Phytopathologische Zeitschrift. 1975. Vol. 82. Pp. 297–307. DOI: 10.1111/j.1439-0434.1975.tb03495.x.
28. Martens J. W. Stem rust of east in Canada in 1967 // Canadian Plant Disease Survey. 1968. Vol. 48. No. 1. Pp. 17–19.
29. Kosman E., Leonard K. J. Conceptual analysis of methods applied to assessment of diversity within and distance between populations with asexual or mixed mode of reproduction // New Phytologist. 2007. Vol. 174. Pp. 683–696. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.02031.x.

#### Об авторах:

Галина Владимировна Волкова<sup>1</sup>, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией иммунитета зерновых культур к грибным болезням, ORCID 0000-0003-4033-7524, AuthorID 98216; +7 918 374-76-78, galvol2011@yandex.ru

Ольга Александровна Кудинова<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням, ORCID 0000-0002-0568-4312, AuthorID 704897; +7 952 853-34-08, alosa@list.ru

Ольга Федоровна Ваганова<sup>1</sup>, научный сотрудник лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням, ORCID 0000-0003-2345-2643, AuthorID 98215; +7 938-435-58-34, vof54@mail.ru

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, Россия

## Selection of *Puccinia triticina* virulence genes on winter wheat varieties with different types of resistance

G. V. Volkova<sup>1</sup>, O. A. Kudinova<sup>1✉</sup>, O. F. Vaganova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute for Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

✉E-mail: alosa@list.ru

**Abstract.** A change in the varietal composition of wheat causes response changes in the population of the fungus, which evolves conjugately. Population studies of the causative agent of leaf rust of wheat are carried out in many countries. Comparison of populations of *P. triticina* is mainly carried out geographically. **The purpose** of the study was to analyze the dynamics of the virulence of North Caucasus *Puccinia triticina* populations under the influence of winter wheat varieties with different types of leaf rust resistance. **Methods.** The study was carried out in 2018 in the experimental field and greenhouses All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection. Two varieties of winter wheat: Kralya and Vershina with different types of resistance to leaf rust, were used for the experiment. Cultivar Kralya had race-specific resistance; cultivar a Vershina had race-

nonspecific resistance to leaf rust. Virulence analysis of the impact of each cultivar on the structure of the pathogen population based on the results of differentiation of *P. triticina* populations, collected from each cultivar and compared to the mixed pathogens population. **As a result**, it was found that the genotype of a winter wheat variety with race-specific resistance significantly affects the virulence of the *P. triticina* population. The frequency of virulent pathogen isolates to most lines with Lr genes has changed under the influence of driving selection. Therefore, the wide regionalization of varieties with race-specific resistance will contribute to selective pressure on the *P. triticina* population and the accumulation of virulent phenotypes in it. The genotype of a wheat variety with nonspecific resistance did not cause significant changes in the gene pool of the virulence of the leaf rust pathogen population. In accordance with the obtained values of the Nei index, the pathogen population collected from a variety with race-specific resistance has significant differences with the combined population ( $N = 0.68$ ), in contrast to the population of *P. triticina* collected from the Vershina variety ( $N = 0.41$ ). The results obtained confirm the importance of screening varieties by resistance types for further decision making on their placement. Varieties with race-specific resistance are best used for mosaic placement with subsequent mandatory rotation in time and space. And varieties with nonspecific resistance, which are weakly affected by all races of the pathogen and cannot be carriers of infection, can be used over large areas for a longer time, combined with varieties from various groups, including their own. **Scientific novelty.** There have been practically no studies on the effect of wheat varieties with different types of resistance on the virulence of rust fungi populations, although this direction is of great practical interest for both selection and varietal placement.

**Keywords:** leaf rust, *Puccinia triticina*, winter wheat, resistant variety, race-specific resistance, race-nonspecific resistance, virulence, population.

**For citation:** Volkova G. V., Kudina O. A., Vaganova O. F. Vliyanie sortov ozimoy pshenitsy s raznymi tipami ustoychivosti k vzbuditelyu buroy rzhavchiny na izmenenie struktury populyatsii po priznaku virulentnosti [Selection of *Puccinia triticina* virulence genes on winter wheat varieties with different types of resistance] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 25–33. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-25-33. (In Russian.)

**Paper submitted:** 16.04.2020.

### References

1. Kolmer J. A. Genetics of leaf rust resistance in the hard red winter wheat cultivars Santa Fe and Duster // Crop Science. 2017. Vol. 57. Pp. 2500–2505. DOI: 10.2135/cropsci2016.12.1029.
2. Sallam M. E., El-Orabey W. M., Omara R. I. Seedling and adult plant resistance to leaf rust in some Egyptian wheat genotypes // African Journal of Agricultural Research. 2016. Vol. 11. No. 4. Pp. 247–258. DOI: 10.5897/AJAR2015.10320.
3. Liu M., Rodrigue N., Kolmer J. Population divergence in the wheat leaf rust fungus *Puccinia triticina* is correlated with wheat evolution // Heredity. 2014. Vol. 112. Pp. 443–453. DOI:10.1038/hdy.2013.123.
4. Ma Y., Liu T., Liu B., Gao L., Chen W. Population genetic structures of *Puccinia triticina* in five provinces of China // European Journal of Plant Pathology. 2020. Vol. 156. Pp. 1135–1145. DOI: 10.1007/s10658-020-01956-4.
5. Kosman E., Ben-Yehuda P., Manisterski J., Sela H. Diversity of virulence phenotypes among annual populations of *Puccinia triticina* originating from common wheat in Israel during the period 2000–15 // Plant Pathology. 2019. Vol. 68. No. 9. Pp. 1741–1748. DOI:10.1111/ppa.13078.
6. Kolmer J. A., Hughes M. E. Physiologic specialization of *Puccinia triticina* on wheat in the United States in 2016 // Plant disease. 2018. Vol. 102. No. 6. Pp. 1066–1071. DOI: 10.1094/PDIS-11-17-1701-SR.
7. Gul'tyaeva E. I., Kovalenko N. M., Shamanin V. P., et al. Struktura populyatsiy listovykh patogenov yarovoy pshenitsy v zapadnoaziatskikh regionakh Rossii i severnom Kazakhstane v 2017 g. [Population structure of leaf pathogens of spring wheat in West Asian regions of Russia and northern Kazakhstan in 2017] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. T. 22. No. 3. Pp. 363–369. DOI: 10.18699/VJ18.372. (In Russian.)
8. Ordoñez M. E., German S. E., Kolmer J. A. Genetic differentiation within the *Puccinia triticina* population in South America and comparison with the North American population suggests common ancestry and intercontinental migration // Phytopathology. 2010. Vol. 100. No. 4. P. 376.
9. Gul'tyaeva E. I., Shaydayuk E. L., Kazartsev I. A., Aristova M. K. Struktura rossiyskikh populyatsiy griba *Puccinia triticina* Eriks [The structure of Russian populations of the fungus *Puccinia triticina* Eriks] // Plant Protection News. 2015. T. 3. No. 85. Pp. 5–10. (In Russian.)
10. Volkova G. V., Kudina O. A., Vaganova O. F. Raznoobrazie fenotipov virulentnosti populyatsii *Puccinia triticina* v razlichnykh agroklimaticheskikh zonakh Severnogo Kavkaza [Diversity of virulence phenotypes of the *Puccinia triticina* population in different agro-climatic zones of the North Caucasus] // Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka 2019. No. 6. Pp. 23–26. DOI: 10.31857/S2500-26272019623-26. (In Russian.)
11. Pretorius Z. A., Ayliffe M., Bowden R. L., et al. Advances in control of wheat rusts // P. Langridge (Ed.) Achieving sustainable cultivation of wheat 2017. Vol. 1. Pp. 295–343.
12. Kolesova M. A., Tyryshkin L. G. Nasledovanie effektivnoy yuvenil'noy ustoychivosti shesti obraztsov *Aegilops speltoides* Tausch k listovoy rzhavchine [Inheritance of effective juvenile resistance of six *Aegilops speltoides* Tausch accessions to leaf rust] // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2019. T. 179. No. 4. Pp. 104–110. (In Russian.)

13. Gul'tyaeva E. I., Aristova M. K., Shaydayuk E. L., Mironenko N. V., Kazartsev I. A., Akhmetova A., Kosman E. Genetichesкая differentsiatsiya *Puccinia triticina* Erikss. na territorii Rossii [Genetic differentiation of *Puccinia triticina* Erikss. on Russian territory] // Russian Journal of Genetics. 2017. T. 53. No. 9. Pp. 1053–1060. (In Russian.)
14. Volkova G. V., Vaganova O. F., Kudinova O. A. Short communication: Virulence of *Puccinia triticina* in the North Caucasus region of Russia [e-resource] // Spanish Journal of Agricultural Research, 2020. Vol. 18. No. 1. P. e10SC01. DOI: dx.doi.org/10.5424/sjar/2020181-14749. URL: <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/14749> (appeal date: 30.03. 2020).
15. Baidya S., Bhardwaj S. C., Shrestha S. M., et al. Evaluation of Wheat Genotypes for Seedling and Adult Plant Resistance to Leaf Rust (*Puccinia triticina*) // Discovery Agriculture. 2019. Vol. 5. Pp. 69–78.
16. Juliana P., Singh R. P., Singh P. K., et al. Genomic and pedigree-based prediction for leaf, stem, and stripe rust resistance in wheat // Theoretical and Applied Genetics. 2017. Vol. 130. No. 7. Pp. 1415–1430. DOI: 10.1007/s00122-017-2897-1.
17. Hei N. B. Evaluation of wheat cultivars for slow rusting resistance to leaf rust (*Puccinia triticina* Erikss) in Ethiopia // African Journal of Plant Science. 2017. Vol. 11 (2). Pp. 23–29. DOI: 10.5897/AJPS2016.1450.
18. Kumar M., Singh R. M., Prashar M., et al. Genetics of Partial Resistance to Leaf Rust (*Puccinia triticina*) in Bread Wheat (*Triticum aestivum*) // Agricultural research. 2016. Vol. 5. No. 1. Pp. 13–21. DOI: 10.1007/s40003-015-0190-6.
19. Skowrońska, R., Kwiątek, M., Tomkowiak, A., et al. Development of multiplex PCR to detect slow rust resistance genes Lr34 and Lr46 in wheat // Journal of applied genetics. 2019. Vol. 60. No. 3–4. Pp. 301–304. DOI: 10.1007/s13353-019-00520-z.
20. El-Orabey W. M., Hamwieh A., Ahmed S. M. Molecular markers and phenotypic characterization of adult plant resistance genes Lr34, Lr46, Lr67 and Lr68 and their association with partial resistance to leaf rust in wheat // Journal of genetics. 2019. Vol. 98. No. 82. DOI: 10.1007/s12041-019-1122-1.
21. Alekseeva T. P., Anpilogova L. K., Slyusarenko A. N., et al. Vliyanie vzdelyvaemykh sortov pshenitsy na napravlenie otbora genov virulentnosti vozbuditelya buroy rzhavchiny [Influence of cultivated wheat varieties on the direction of selection of virulence genes of the leaf rust pathogen] // Nauchnye doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki. 1991. No. 1. P. 18. (In Russian.)
22. Volkova G. V. Struktura i izmenchivost' populyatsiy vozbuditeley buroy i zheltay rzhavchiny pshenitsy na Severnom Kavkaze i obosnovanie priemov upravleniya vnutripopulyatsionnymi protsessami: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora biologicheskikh nauk [Structure and variability of populations of pathogens of brown and yellow rust of wheat in the North Caucasus and the substantiation of methods for managing intrapopulation processes: dissertation for the degree of doctor of biological sciences]. Saint Petersburg: All-Russian Research Institute of Plant Protection, 2006. 426 p. (In Russian.)
23. Kol'bin D. A., Volkova G. V. Vliyanie vzdelyvaemykh sortov ozimoy pshenitsy na napravlenie otbora genov virulentnosti vozbuditelya buroy rzhavchiny na yuge Rossii [Influence of cultivated varieties of winter wheat on the direction of selection of virulence genes of the causative agent of leaf rust in the south of Russia] // The Bulletin of KrasGAU. 2011. No. 9 (60). Pp. 59–64. (In Russian.)
24. Roelfs A. P., Singh R. P., Saari E. E. Rust diseases of wheat: concepts and methods management. Mexico: CIMMIT, 1992. 81 p.
25. Koyshibaev M., Sagitov A. O. Zashchita zernovykh kul'tur ot osobo opasnykh bolezney: rekomendatsii [Protection of grain crops from especially dangerous diseases: recommendations]. Almaty, 2012. 33 p. (In Russian.)
26. Volkova G. V., Anpilogova L. K., Alekseeva T., et al. Tipy ustoychivosti sortov pshenitsy k kompleksu patogenov i effektivnye geny rasteniya-khozyaina v usloviyakh Severnogo Kavkaza: prakticheskie rekomendatsii [Types of resistance of wheat varieties to a complex of pathogens and effective genes of the host plant in the North Caucasus: practical recommendations]. Saint Petersburg, 2009. 32 p. (in Russian.)
27. Wolfe M. S., Schwarzbach E. The use of virulence analysis in cereal mildews // Phytopathologische Zeitschrift. 1975. Vol. 82. Pp. 297–307. DOI: 10.1111/j.1439-0434.1975.tb03495.x.
28. Martens J. W. Stem rust of wheat in Canada in 1967 // Canadian Plant Disease Survey. 1968. Vol. 48. No. 1. Pp. 17–19.
29. Kosman E., Leonard K. J. Conceptual analysis of methods applied to assessment of diversity within and distance between populations with asexual or mixed mode of reproduction // New Phytologist. 2007. Vol. 174. Pp. 683–696. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2007.02031.x.

#### Authors' information:

Galina V. Volkova<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, chief researcher, head of the laboratory of immunity of cereal crops to fungal diseases, ORCID 0000-0003-4033-7524, AuthorID 98216; +7 918 374-76-78, [galvol2011@yandex.ru](mailto:galvol2011@yandex.ru)

Olga A. Kudinova<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, researcher of the laboratory of immunity of grain crops to fungal diseases, ORCID 0000-0002-0568-4312, AuthorID 704897; +7 952 853-34-08, [alosa@list.ru](mailto:alosa@list.ru)

Olga F. Vaganova<sup>1</sup>, researcher of the laboratory of immunity of grain crops to fungal diseases, ORCID 0000-0003-2345-2643, AuthorID 98215; +7 938-435-58-34, [vof54@mail.ru](mailto:vof54@mail.ru)

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute for Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

## Энергетический обмен у бычков породы абердин-ангус в период выращивания при разном уровне обменного протеина в рационах

А. И. Денькин<sup>1</sup>✉, В. О. Лемешевский<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал Федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Боровск, Россия

✉E-mail: denkin.alex-009@yandex.ru

**Аннотация.** Характер биосинтетических процессов и продуктивные качества жвачных животных зависят от уровня и соотношения субстратов, всасывающихся в пищеварительном тракте. Максимальная эффективность биосинтеза компонентов мяса в организме обеспечивается в случае, если аминокислоты поступают в метаболический пул в достаточном количестве и в оптимальном соотношении. **Цель работы** – изучить потребности бычков мясной породы абердин-ангус в обменном протеине для оптимального использования аминокислот и обменной энергии рациона на прирост живой массы бычков в период выращивания. **Материалы исследований.** Проведено последовательно 3 серии исследований на бычках породы абердин-ангус живой массой 277 кг, 317 кг и 363 кг. Кормление животных 1-го опыта осуществлялось по нормам РАСХН, где соотношение обменного протеина к обменной энергии составило 8,2 г/МДж, во 2-м и 3-м опытах повысили уровень обменного протеина до 8,6 и 9,1 г/МДж за счет введения в рацион 0,5 и 0,6 кг жмыха соевого соответственно. По завершении каждого периода проводили физиологические опыты. **Результаты.** Исследуемый показатель не оказал существенного влияния на потребление сухого вещества корма, а увеличение в рационе трудно распадаемого протеина способствовало повышению концентрации обменной энергии и переваримости сухого вещества. Установлено, что обменная энергия и аминокислоты эффективно используются в приросте живой массы бычков в период выращивания на рационе, в котором отношение обменного протеина к обменной энергии составляет 8,6 г/МДж. Дальнейшее повышение обменного протеина в рационе приводит к росту теплопродукции, что, в свою очередь, повышает использование аминокислот и обменной энергии в энергетическом обмене и снижает их вклад в прирост живой массы.

**Ключевые слова:** обменная энергия, обменный протеин, баланс энергии, субстраты, бычки, прирост, выращивание.

**Для цитирования:** Денькин А. И., Лемешевский В. О. Энергетический обмен у бычков породы абердин-ангус в период выращивания при разном уровне обменного протеина в рационах // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 34–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-34-42.

**Дата поступления статьи:** 29.05.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Основной путь повышения рентабельности производства говядины состоит в улучшении эффективности био-конверсии питательных веществ корма в продукцию (прежде всего за счет оптимизации условий питания). Кормление животных, наряду с уровнем генетического потенциала, является основным фактором, определяющим продуктивность животных, а первостепенное значение для эффективного использования корма имеет сбалансированность рациона по питательным и биологически активным веществам [1, с. 117], [2, с. 61]. При балансировании рационов важно учитывать концентрацию энергии в сухом веществе, которая влияет на переваримость корма. Установлено, что увеличение энергетической питательности рациона бычков на 5,0 % (концентрация обменной энергии в сухом веществе 9,6 МДж/кг) способствует повышению энергии отложения и синтеза прироста на 10,04 %, энергии прироста – на 19,50 %, эффективности использования

обменной энергии на рост – на 3,81 % [3, с. 325]. Сбалансированность рациона по азотистым веществам означает оптимальное обеспечение метаболических процессов в организме аминокислотами за счет поступления в кишечник трудно распадаемого протеина и белковых продуктов микробного синтеза [4, с. 137–138], [5, с. 92]. Степень использования азотистых веществ рациона животными также зависит от концентрации энергии в сухом веществе рациона, уровня протеина и его расщепляемости [6, с. 258], [7, с. 164], [8], [9, с. 18]. Высокоэнергетические рационы способствуют повышению эффективности использования азотистых веществ и обладают высокой экономической эффективностью [10, с. 230], [11, с. 307–308].

При оценке протеиновой обеспеченности жвачных необходимо знать возможности и количественные параметры микробного синтеза в преджелудках, а также степень усвоения и использования кормового и микробного белка, содержащихся в них аминокислот при различных

физиологических состояниях и уровне продуктивности животных. Кроме содержания в корме переваримого или сырого протеина, важными показателями в данной системе становятся его растворимость, расщепляемость и аминокислотный состав нерасщепленного в рубце протеина [12, с. 141].

В странах с развитым животноводством системы питания жвачных животных предусматривают необходимость учета качества протеина и углеводов корма. Показано, что данный подход экономически целесообразен не только при производстве молока, но и при выращивании животных на мясо [13, с. 54], [14, с. 87], [15, с. 1006]. Оптимальное повышение уровня обменного протеина в рационе положительно влияет на прирост живой массы, но при избытке способствует росту теплопродукции, что, в свою очередь, снижает использование протеина и энергии корма на продуктивность животных [16, с. 653–654].

Цель исследований – изучить потребности бычков мясной породы абердин-ангус в обменном протеине для оптимального использования аминокислот и обменной энергии рациона на прирост живой массы бычков в период выращивания.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Для решения поставленных задач по принципу парных аналогов сформировали группу бычков с начальной живой массой 277 кг. Опыты проведены методом групп периодов. Во время опыта бычки получали рационы согласно живой массе и величине планируемых приростов на уровне 1300–1500 г (таблица 1). По периодам опыта у

бычков последовательно повышали содержание обменного протеина в рационе за счет ввода кормовых добавок с пониженной распадаемостью протеина (соевый жмых). В 1-м периоде исследований (продолжительностью 26 дней) использовали рацион, составленный по принятым нормам РАСХН (2003 г.), где отношение обменного протеина к обменной энергии составило 8,2. За счёт ввода кормовых добавок с пониженной распадаемостью протеина (соевый жмых) в рационах 2-го (продолжительностью 27 дней) и 3-го (продолжительностью 21 день) периодов повысили уровень обменного протеина к обменной энергии до 8,6 и 9,1 соответственно.

В основной период опыта животные были на привязном содержании, поение осуществлялось из автопоилок, кормление двукратное равными порциями. Ежедневно учитывалось потребление корма. Для оценки интенсивности роста бычков периодически взвешивали.

В процессе выполнения экспериментов определяли параметры белкового, углеводного, энергетического обмена, оценивали процессы пищеварения.

Для оценки процессов пищеварения у бычков определяли потребление корма, переваримость основных питательных веществ рациона и поступление субстратов из пищеварительного тракта в метаболический пул. В пробах корма и кала определено содержание сухого и органического вещества, сырого протеина, клетчатки, общих липидов и золы. По анализу выделенного кала и мочи определен баланс энергии и азота, а также отложение энергии и азота у животных.

Таблица 1  
Рационы для бычков

| Корма, кг                                                                | Серия опытов |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|------|------|
|                                                                          | 1            | 2    | 3    |
| Комбикорм                                                                | 4            | 4    | 5    |
| Жмых соевый                                                              | –            | 0,5  | 0,6  |
| Сенаж вико-овсяный                                                       | 8            | 9    | 10   |
| Сено злаковое                                                            | 0,5          | 0,5  | 0,5  |
| Мел кормовой                                                             | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| Соль поваренная                                                          | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| Премикс ПК-60                                                            | 0,1          | 0,1  | 0,1  |
| <b>В рационе содержится</b>                                              |              |      |      |
| Сухого вещества (СВ), кг                                                 | 6,69         | 7,41 | 8,39 |
| Обменной энергии (ОЭ), МДж                                               | 64,8         | 74,3 | 83,7 |
| КОЭ, МДж/кг СВ                                                           | 9,7          | 9,8  | 9,9  |
| Сырого протеина, г                                                       | 1046         | 1243 | 1360 |
| Распадаемого протеина, г                                                 | 740          | 864  | 949  |
| Обменного протеина (ОБ), г                                               | 530          | 635  | 764  |
| Сырой клетчатки, г                                                       | 1327         | 1413 | 1595 |
| Сырого жира, г                                                           | 198          | 231  | 286  |
| ОБ/ОЭ                                                                    | 8,2          | 8,6  | 9,1  |
| <b>Количество образованных субстратов в желудочно-кишечном тракте, г</b> |              |      |      |
| Ацетат                                                                   | 1556         | 1883 | 1942 |
| Пропионат                                                                | 313          | 366  | 459  |
| Бутират                                                                  | 297          | 276  | 375  |
| Глюкоза                                                                  | 834          | 934  | 953  |
| Аминокислоты                                                             | 530          | 635  | 764  |
| ВЖК                                                                      | 137          | 150  | 179  |

Table 1  
Rations for bulls calves

| Feed, kg                                                                | Series of experiments |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                                                         | 1                     | 2    | 3    |
| Compound feed                                                           | 4                     | 4    | 5    |
| Soybean meal                                                            | –                     | 0.5  | 0.6  |
| Haylage hay and oat                                                     | 8                     | 9    | 10   |
| Hay cereal                                                              | 0.5                   | 0.5  | 0.5  |
| Chalk feed                                                              | 0.1                   | 0.1  | 0.1  |
| Common salt                                                             | 0.1                   | 0.1  | 0.1  |
| Premix PK-60                                                            | 0.1                   | 0.1  | 0.1  |
| <b>The ration contains</b>                                              |                       |      |      |
| Dry matter (DM), kg                                                     | 6.69                  | 7.41 | 8.39 |
| Metabolizable energy (ME), MJ                                           | 64.8                  | 74.3 | 83.7 |
| Concentration of metabolizable energy, MJ/kg DM                         | 9.7                   | 9.8  | 9.9  |
| Crude protein, g                                                        | 1046                  | 1243 | 1360 |
| Degradable protein, g                                                   | 740                   | 864  | 949  |
| Metabolizable protein (MP), g                                           | 530                   | 635  | 764  |
| Crude fiber, g                                                          | 1327                  | 1413 | 1595 |
| Crude fat, g                                                            | 198                   | 231  | 286  |
| MP/ME                                                                   | 8.2                   | 8.6  | 9.1  |
| <b>The number of formed substrates in the gastrointestinal tract, g</b> |                       |      |      |
| Acetate                                                                 | 1556                  | 1883 | 1942 |
| Propionate                                                              | 313                   | 366  | 459  |
| Butyrate                                                                | 297                   | 276  | 375  |
| Glucose                                                                 | 834                   | 934  | 953  |
| Amino acids                                                             | 530                   | 635  | 764  |
| HFA                                                                     | 137                   | 150  | 179  |

Таблица 2  
Потребление и переваримость сухого вещества ( $M \pm m, n = 2$ )

| Показатель                     | Серия опытов     |                   |                  |
|--------------------------------|------------------|-------------------|------------------|
|                                | 1                | 2                 | 3                |
| Сухое вещество корма, кг       | 6,72 $\pm$ 0,01  | 7,59 $\pm$ 0,01** | 8,46 $\pm$ 0,14* |
| Сухое вещество кала, кг        | 2,05 $\pm$ 0,11  | 2,22 $\pm$ 0,03   | 2,46 $\pm$ 0,11  |
| Переваримое сухое вещество, кг | 4,67 $\pm$ 0,10  | 5,37 $\pm$ 0,04*  | 6,00 $\pm$ 0,03* |
| Переваримость, %               | 69,55 $\pm$ 1,54 | 70,75 $\pm$ 0,43  | 70,94 $\pm$ 0,82 |
| Концентрация ОЭ, МДж/кг СВ     | 9,65 $\pm$ 0,27  | 9,79 $\pm$ 0,08   | 9,85 $\pm$ 0,15  |

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  при сравнении со 2-й и 3-й сериями опыта.

Table 2  
Consumption and digestibility of dry matter ( $M \pm m, n = 2$ )

| Index                                           | Series of experiments |                   |                  |
|-------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
|                                                 | 1                     | 2                 | 3                |
| Dry matter feed, kg                             | 6.72 $\pm$ 0.01       | 7.59 $\pm$ 0.01** | 8.46 $\pm$ 0.14* |
| Dry matter of feces, kg                         | 2.05 $\pm$ 0.11       | 2.22 $\pm$ 0.03   | 2.46 $\pm$ 0.11  |
| Digestible dry matter, kg                       | 4.67 $\pm$ 0.10       | 5.37 $\pm$ 0.04*  | 6.00 $\pm$ 0.03* |
| Digestibility, %                                | 69.55 $\pm$ 1.54      | 70.75 $\pm$ 0.43  | 70.94 $\pm$ 0.82 |
| Concentration of metabolizable energy, MJ/kg DM | 9.65 $\pm$ 0.27       | 9.79 $\pm$ 0.08   | 9.85 $\pm$ 0.15  |

Note: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$  when compared with series 2 and 3 of the experiment.

Таблица 3  
Легочный газообмен у бычков ( $M \pm m, n = 2$ )

| Показатели                                       |                          | Серии опытов      |                   |                   |
|--------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                                  |                          | 1                 | 2                 | 3                 |
| Литраж, л/мин                                    |                          | 56 $\pm$ 1        | 63 $\pm$ 2        | 76 $\pm$ 2*       |
| Поглощено O <sub>2</sub>                         | л/мин $\times$ гол.      | 1,36 $\pm$ 0,04   | 1,54 $\pm$ 0,05   | 1,76 $\pm$ 0,05*  |
|                                                  | л/кг ж. м. $\times$ сут. | 7,07 $\pm$ 0,11   | 7,00 $\pm$ 0,08   | 6,96 $\pm$ 0,05   |
| Выделено CO <sub>2</sub>                         | л/мин $\times$ гол.      | 1,21 $\pm$ 0,03   | 1,38 $\pm$ 0,04   | 1,57 $\pm$ 0,05*  |
|                                                  | л/кг ж. м. $\times$ сут. | 6,31 $\pm$ 0,12   | 6,31 $\pm$ 0,09   | 6,23 $\pm$ 0,06   |
| Дыхательный коэффициент                          |                          | 0,906 $\pm$ 0,006 | 0,895 $\pm$ 0,001 | 0,897 $\pm$ 0,003 |
| Калорическая стоимость 1 л O <sub>2</sub> , ккал |                          | 4,918 $\pm$ 0,006 | 4,922 $\pm$ 0,002 | 4,917 $\pm$ 0,001 |
| Теплопродукция, кДж $\times$ кг ж. м./сут        |                          | 146 $\pm$ 2       | 144 $\pm$ 2       | 143 $\pm$ 1       |
| Теплопродукция, МДж/сут                          |                          | 40,3 $\pm$ 1,1    | 45,7 $\pm$ 1,3    | 52,1 $\pm$ 1,4*   |

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  при сравнении со 2-й и 3-й сериями опыта.

Table 3  
Pulmonary gas exchange in bulls calves ( $M \pm m, n = 2$ )

| Index                                            |                               | Series of experiments |                   |                   |
|--------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
|                                                  |                               | 1                     | 2                 | 3                 |
| Volume, l/min                                    |                               | 56 $\pm$ 1            | 63 $\pm$ 2        | 76 $\pm$ 2*       |
| Absorbed O <sub>2</sub>                          | l/min $\times$ head           | 1,36 $\pm$ 0,04       | 1,54 $\pm$ 0,05   | 1,76 $\pm$ 0,05*  |
|                                                  | l/kg live weight $\times$ day | 7,07 $\pm$ 0,11       | 7,00 $\pm$ 0,08   | 6,96 $\pm$ 0,05   |
| Highlighted CO <sub>2</sub>                      | l/min $\times$ head           | 1,21 $\pm$ 0,03       | 1,38 $\pm$ 0,04   | 1,57 $\pm$ 0,05*  |
|                                                  | l/kg live weight $\times$ day | 6,31 $\pm$ 0,12       | 6,31 $\pm$ 0,09   | 6,23 $\pm$ 0,06   |
| Respiratory rate                                 |                               | 0,906 $\pm$ 0,006     | 0,895 $\pm$ 0,001 | 0,897 $\pm$ 0,003 |
| Caloric value 1 l O <sub>2</sub> , kcal          |                               | 4,918 $\pm$ 0,006     | 4,922 $\pm$ 0,002 | 4,917 $\pm$ 0,001 |
| Heat production, kJ $\times$ kg live weight /day |                               | 146 $\pm$ 2           | 144 $\pm$ 2       | 143 $\pm$ 1       |
| Heat production, MJ/day                          |                               | 40,3 $\pm$ 1,1        | 45,7 $\pm$ 1,3    | 52,1 $\pm$ 1,4*   |

Note: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$  when compared with series 2 and 3 of the experiment.

Перед началом и по завершении опытных периодов проводили балансовые опыты. Взвешивание бычков проводили до утреннего приема корма.

В исследованиях использовали аппарат Kjeltec для определения азота, калориметр АБК-1 для определения калорийности проб кормов, кала и мочи, газоанализатор-хроматограф АХТ-ТИ для анализа газов выдыхаемого воздуха, электронно-вычислительную технику, анализ ЛЖК рубцовой жидкости определяли на газожидкостном хроматографе «Цвет-800».

Достоверность различий между группами определяли с использованием *t*-теста Стьюдента по методу парных сравнений.

### Результаты (Results)

В 1-м периоде исследований бычки (средняя живая масса 277  $\pm$  12 кг) потребляли меньше нормативных значений сухого вещества (6,7 кг при норме 7 кг), обменной энергии (64,8 МДж при норме 75 МДж) и сырого протеина (1046 г при норме 1250 г) для бычков при среднесуточных приростах 1,4 кг [4].

Таблица 4  
Баланс энергии у бычков, МДж/сут ( $M \pm m$ ,  $n = 2$ )

| Показатель                                      | Серия опытов |              |              |
|-------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                 | 1            | 2            | 3            |
| Валовая энергия корма                           | 117,2 ± 2,1  | 130,4 ± 2,0* | 147,6 ± 1,1* |
| Валовая энергия кала                            | 35,6 ± 1,8   | 36,9 ± 0,6   | 41,9 ± 0,7   |
| Энергия перевар. пит. веществ                   | 81,6 ± 0,3   | 93,5 ± 1,4*  | 105,7 ± 0,4  |
| Потери энергии с метаном и теплотой ферментации | 13,3 ± 0,1   | 15,2 ± 0,2*  | 17,2 ± 0,1*  |
| Энергия мочи                                    | 3,5 ± 0,2    | 4,0 ± 0,7    | 4,8 ± 1,9    |
| Обменная энергия                                | 64,8 ± 0,4   | 74,3 ± 0,5*  | 83,7 ± 2,2*  |
| Теплопродукция                                  | 40,3 ± 1,1   | 45,7 ± 1,3   | 52,1 ± 1,4*  |
| Отложено энергии в приросте                     | 24,5 ± 1,1   | 28,6 ± 1,8   | 31,6 ± 0,8*  |

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  при сравнении со 2-й и 3-й сериями опыта.

Table 4  
Energy balance in bulls calves, MJ/day ( $M \pm m$ ,  $n = 2$ )

| Index                                               | Series of experiments |              |              |
|-----------------------------------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
|                                                     | 1                     | 2            | 3            |
| Gross feed energy                                   | 117.2 ± 2.1           | 130.4 ± 2.0* | 147.6 ± 1.1* |
| Gross energy of feces                               | 35.6 ± 1.8            | 36.9 ± 0.6   | 41.9 ± 0.7   |
| Energy digestible nutrients                         | 81.6 ± 0.3            | 93.5 ± 1.4*  | 105.7 ± 0.4  |
| Energy losses with methane and heat of fermentation | 13.3 ± 0.1            | 15.2 ± 0.2*  | 17.2 ± 0.1*  |
| Urine energy                                        | 3.5 ± 0.2             | 4.0 ± 0.7    | 4.8 ± 1.9    |
| Metabolizable energy                                | 64.8 ± 0.4            | 74.3 ± 0.5*  | 83.7 ± 2.2*  |
| Heat production                                     | 40.3 ± 1.1            | 45.7 ± 1.3   | 52.1 ± 1.4*  |
| Saved energy in growth                              | 24.5 ± 1.1            | 28.6 ± 1.8   | 31.6 ± 0.8*  |

Note: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$  when compared with series 2 and 3 of the experiment.

Таблица 5  
Баланс энергетических субстратов у бычков, г/сут.

| Показатель                                | Серия опытов |      |      |
|-------------------------------------------|--------------|------|------|
|                                           | 1            | 2    | 3    |
| <b>Количество образованных субстратов</b> |              |      |      |
| Аминокислоты                              | 530          | 635  | 764  |
| Ацетат + глюкоза                          | 2631         | 3101 | 3251 |
| ВЖК + бутират                             | 434          | 426  | 554  |
| <b>Использование на теплопродукцию</b>    |              |      |      |
| Аминокислоты                              | 288          | 344  | 488  |
| Ацетат + глюкоза                          | 1505         | 1749 | 1872 |
| ВЖК + бутират                             | 329          | 347  | 399  |
| <b>Использование на прирост</b>           |              |      |      |
| Аминокислоты                              | 242          | 291  | 276  |
| Ацетат + глюкоза                          | 1126         | 1352 | 1379 |
| ВЖК + бутират                             | 105          | 79   | 155  |

Table 5  
Balance of energy substrates in bulls calves, g/day

| Index                                  | Series of experiments |      |      |
|----------------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                        | 1                     | 2    | 3    |
| <b>The number of formed substrates</b> |                       |      |      |
| Amino acids                            | 530                   | 635  | 764  |
| Acetate + glucose                      | 2631                  | 3101 | 3251 |
| HFA + butyrate                         | 434                   | 426  | 554  |
| <b>Use for heat products</b>           |                       |      |      |
| Amino acids                            | 288                   | 344  | 488  |
| Acetate + glucose                      | 1505                  | 1749 | 1872 |
| HFA + butyrate                         | 329                   | 347  | 399  |
| <b>Use for growth</b>                  |                       |      |      |
| Amino acids                            | 242                   | 291  | 276  |
| Acetate + glucose                      | 1126                  | 1352 | 1379 |
| HFA + butyrate                         | 105                   | 79   | 155  |

Таблица 6  
Затраты продуктивной энергии у бычков ( $M \pm m, n = 2$ )

| Показатель                                                         | Серия опытов   |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|------------------|
|                                                                    | 1              | 2                | 3                |
| Соотношение ОБ/ОЭ                                                  | 8,2            | 8,6              | 9,1              |
| Возраст, мес.                                                      | 7–8            | 8–9              | 9–10             |
| Живая масса, кг                                                    | $277 \pm 12$   | $317 \pm 13$     | $363 \pm 7^*$    |
| Метаболическая масса (ММ), кг                                      | $67,8 \pm 2,2$ | $75,0 \pm 2,2$   | $83,2 \pm 1,2^*$ |
| Энергия поддержания, МДж<br>(Э поддержания = ММ $\times$ 460/1000) | $31,2 \pm 1,0$ | $34,5 \pm 1,0$   | $38,3 \pm 0,6^*$ |
| Обменная энергия, МДж                                              | $64,8 \pm 0,4$ | $74,3 \pm 0,5^*$ | $83,7 \pm 2,2^*$ |
| Продуктивная энергия, МДж/сут                                      | $33,6 \pm 1,1$ | $39,8 \pm 1,5$   | $45,5 \pm 1,7^*$ |
| Энергия прироста, МДж/сут                                          | $24,5 \pm 1,1$ | $28,6 \pm 1,8$   | $31,6 \pm 0,8^*$ |
| Среднесуточный прирост, г                                          | $1520 \pm 20$  | $1664 \pm 87$    | $1423 \pm 53$    |
| Энергия 1 кг прироста, МДж                                         | $16,1 \pm 1,0$ | $17,2 \pm 0,2$   | $22,2 \pm 2,4$   |

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  при сравнении со 2-й и 3-й сериями опыта.Table 6  
Costs of productive energy in bulls calves ( $M \pm m, n = 2$ )

| Index                                                         | Series of experiments |                  |                  |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|
|                                                               | 1                     | 2                | 3                |
| The ratio of MP/ME                                            | 8.2                   | 8.6              | 9.1              |
| Age, month                                                    | 7–8                   | 8–9              | 9–10             |
| Live weight kg                                                | $277 \pm 12$          | $317 \pm 13$     | $363 \pm 7^*$    |
| Metabolic mass (MM), kg                                       | $67.8 \pm 2.2$        | $75.0 \pm 2.2$   | $83.2 \pm 1.2^*$ |
| Energy maintenance, MJ<br>(E maintain = MM $\times$ 460/1000) | $31.2 \pm 1.0$        | $34.5 \pm 1.0$   | $38.3 \pm 0.6^*$ |
| Metabolizable energy, MJ                                      | $64.8 \pm 0.4$        | $74.3 \pm 0.5^*$ | $83.7 \pm 2.2^*$ |
| Productive energy, MJ/day                                     | $33.6 \pm 1.1$        | $39.8 \pm 1.5$   | $45.5 \pm 1.7^*$ |
| Growth energy, MJ/day                                         | $24.5 \pm 1.1$        | $28.6 \pm 1.8$   | $31.6 \pm 0.8^*$ |
| The average daily gain, g                                     | $1520 \pm 20$         | $1664 \pm 87$    | $1423 \pm 53$    |
| Energy 1 kg growth, MJ                                        | $16.1 \pm 1.0$        | $17.2 \pm 0.2$   | $22.2 \pm 2.4$   |

Note: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  when compared with series 2 and 3 of the experiment.

Во 2-м периоде с 8 по 9 мес. ( $317 \pm 13$  кг) при дополнительном скармливании 0,5 кг белковых кормов (жмых соевый) возросло потребление сенажа на 1 кг. Содержание сырого протеина в потребленных кормах приближалось к нормативным значениям (1243 г при норме 1270 г). Уровень обменной энергии составил 74,3 МДж при норме 84 МДж.

В 3-м периоде с 9 по 10-й мес. ( $363 \pm 7$  кг) увеличилось потребление комбикорма до 5 кг, сенажа до 10 кг. Уровень сырого протеина соответствовал нормативным показателям, а уровень обменной энергии – ниже нормы на 7 %.

На основе данных потребления и переваримости сухого вещества отмечено, что заданные бычкам рационы поедались фактически полностью (таблица 2). По данным балансовых опытов, переваримость сухого вещества рациона в 1-м периоде исследований составила  $\approx 70$  %, а во 2-м и 3-м периодах с увеличением уровня протеина наблюдалось повышение переваримости сухого вещества рациона до 71 %.

Изучение результатов легочного газообмена (таблица 3) у бычков показало, как и предполагалось, что во 2-й и 3-й сериях исследований с увеличением живой массы пропорционально возросли вентиляция легких и потребность в кислороде. Однако наблюдалась и обратная закономерность: с возрастом и повышением живой массы

животных снижалось количество теплопродукции и потребления кислорода в пересчете на 1 кг живой массы в связи с тем, что замедляется уровень метаболизма.

Повышение вклада высших жирных кислот и бутирата в энергетический обмен во 2-м опыте, а аминокислот в 3-м опыте (таблица 5) способствовало снижению дыхательного коэффициента при сравнении с 1-м периодом.

Анализ данных по балансу энергии (таблица. 4) свидетельствует, что у бычков с 1-го по 3-й периоды исследований отмечалась достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение на 11,3–25,9 % потребления валовой энергии корма. Увеличение в рационе бычков уровня обменного протеина способствовало повышению переваримости кормов и снижению потерь энергии с калом, которые составили в 1-м периоде исследований 30,38 %, во 2-м – 28,30, в 3-м – 28,39 % от валовой энергии корма. Однако повышение уровня обменного протеина в рационе способствовало незначительному росту потерь энергии с мочой, которые составили в 1-м периоде исследований 2,99 %, во 2-м – 3,07 %, в 3-м – 3,25 % от валовой энергии корма. При сравнении с 1-м периодом во 2-м и 3-м периодах исследований достоверно ( $p < 0,05$ ) повышался уровень обменной энергии и составил от валовой энергии 55,29 %, 56,98 % и 56,71 % соответственно.

Таблица 7  
Вклад обменной энергии и аминокислот в среднесуточный прирост бычков, %

| Показатель       | Серия опытов |       |       |
|------------------|--------------|-------|-------|
|                  | 1            | 2     | 3     |
| Обменная энергия | 37,82        | 38,58 | 37,53 |
| Аминокислоты     | 45,66        | 45,83 | 36,13 |

Table 7  
Contribution of metabolizable energy and amino acids to the average daily gain of bulls calves, %

| Index                | Series of experiments |       |       |
|----------------------|-----------------------|-------|-------|
|                      | 1                     | 2     | 3     |
| Metabolizable energy | 37.82                 | 38.58 | 37.53 |
| Amino acids          | 45.66                 | 45.83 | 36.13 |

Таким образом, повышение уровня доступного протеина до 8,6–9,1 г/МДж ОЭ оказывает положительное влияние на эффективность использования энергии корма при выращивании бычков породы абердин-ангус.

Анализ баланса энергетических субстратов (таблица 5) свидетельствует, что с повышением уровня обменного протеина в рационах возрастал их вклад в энергетический обмен и прирост. Более высокий вклад аминокислот в прирост отмечен во 2-м опыте, что подтверждается самым высоким значением среднесуточного прироста на уровне 1664 г. Использование энергетических субстратов на теплопродукцию в трех опытах было пропорциональным. Аминокислоты, ацетат и глюкоза меньше использовались на прирост у животных 1-го опыта, а ВЖК и бутират – бычками 2-го опыта.

Использование продуктивной энергии (таблица 6) на синтез суточного прироста живой массы у бычков рассчитывали по данным балансовых опытов, динамики живой массы и величины суточных приростов по периодам опыта. Использование обменной энергии на поддержание определяли с учетом, что средняя величина потребности в энергии на поддержание как для взрослого скота, так и для растущего молодняка составляет 460 кДж/кг ж. м.<sup>0,75</sup>. Продуктивную энергию рассчитывали по формуле  $ПЭ = ОЭ - Э \text{ поддержания}$ .

Результаты исследований показали, что затраты продуктивной энергии на 1 кг прироста повышались при увеличении живой массы и снижении среднесуточного прироста. С увеличением среднесуточного прироста сокращались затраты продуктивной энергии на 1 кг прироста. Так, у бычков с 1-го по 3-й периоды при среднесуточных приростах 1520, 1664 и 1423 г на синтез 1 кг прироста живой массы было использовано обменной энергии 25,0, 23,28 и 26,64 МДж соответственно.

По данным таблицы 7 можно отметить, что использование обменной энергии на прирост было на одном уровне в 1-м и 3-м периодах, однако ниже, чем во 2-й период.

Вклад аминокислот в прирост животных 1-го и 2-го периодов был также на одном уровне, а в 3-м опыте – самыми низкими и составил 36,13 %.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Для обеспечения достаточного поступления аминокислот в кишечник необходим определённый уровень переваривания поступающего в рубец протеина под воздействием микробиальных ферментов, а микроорганизмы, насе-

ляющие рубец, имеют свои потребности в аминокислотах для поддержания своего метаболизма и размножения. Строгая координация процессов пищеварения и метаболизма у жвачных животных является необходимым условием для достижения высокой эффективности использования питательных веществ корма.

Изучением отдельных направлений вопроса оптимального обеспечения потребностей в обменном белке бычков в период выращивания занимались не только отечественные исследователи, но и ряд зарубежных [6; 13]. Однако приведенные в литературе данные носят разрозненный и порой противоречивый характер и не позволяют оценить особенности биоэнергетических процессов в организме бычков при разном уровне доступного протеина в их рационе.

Исследования влияния различного энергопротеинового отношения в рационах бычков скороспелой мясной породы абердин-ангус в период выращивания позволили оценить вклад аминокислот и обменной энергии рациона на прирост и поддержание.

Так, в 1-м опыте у бычков с живой массой  $277 \pm 12$  кг, где использовали рацион, составленный по принятым нормам РАСХН (соотношение ОБ/ОЭ – 8,2), среднесуточный прирост составил  $1520 \pm 20$  г. Потери энергии с мочой были незначительно ниже, чем во 2-м и 3-м периодах с более высоким уровнем протеина. Вклад аминокислот и обменной энергии в прирост составил 45,66 % и 37,82 %, что незначительно ниже, чем во 2-м периоде. Учитывая полученные данные, следует отметить, что для повышения продуктивности можно увеличить уровень обменного протеина и установить оптимальную потребность в нем в этот период.

Во 2-м опыте (соотношение ОБ/ОЭ – 8,6) у бычков с живой массой  $317 \pm 13$  кг среднесуточный прирост составил  $1664 \pm 87$  г, что больше на 9,47 %, чем в 1-м опыте. При более высоком уровне обменного протеина вклад обменной энергии и аминокислот на прирост был выше, чем в 1-м опыте, что свидетельствует о целесообразном повышении уровня обменного протеина в рационе в этот период.

В 3-м опыте (соотношение ОБ/ОЭ – 9,1) у бычков с живой массой  $363 \pm 7$  кг среднесуточный прирост составил  $1423 \pm 53$  г, что меньше на 6,38 %, чем в 1-м опыте. Вклад обменной энергии в прирост был фактически на одном уровне. Вклад аминокислот в прирост живой массы

составил 36,13 % (против 45,66 %), что свидетельствует о необходимости снизить уровень обменного протеина в этот период.

Полученные экспериментальные данные согласуются с результатами ранее проведенных исследований [5], [8],

[16] и указывают на вариабельность эффективности использования энергии питательных веществ рациона бычками при различном обеспечении их организма обменным белком.

### Библиографический список

1. Быкова О. А. Мясная продуктивность молодняка симментальской породы при использовании в рационах кормовых добавок из местных источников // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (15). С. 117–120.
2. Галочкина В. П., Агафонова А. В., Обвинцева О. В., Галочкин В. А. Продуктивные показатели и индексы состояния интермедиарного обмена у бычков холмогорской породы при интенсивном выращивании и откорме // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 2. С. 60–73.
3. Денькин А. И., Лемешевский В. О., Решетов В. Б. Субстратная обеспеченность метаболизма бычков на откорме // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов: материалы конференции, посвященной 120-летию М. Ф. Томмэ. Дубровицы, 2016. С. 323–328.
4. Пучков А. А. Переваримость питательных веществ и влияние разных источников кормового белка на процессы ферментации рубцовой жидкости у бычков в период откорма // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения: материалы международной научно-практической конференции. Быково, 2017. С. 137–141.
5. Харитонов Е. Л., Березин А. С. Влияние разного уровня доступного протеина в рационе на переваримость и усвоение питательных веществ у бычков холмогорской породы при интенсивном выращивании // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 1. С. 92–101.
6. Гурин В. К., Радчиков В. Ф., Карповский В. И. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливании районов с разным качеством протеина // Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов. Жодино, 2016. Т. 51. Ч. 1. С. 257–266.
7. Маслюк А. Н., Токарева А. Н. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 4. С. 164–171.
8. Радчиков В. Ф., Кот А. Н., Натянчик Т. М. Эффективность использования «защищенного» протеина в кормлении молодняка крупного рогатого скота // Научное обеспечение животноводства Сибири: материалы III международной научно-практической конференции. Красноярск, 2019. С. 217–221.
9. Денькин А. И., Лемешевский В. О. Особенности энергетического обмена у бычков холмогорской породы при разном уровне и соотношении азотсодержащих веществ в рационе // Аграрный вестник Урала. 2019. № 2 (181). С. 15–21.
10. Кот А. Н., Натянчик Т. М. Влияние скармливания «защищенного» протеина на обменные процессы в организме молодняка крупного рогатого скота // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики: сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции. Томск, 2019. С. 228–232.
11. Лемешевский В. О., Курепин А. А., Денькин А. И., Бубырь И. В., Горбатенко А. А. Биосинтез компонентов мяса бычков в зависимости от уровня энергетического питания // Актуальные вопросы ветеринарной и зоотехнической науки и практики: материалы международной научно-практической интернет-конференции. Ставрополь, 2015. Ч. 1. С. 307–313.
12. Харитонов Е. Л., Агафонова А. В. Эффективность использования питательных веществ кормов у бычков молочных и мясных пород // Современные проблемы ветеринарии, зоотехнии и биотехнологии: материалы научно-практической конференции. Москва, 2015. С. 141–143.
13. Галочкин В. А., Галочкина В. П., Остренко К. С. Влияние кормов с разным уровнем обменного протеина на интенсивность выращивания бычков // Эффективное животноводство. 2019. № 1 (149). С. 54–56.
14. Харитонов Е. Л., Березин А. С. Влияние разного уровня трудно распадаемого протеина на переваримость и эффективность использования питательных веществ у бычков черно-пестрой породы в период откорма // Проблемы биологии продуктивных животных. 2017. № 3. С. 87–97.
15. La S., Li H., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W. J., Zhang Y. L., Pei C. X., Zhang S. L. Effects of rumen-protected folic acid and dietary protein level on growth performance, ruminal fermentation, nutrient digestibility and hepatic gene expression of dairy calves // The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2019. No. 103. Pp. 1006–1014. DOI: 10.1111/jpn.13109.
16. Jennings J. S., Meyer B. E., Guiray P. J., Cole N. A. Energy costs of feeding excess protein from corn-based by-products to finishing cattle // Journal of Animal Science. 2018. No. 96. Pp. 653–669. DOI: 10.1093/jas/sky021.

### Об авторах:

Алексей Иванович Денькин<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии пищеварения и межклеточного обмена, ORCID 0000-0001-8176-355X, AuthorID 839616; +7 960 524 2699, [denkin.alex-009@yandex.ru](mailto:denkin.alex-009@yandex.ru)

Виктор Олегович Лемешевский<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, научный сотрудник лаборатории белково-аминокислотного питания, ORCID 0000-0001-7757-1969, AuthorID 655579; +375 29 938 1770, [lemeshonak@yahoo.com](mailto:lemeshonak@yahoo.com)

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал Федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Боровск, Россия

## Energy metabolism in aberdeen-angus bulls during the growing period with different levels of metabolizable protein in the diets

A. I. Denkin<sup>✉</sup>, V. O. Lemeshevsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition – a branch of the Federal Scientific Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock named after Academician L. K. Ernst, Borovsk, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: [denkin.alex-009@yandex.ru](mailto:denkin.alex-009@yandex.ru)

**Abstract.** The nature of biosynthetic processes and the productive qualities of ruminants depend on the level and ratio of substrates absorbed in the digestive tract. The maximum efficiency of the biosynthesis of meat components in the body is ensured if the amino acids enter the metabolic pool in sufficient quantity and in the optimal ratio. **The purpose of the work** is to study the needs of Aberdeen Angus meat bulls calves for metabolizable protein for the optimal use of amino acids and metabolizable energy of the diet for the increase in live weight of bulls-calves during the growing period. **Research materials.** Consecutively, 3 series of studies were carried out on bulls calves of the Aberdeen Angus breed with a live weight of 277 kg, 317 kg and 363 kg. The animals of the 1<sup>st</sup> experiment were fed according to the RAAS (Russian Academy of Agricultural Sciences) standards, where the ratio of the exchange protein to the exchange energy was 8.2 g/MJ, in the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> experiments they increased the level of the exchange protein to 8.6 and 9.1 g/MJ due to the introduction of 0.5 kg and 0.6 kg of soybean meal in the diet, respectively. At the end of each period, physiological experiments were performed. **Results.** The studied parameter did not have a significant effect on the dry matter intake of the feed, and an increase in the diet of hard-to-break down protein contributed to an increase in the concentration of metabolizable energy and digestibility of dry matter. It was found that metabolizable energy and amino acids are effectively used to increase the live weight of bulls calves during the growing period on a diet in which the ratio of metabolizable protein to metabolizable energy is 8.6 g/MJ. A further increase in metabolic protein in the diet leads to an increase in heat production, which in turn increases the use of amino acids and metabolic energy in energy metabolism and reduces their contribution to the increase in live weight.

**Keywords:** metabolizable energy, metabolizable protein, energy balance, substrates, bull calves, gain, growth.

**For citation:** Denkin A. I., Lemeshevsky V. O. Energeticheskiy obmen u bychkov породы aberdin-angus v period vyrashchivaniya pri raznom urovne obmennogo proteina v ratsionakh [Energy metabolism in aberdeen-angus bulls during the growing period with different levels of metabolizable protein in the diets] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 34–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-34-42. (In Russian.)

**Paper submitted:** 29.05.2020.

### References

1. Bykova O. A. Myasnaya produktivnost' molodnyaka simmental'skoy породы pri ispol'zovanii v ratsionakh kormovykh dobavok iz mestnykh istochnikov [Meat productivity of youngsters Simmental breed when using feed additives from local sources in diets] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2015. No. 5 (15). Pp. 117–120. (In Russian.)
2. Galochkina V. P., Agafonova A. V., Obvintseva O. V., Galochkin V. A. Produktivnye pokazateli i indeksy sostoyaniya intermediarnogo obmena u bychkov kholmogorskoй породы pri intensivnom vyrashchivanii i otkorme [Productive indicators and indices of the state of intermediary metabolism in bulls of the Kholmogory breed during intensive growing and fattening] // Problems of Productive Animal Biology. 2017. No. 2. Pp. 60–73. (In Russian.)
3. Denkin A. I., Lemeshevsky V. O., Reshetov V. B. Substratnaya obespechennost' metabolizma bychkov na otkorme [Substrate provision of metabolism of bull calves for fattening] // Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormleniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i tekhnologii kormov: materialy konferentsii, posvyashchennoy 120-letiyu M. F. Tomme. Dubrovitsy, 2016. Pp. 323–328. (In Russian.)
4. Puchkov A. A. Perevarimost' pitatel'nykh veshchestv i vliyanie raznykh istochnikov kormovogo belka na protsessy fermentatsii rubtsovoy zhidkosti u bychkov v period otkorma [Digestibility of nutrients and the effect of different sources of feed protein on the processes of fermentation of the rumen fluid in gobies during the fattening period] // Povyshenie konkurentosposobnosti zhivotnovodstva i zadachi kadrovogo obespecheniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Bykovo, 2017. Pp. 137–141. (In Russian.)

5. Kharitonov E. L., Berezin A. S. Vliyanie raznogo urovnya dostupnogo proteina v ratsione na perevarimost' i usvoenie pitatel'nykh veshchestv u bychkov kholmogorskoj porody pri intensivnom vyrashchivani [The effect of different levels of available protein in the diet on the digestibility and assimilation of nutrients in the bulls of the Kholmogory breed with intensive cultivation] // Problems of Biology of Productive Animals. 2017. No. 1. Pp. 92–101. (In Russian.)
6. Gurin V. K., Radchikov V. F., Karpovsky V. I. Konversiya korma plemennymi bychkami v produktsiyu pri skarmlivanii ratsionov s raznym kachestvom proteina [Conversion of feed by breeding bulls into products when feeding rations with different quality of protein] // Zootechnical science of Belarus: collection of articles. Zhodino, 2016. T. 51. Part 1. Pp. 257–266. (In Russian.)
7. Maslyuk A. N., Tokareva A. N. Effektivnost' optimizatsii proteinovogo i uglevodnogo pitaniya vysokoproduktivnykh korov [Efficiency of optimization of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows] // Animal Husbandry and Fodder Production. 2018. T. 101. No. 4. Pp. 164–171. (In Russian.)
8. Radchikov V. F., Kot A. N., Natynchik T. M. Effektivnost' ispol'zovaniya "zashchishchennogo" proteina v kormlenii molodnyaka krupnogo rogatogo skota [The effectiveness of the use of "protected" protein in the feeding of young cattle] // Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Krasnoyarsk, 2019. Pp. 217–221. (In Russian.)
9. Denkin A. I., Lemeshevsky V. O. Osobennosti energeticheskogo obmena u bychkov kholmogorskoj porody pri raznom urovne i sootnoshenii azotsoderzhashchikh veshchestv v ratsione [Features of energy metabolism in gobies of Kholmogorsk breed at different levels and ratios of nitrogen-containing substances in the diet] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 2 (181). Pp. 15–21. (In Russian.)
10. Kot A. N., Natynchik T. M. Vliyanie skarmlivaniya "zashchishchennogo" proteina na obmennye protsessy v organizme molodnyaka krupnogo rogatogo skota [The effect of feeding "protected" protein on metabolic processes in the body of young cattle] // Modernizatsiya agrarnogo obrazovaniya: integratsiya nauki i praktiki: sbornik nauchnykh trudov po materialam V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tomsk, 2019. Pp. 228–232. (In Russian.)
11. Lemeshevsky V. O., Kurepin A. A., Denkin A. I., Bubyry I. V., Gorbatenko A. A. Biosintez komponentov myasa bychkov v zavisimosti ot urovnya energeticheskogo pitaniya [Biosynthesis of goat meat components depending on the level of energy nutrition] // Aktual'nye voprosy veterinarnoy i zootekhnicheskoy nauki i praktiki: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii. Stavropol, 2015. Part 1. Pp. 307–313. (In Russian.)
12. Kharitonov E. L., Agafonova A. V. Effektivnost' ispol'zovaniya pitatel'nykh veshchestv kormov u bychkov molochnykh i myasnykh porod [Efficiency of the use of nutrients of feed in bulls calves of dairy and meat breeds] // Sovremennye problemy veterinarii, zootekhnii i biotekhnologii: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moscow, 2015. Pp. 141–143. (In Russian.)
13. Galochkin V. A., Galochkina V. P., Ostrenko K. S. Vliyanie kormov s raznym urovnem obmennogo proteina na intensivnost' vyrashchivaniya bychkov [Influence of feeds with different levels of metabolizable protein on the intensity of growing bulls] // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2019. No. 1 (149). Pp. 54–56. (In Russian.)
14. Kharitonov E. L., Berezin A. S. Vliyanie raznogo urovnya trudno raspadaemogo proteina na perevarimost' i effektivnost' ispol'zovaniya pitatel'nykh veshchestv u bychkov cherno-pestroy porody v period otkorma [Influence of different levels of hard-to-break down protein on digestibility and efficiency of nutrient use in black-motley bulls during fattening] // [Problems of Productive Animal Biology. 2017. No. 3. Pp. 87–97. (In Russian.)
15. La S., Li H., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W. J., Zhang Y. L., Pei C. X., Zhang S. L. Effects of rumen-protected folic acid and dietary protein level on growth performance, ruminal fermentation, nutrient digestibility and hepatic gene expression of dairy calves // The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2019. No. 103. Pp. 1006–1014. DOI: 10.1111/jpn.13109.
16. Jennings J. S., Meyer B. E., Guiryo P. J., Cole N. A. Energy costs of feeding excess protein from corn-based by-products to finishing cattle // Journal of Animal Science. 2018. No. 96. Pp. 653–669. DOI: 10.1093/jas/sky021.

#### Authors' information

Aleksey I. Denkin<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of physiology of digestion and interstitial metabolism, ORCID 0000-0001-8176-355X, AuthorID 839616; +7 960 524 2699, [denkin.alex-009@yandex.ru](mailto:denkin.alex-009@yandex.ru)

Viktor O. Lemeshevsky<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, researcher of the laboratory of protein amino acid nutrition laboratory, ORCID 0000-0001-7757-1969, AuthorID 655579; +375 29 938 1770, [lemeshonak@yahoo.com](mailto:lemeshonak@yahoo.com)

<sup>1</sup> All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition – a branch of the Federal Scientific Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock named after Academician L. K. Ernst, Borovsk, Russia

## Воспроизводительные качества гибридных свиноматок при скрещивании с хряками породы дюрок

Н. П. Казанцева<sup>1</sup>, О. А. Краснова<sup>1</sup>, М. И. Васильева<sup>1</sup>, Е. В. Хардина<sup>1</sup>

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

✉ E-mail: krasnova-969@mail.ru

**Аннотация.** Цель – исследование воспроизводительных качеств гибридных свиноматок при скрещивании с хряками породы дюрок в условиях промышленного свиного комплекса ООО «Восточный» Удмуртской Республики. **Методы исследований.** Научно-производственный опыт проводился на базе ведущего свиного комплекса Удмуртской Республики. Объектом исследования стали свиноматки специализированных типов – Восточный (порода крупная белая), Италмас (порода ландрас), Удмуртский (порода йоркшир) и хряки специализированной линии Джайет (порода дюрок). Исследования по оценке репродуктивных качеств гибридных свиноматок и экономической эффективности предприятия проводились на основании общепринятых зоотехнических, экономических методов. **Результаты.** Высоким показателем многоплодия отличается сочетание гибридных свиноматок КБ×Л (12,3 гол.), что по сравнению с Л×Й и Й×Л (12,2 гол.) выше на 0,1 голову. Сохранность к отъему – 88,6 %, масса гнезда в 30 дней – 102,7 кг у сочетания Л×Й, что является лучшими показателями среди гибридных свиноматок. Результаты сочетаемости двухпородных гибридных маток с хряками отцовской формы дюрок показали, что многоплодие свиноматок в среднем по группам составило 12,5 поросят. Свиноматки (КБ×Л)×Д показали самое высокое многоплодие – 12,9 голов, что выше остальных сочетаний на 0,4 головы и 0,8 голов соответственно. По крупноплодности поросят значительных различий не выявлено. Наибольшая сохранность поросят к отъему получена у сочетания (Л×Й)×Д – 93,04 %. Лучшие показатели индивидуального развития поросят в подсосный период прослеживаются у свиноматок сочетания (Л×Й)×Д: средняя масса одного поросенка к отъему в этой группе составила 9,02 кг, что в сравнении со сверстниками из остальных групп выше в среднем на 0,2–0,9 кг. **Научная новизна.** В условиях Удмуртской Республики впервые определена оптимальная комбинационная сочетаемость гибридных маток специализированных типов с хряками специализированной отцовской линии Джайет в получении отечественных товарных гибридов.

**Ключевые слова:** технология, порода, гибриды, свиноматки F<sub>1</sub>, дюрок, многоплодие, сохранность, крупноплодность.

**Для цитирования:** Казанцева Н. П., Краснова О. А., Васильева М. И., Хардина Е. В. Воспроизводительные качества гибридных свиноматок при скрещивании с хряками породы дюрок // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 43–50. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-43-50.

**Дата поступления статьи:** 06.05.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Одно из основных направлений в сельском хозяйстве – животноводство, перед которым стоит задача обеспечения населения страны мясной продукцией собственного производства. В современной структуре потребления мяса 32–37 % занимает свинина. Необходимо отметить, что при реализации Доктрины продовольственной безопасности и Государственной программы развития сельского хозяйства на 2013–2020 гг. именно динамичное развитие свиноводства как наиболее скороспелой и рентабельной отрасли является сегодня значимым фактором [1, с. 1].

На современном этапе свиноводство – экономически выгодное и наиболее перспективное направление возрождения мясного хозяйства страны. Однако, несмотря на это, актуальными вопросами остаются снижение ресурсоемкости производства, уменьшение производственных издержек и техническое перевооружение отрасли на базе передовых технологий и методов от ведущих отечественных и зарубежных производителей [2, с. 3], [3, с. 21].

Индустриализация свиноводства выдвинула возросшие требования к животным: товарный молодняк, штампованный промышленными свиноводческими предприятиями, должен быть и высокопродуктивным, и в то же время жизнеспособным в условиях круглогодичного безвыгульного содержания [4, с. 705], [5, с. 99].

Передовая отечественная и зарубежная практика показывает, что эффективным может быть только свиноводство на основе концентрации-специализации, опирающееся на прогрессивные, научно обоснованные технологии и достижения селекционной работы [6, с. 11]. При этом одним из основных факторов интенсификации отрасли является улучшение генетического фонда животных и его реализация, что достигается благодаря внедрению системы гибридной, обеспечивающей заданную продуктивность гибридного молодняка, адресной трансформации кормов в продукты свиноводства [5, с. 99], [7, с. 299]. Превосходство помесей или гибридов по определенным признакам своих предков объясняется проявлением эффекта гетеро-

зиса при определенных комбинациях генов, невозможных при чистопородном разведении [8, с. 38], [9, с. 13]. При внутрипородном совершенствовании свиней все труднее сконцентрировать в одной породе высокие продуктивные показатели в связи с многонаправленностью селекции и особенностями биоматериала [6, с. 74].

Поиск и правильное определение этих комбинаций обеспечивают успех племенной работы на основе современных методов селекции, поэтому племенной работе необходимо уделить внимание как значимому элементу ресурсосберегающих технологий [10, с. 25].

Сегодня в нашей стране сложилось мнение, что для повышения мясности туш свиней необходимо закупать зарубежные породы свиней. В полученных гибридах повышенная гетерозиготность вполне вероятно обеспечит им превосходство над чистопородными свиньями и в менее благоприятных условиях среды [11, с. 65], [12, с. 53], [13, с. 283].

Другие ученые придерживаются мнения, что ни в коем случае нельзя комплектовать отечественные предприятия животными зарубежной селекции в связи с тем, что состояние материально-технической базы не соответствует условиям эксплуатации и особенностям их организма – с повышенной мясностью и интенсивностью роста. Расстройства, вызванные акклиматизацией импортных свиней, в первую очередь отражаются на их воспроизводительных функциях, а при интенсивном откорме – на функционально-технологических характеристиках мышечной ткани – формируется свинина пониженного качества с синдромом PSE [11, с. 66], [14, с. 19]. Следует подчеркнуть ценность отечественных пород животных – хорошую приспособленность к условиям среды [15, с. 32].

Анализ отечественных производственных данных демонстрирует, что широко внедряемые сегодня схемы двух- и трехпородного скрещивания и гибридизации формируются на основе материнских пород отечественной селекции – крупная белая и хряков импортных пород, используемых на заключительном этапе – ландрас, дюрок; такая практика, испытывая дефицит в отцовских породах, предполагает систематический завоз импортных хряков [9, с. 16], [10, с. 26].

Учитывая потребности отечественного свиноводства, необходимо в России развивать работу по созданию племенных заводов, генетических центров по конкурентным породам свиней, заниматься совершенствованием существующего породного генофонда: шире использовать биологические ресурсы нашей страны и максимально реализовать потенциал свиней отечественных пород, используя опыт лучших племенных и товарных предприятий, в частности ООО «Восточный» Удмуртской Республики.

Успех гибридного разведения будет достигнут при воспроизводимости животных испытанных комбинаций, поэтому необходимо проводить исследования по выявлению новых генотипов свиней, обладающих высокими воспроизводительными качествами, мясной продуктивностью и хорошей адаптацией к выращиванию в условиях промышленной технологии.

Целью работы являлось исследование воспроизводительных качеств гибридных свиноматок при скрещивании с хряками породы дюрок в условиях промышленного свиного комплекса ООО «Восточный» Удмуртской Республики.

Задачи исследований:

1. Провести сравнительную характеристику родительских свиноматок  $F_1$  различных сочетаний по воспроизводительным качествам.
2. Проанализировать воспроизводительные качества гибридных свиноматок различных сочетаний при скрещивании с хряками специализированной линии породы дюрок.
3. Рассчитать экономическую эффективность результатов исследований.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на ООО «Восточный» Завьяловского района Удмуртской Республики. Объектом исследований явились следующие формы гибридных свиноматок: КБхЛ, ЛхЙ и ЙхЛ, полученные с участием специализированных пород – крупная белая (КБ), ландрас (Л), йоркшир (Й). В качестве отцовской формы использовали свиней породы дюрок (Д).

В исследованиях принимали участие животные специализированных типов, сформированные на комплексе ООО «Восточный» путем длительной селекционной работы. Были созданы 3 специализированных типа: Восточный – порода крупная белая, Италмас – порода ландрас, Удмуртский – порода йоркшир; специализированная линия Джайет – порода дюрок.

На первом этапе исследований проводилась сравнительная характеристика свинок  $F_1$  по воспроизводительным качествам (многоплодие, масса гнезда при рождении, крупноплодность, количество поросят при отъеме, масса гнезда при отъеме, масса 1 головы при отъеме, сохранность поросят).

Уникальной родительской свиноматкой является гибрид КБхЛ, адаптированная к поточной технологии содержания. Свинок данного генотипа отличает высокая продуктивность, крепкая конституция с удлиненным туловищем. Крупная белая порода остается основной материнской породой, принимающей участие в получении двухпородной гибридной свинки  $F_1$  для использования в системе гибридизации.

Для повышения мясных качеств товарного молодняка применяется гибрид ЛхЙ, который характеризуется отличными воспроизводительными и откормочными показателями.

Высокая продуктивность и скороспелость характерна для гибрида ЙхЛ с удлиненным туловищем и крепким костяком. Такое сочетание обеспечивает получение качественной свинины, следует отметить и склонность к быстрому осаливанию туш.

На втором этапе исследования для проведения научно-производственного опыта свинок-аналогов подбирали в группы по 10 голов в каждой по возрасту, развитию и продуктивности. Все три группы гибридных свинок осеменили спермой хряков специализированной линии дюрок по схеме, представленной в таблице 1, в последующем оценили их воспроизводительные качества.

Основными производственными корпусами на ООО «Восточный» являются корпуса цеха репродукции (участки осеменения, опороса, дорастивания), откорма, а также станция искусственного осеменения, в состав которой входит помещение для содержания хряков-производителей и лаборатория.

На ООО «Восточный» с годовым объемом 108 тыс. гол. применяется однодневный ритм поточного производства и трехфазная система выращивания и откорма свиней. Весь производственный цикл с момента рождения поросят до сдачи их на мясоперерабатывающие предприятия составляет 210 дней, в том числе подсосное выращивание – 28 дней, дорастивание – 78 дней, откорм – 104 дня при достижении сдаточной живой массы откормленного поголовья 105 кг. На предприятии предусмотрено круглогодичное безвыгульное содержание свиней всех половозрастных групп, кормление осуществляется полнорационными комбикормами: для поросят – в сухом виде, для остальных производственных групп – в жидком виде по системе WEDA.

Экономическую эффективность исследований рассчитали по основным показателям: прибыль (разница между выручкой от реализации гнезда и затратами на его выращивание), себестоимость (затраты на выращивание гнезда) и уровень рентабельности (отношение прибыли от реализации гнезда к себестоимости на его выращивание).

Полученные результаты исследования были обработаны биометрически методом вариационной статистики с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

### Результаты (Results)

На предприятии ООО «Восточный» отрасль свиноводства ведется на основе региональной системы гибридизации, при этом осуществляется раздельная селекция специализированных материнских типов и отцовских линий. Для получения товарных гибридов на свинокомплексе вначале скрещивают животных двух материнских типов и используют в последующих скрещиваниях гибридных маток, объединяющих в своем генотипе высокие репродуктивные качества двух специализированных пород.

Таблица 1  
Схема научно-производственного опыта

| Группа | Порода                  |       |       |       | Породность потомства |
|--------|-------------------------|-------|-------|-------|----------------------|
|        | Свиноматки              | Голов | Хряки | Голов |                      |
| 1      | Крупная белая × Ландрас | 10    | Дюрок | 3     | (КБ×Л)×Д             |
| 2      | Йоркшир × Ландрас       | 10    | Дюрок | 3     | (Й×Л)×Д              |
| 3      | Ландрас × Йоркшир       | 10    | Дюрок | 3     | (Л×Й)×Д              |

Table 1  
Scheme of scientific and industrial experience

| Group | Breed                  |       |       |       | Offspring |
|-------|------------------------|-------|-------|-------|-----------|
|       | Sows                   | Heads | Boars | Heads |           |
| 1     | Large white × Landrace | 10    | Duroc | 3     | (LW×L)×D  |
| 2     | Yorkshire × Landrace   | 10    | Duroc | 3     | (Y×L)×D   |
| 3     | Landrace × Yorkshire   | 10    | Duroc | 3     | (L×Y)×D   |

Таблица 2  
Воспроизводительные качества гибридных свиноматок F<sub>1</sub>

| Продуктивность                | Группа       |              |              |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                               | I (КБ×Л)     | II (Л×Й)     | III (Й×Л)    |
| Количество голов              | 620          | 2354         | 949          |
| Многоплодие, голов            | 12,3 ± 0,84  | 12,2 ± 0,92  | 12,2 ± 0,91  |
| Крупноплодность, кг           | 1,72 ± 0,02  | 1,66 ± 0,21  | 1,48 ± 0,29  |
| Масса гнезда при рождении, кг | 21,2 ± 0,68  | 20,26 ± 0,59 | 18,09 ± 0,63 |
| Масса гнезда в 30 дней, кг    | 101,1 ± 0,83 | 102,7 ± 0,91 | 100,0 ± 0,75 |
| Сохранность к отъему, %       | 84,6         | 88,6         | 87,1         |

Table 2  
Reproductive qualities of hybrid sows F<sub>1</sub>

| Productivity                    | Group        |              |              |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                 | I (LW×L)     | II (L×Y)     | III (Y×L)    |
| Number of heads                 | 620          | 2354         | 949          |
| Multiplicity, heads             | 12.3 ± 0.84  | 12.2 ± 0.92  | 12.2 ± 0.91  |
| Large-fruited, kg               | 1.72 ± 0.02  | 1.66 ± 0.21  | 1.48 ± 0.29  |
| Weight of the nest at birth, kg | 21.2 ± 0.68  | 20.26 ± 0.59 | 18.09 ± 0.63 |
| Weight of nest in 30 days, kg   | 101.1 ± 0.83 | 102.7 ± 0.91 | 100.0 ± 0.75 |
| Safety for weaning, %           | 84.6         | 88.6         | 87.1         |

Были испытаны различные варианты скрещивания с использованием разводимых на свиномкомплексе специализированных пород. В таблице 2 представлена сравнительная характеристика трех групп гибридных свиноматок F1: крупная белая × ландрас, ландрас × йоркшир, йоркшир × ландрас.

Интенсивность использования свиноматок зависит и от их многоплодия – важной величины, определяющей валовой выход свинины. Показатель многоплодия у всех сочетаний свиноматок находится на уровне 12,2–12,3 поросят. Более крупные поросята рождаются у свиноматок сочетания КБ×Л – 1,72 кг, у гибридных свиноматок сочетания Л×Й и Й×Л показатели ниже на 3,5 и 13,9 %, соответственно. При этом минимальная сохранность поросят прослеживается в I группе свиноматок (КБ×Л), разница в пользу сверстниц II группы (Л×Й) составила 4,0 %, в пользу III группы (Й×Л) – 2,5 %. Гибридные свинки сочетания Л×Й также лидируют по показателю масса гнезда в 30 дней, который составил 102,7 кг, несколько опередив свиноматок I группы (КБ×Л) на 1,6 кг (1,6 %), свиноматки сочетания Й×Л уступили лидирующей группе на 2,7 кг (2,6 %).

В целом, следует отметить, что гибридные свиноматки всех специализированных породных сочетаний характеризовались хорошими репродуктивными качествами.

Известно, что воспроизводительные признаки свиноматок имеют низкий коэффициент наследуемости и селекция в этом направлении малоэффективна, но, несмотря на это, работа над повышением репродуктивных качеств необходима. Повышение достигается использованием в гибридизации гибридных маток проверенной комбинации [10, с. 25].

В отношении откормочных и мясных качеств с достаточной наследуемостью значение селекции не вызывает сомнения, по этим признакам достигнуты весомые селекционные вершины.

Наследуемость же мясных и откормочных показателей значительно выше воспроизводительных характеристик, в связи с чем для повышения мясности туш на заключительном этапе гибридизации рекомендуют использовать хряков специализированных мясных пород – пьетрен, дюрок.

С целью выявления положительной сочетаемости по нужному комплексу показателей продуктивности с использованием гибридных свинок F<sub>1</sub> (КБ×Л, Л×Й, Й×Л) изучали варианты скрещивания двухпородных гибридных маток с хряками специализированной линии породы дюрок.

Воспроизводительные качества свиноматок при двухступенчатой трехпородной гибридизации представлены в таблице 3.

Сравнительный анализ воспроизводительной способности гибридных свиноматок и свиноматок F<sub>1</sub>, осемененных спермой хряков дюрок, показал превосходство последних по многоплодию – показатель был выше в I и II группах на 4,8 и 2,4 %, соответственно; крупноплодность значительно увеличилась в 3-ей группе – на 13,5 %, в I и II группах разница составила 50 г (2,9 %) и 110 г (6,6 %); жизнеспособность поросят увеличилась в группах на 0,27–4,71 %. Значительно улучшились воспроизводительные качества (многоплодие, сохранность поросят) свиноматок сочетания (Йоркшир × ландрас) с хряками отцовской формы дюрок.

Таблица 3  
Воспроизводительные качества гибридных свиноматок

| Продуктивность                   | Группа       |              |              |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                  | I (КБ×Л)×Д   | II (Л×Й)×Д   | III (Й×Л)×Д  |
| Многоплодие, гол.                | 12,9 ± 0,78  | 12,5 ± 0,5   | 12,11 ± 0,77 |
| Масса гнезда при рождении, кг    | 22,83 ± 0,85 | 22,12 ± 2,15 | 20,34 ± 1,26 |
| Крупноплодность, кг              | 1,77 ± 0,07  | 1,77 ± 0,05  | 1,68 ± 0,09  |
| Масса гнезда в 30 дней, кг       | 98,53 ± 7,74 | 104,9 ± 8,8  | 92,6 ± 8,57* |
| Живая масса 1 гол. в 30 дней, кг | 9,0 ± 0,26   | 9,02 ± 0,44  | 8,33 ± 0,35  |
| Сохранность, %                   | 84,87        | 93,04        | 91,81        |

\* Разница достоверна при  $p \leq 0,05$ .

Table 3  
Reproductive qualities of hybrid swine

| Productivity                         | Group        |              |              |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                      | I (LW×L)×D   | II (L×Y)×D   | III (Y×L)×D  |
| Multiplicity, heads                  | 12.9 ± 0.78  | 12.5 ± 0.5   | 12.11 ± 0.77 |
| Weight of the nest at birth, kg      | 22.83 ± 0.85 | 22.12 ± 2.15 | 20.34 ± 1.26 |
| Large-fruited, kg                    | 1.77 ± 0.07  | 1.77 ± 0.05  | 1.68 ± 0.09  |
| Weight of nest in 30 days, kg        | 98.53 ± 7.74 | 104.9 ± 8.8  | 92.6 ± 8.57* |
| Live weight of 1 head in 30 days, kg | 9.0 ± 0.26   | 9.02 ± 0.44  | 8.33 ± 0.35  |
| Safety, %                            | 84.87        | 93.04        | 91.81        |

\* The difference is significant at  $p \leq 0.05$ .

| Показатель                                                | Группа     |            |             |
|-----------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
|                                                           | I (КБ×Л)×Д | II (Л×Й)×Д | III (Й×Л)×Д |
| Многоплодие, голов                                        | 12,9       | 12,5       | 12,11       |
| Сохранность, %                                            | 84,87      | 93,04      | 91,81       |
| Количество голов к отъему, голов                          | 10,95      | 11,63      | 11,12       |
| Масса гнезда, кг                                          | 98,53      | 104,9      | 92,6        |
| Себестоимость 1 кг живой массы, тыс. руб.                 | 0,23       | 0,22       | 0,25        |
| Себестоимость гнезда, тыс. руб.                           | 23,06      | 23,06      | 23,06       |
| Цена реализации 1 кг, тыс. руб.                           | 0,7        | 0,7        | 0,7         |
| Выручка от реализации гнезда, тыс. руб.                   | 68,97      | 73,43      | 64,82       |
| Прибыль (+) убыток (–) от реализации на гнездо, тыс. руб. | 45,91      | 50,37      | 41,76       |
| Уровень рентабельности, %                                 | 199        | 218        | 181         |

Table 4

Cost-effectiveness of research results

| Indicator                                                | Group      |            |             |
|----------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
|                                                          | I (LW×L)×D | II (L×Y)×D | III (Y×L)×D |
| Multiplicity, heads                                      | 12.9       | 12.5       | 12.11       |
| Safety, %                                                | 84.87      | 93.04      | 91.81       |
| Number of goals for weaning, heads                       | 10.95      | 11.63      | 11.12       |
| Weight of the nest, kg                                   | 98.53      | 104.9      | 92.6        |
| Cost of 1 kg of live weight, thousand rubles             | 0.23       | 0.22       | 0.25        |
| Cost of the nest, thousand rubles                        | 23.06      | 23.06      | 23.06       |
| Selling price 1 kg, thousand rubles                      | 0.7        | 0.7        | 0.7         |
| Revenues from the sale of the nest, thou. rub.           | 68.97      | 73.43      | 64.82       |
| Profit (+) loss (–) from sales per nest, thousand rubles | 45.91      | 50.37      | 41.76       |
| Level of profitability, %                                | 199        | 218        | 181         |

Преимущество двухступенчатой трехпородной гибридной можно объяснить тем, что при скрещивании свиней двух специализированных типов гетерозиготность усиливается только у молодняка, и полученные двухпородные гибриды лучше выживают и интенсивнее развиваются. При трехпородном сочетании также добавляется влияние повышенной гетерозиготности самих гибридных матерей. Помимо этого, усиливается влияние хряка третьей породы на качество потомства.

На втором этапе гибридной наибольший эффект гетерозиса проявляется во II группе (сочетание гибридных маток ландрас × йоркшир с хряками дюрок). Гибридные свиноматки II группы по результатам опороса уступали только сверстницам I группы (сочетание гибридных маток крупная белая × ландрас с хряками дюрок) по многоплодию на 0,4 гол. (3,2 %), но при этом превосходили сверстниц III группы (сочетание гибридных маток йоркшир × ландрас с хряками дюрок) на 0,39 головы (3,1 %).

Крупноплодность на уровне 1,77 кг была достигнута в I и II группах, показатель в III группе был ниже на 5,1 %. Исследователи отмечают существенное влияние живой массы новорожденного поросенка на его дальнейшее развитие, ими установлена прямая зависимость между крупноплодностью поросят и их массой во все возрастные периоды. Масса новорожденных поросят также оказывает влияние на их сохранность.

Максимальное значение массы гнезда при рождении с учетом многоплодия и крупноплодности принадлежит

свиноматкам I группы – 22,83 кг, что превышает показатели II и III группы на 3,1 % и 10,9 %, соответственно.

Высокая сохранность поросят к отъему достигнута во II группе – 93,04 %, что на 1,23 % выше показателей III группы и существенно больше, чем у сверстниц I группы – на 8,17 %. Гибридные поросята II группы оказались более жизнеспособными и отличались от поросят других групп лучшим развитием в подсосный период. Так, живая масса 1 головы к отъему и масса гнезда в 30 дней составили 9,02 кг и 104,9 кг соответственно, что выше показателей I группы на 0,2 % и 6,1 %, III группы – на 7,6 % и 11,7 % ( $p \leq 0,05$ ).

В работах, посвященных определению корреляционной зависимости между продуктивными признаками, выявлено, что масса отъемного гнезда преимущественно зависит от числа поросят ( $r = 0,8$ ) и очень слабо от их массы ( $r = 0,35$ ). Если отбор проводить по массе гнезда, то в этом случае повысится многоплодие, жизнеспособность потомства, но в то же время пострадает индивидуальное развитие поросят. Поэтому масса поросенка должна учитываться как важный признак при оценке животных, так как показатель отражает послеотъемный рост [16, с. 37].

Предполагаем, что высокие воспроизводительные качества свиноматок сочетания (Л×Й)×Д обусловлены их лучшей приспособленностью к условиям кормления и содержания, а также менее резко выраженными физиологическими особенностями организма.

На основании изучения комбинационной сочетаемости гибридных свиноматок с хряками специализированной линии для получения товарных гибридов рекомендуется следующее сочетание: ландрас × йоркшир × дюрок.

Экономическое процветание и стабильное развитие свиноводческих предприятий достигается при отлаженной, актуальной на сегодня, системе управления технологическими процессами и ведении племенной работы на высоком уровне [17, с. 104].

Экономическая эффективность результатов исследований представлена в таблице 4.

Рассчитанные экономические данные показали, что влияние породного сочетания оказывает прямое влияние на эффективность деятельности предприятия – выручку и прибыль. Хочется отметить, что выращивание гибридного молодняка с последующей реализацией приносит прибыль, это означает, что предприятие использует свои ресурсы рационально.

Показатель «себестоимость 1 кг живой массы» варьирует по причине разного количества поросят в гнезде в исследуемых группах, основная часть средств идет на содержание и кормление лактирующей свиноматки, остальные затраты направлены на кормление подсосных поросят. Максимальную выручку от реализации 1 гнезда предприятие получило от гибридных свинок (ландрас × йоркшир) × дюрок, которая составила 73,43 тыс. руб. Согласно предусмотренной технологии, затраты на выращивание гнезда у всех сочетаний гибридных свиноматок одинаковые и составили 23,06 тыс. руб.

Максимальная прибыль получена по маткам (ландрас × йоркшир) × дюрок – 50,37 тыс. руб., минимальная – у сочетания (йоркшир × ландрас) × дюрок и составляет 41,76 тыс. руб.

Уровень рентабельности продаж от сочетания пород (ландрас × йоркшир) × дюрок составил 218 %, что на 19 % больше, чем у (крупная белая × ландрас) × дюрок, и на 37,0 % больше, чем у (йоркшир × ландрас) × дюрок.

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

Свиноматки специализированных породных сочетаний – (КБ×Л) и (Л×Й) характеризовались лучшими воспроизводительными качествами: многоплодие было достигнуто на уровне 12,3–12,2 головы, крупноплодность варьировала в пределах 1,72–1,66 кг с реализацией гнезда в 30 дней массой 101,1–102,7 кг.

По результатам двухступенчатой трехпородной гибридизации выявили оптимальную комбинационную сочетаемость специализированных типов и линий. В сочетании гибридных маток ландрас × йоркшир с хряками породы дюрок наблюдается проявление наибольшего эффекта гетерозиса: многоплодие – 12,5 головы, сохранность к отъему – 93,04 %, масса гнезда к отъему – 104,9 кг.

Экономический анализ исследований показал, что наиболее эффективным оказалось производство трехпородных гибридных поросят от свиноматок сочетания (Й×Л)×Д: выручка от реализации 1 гнезда достигла максимального уровня – 73,43 тыс. руб., уровень рентабельности, с учетом одинаковых затрат на содержание и кормление опытных групп, составил 218,0 %.

Результаты исследований позволяют рекомендовать для включения в региональную систему гибридизации скрещивание гибридных маток F<sub>1</sub> сочетания ландрас × йоркшир с хряками специализированной линии Джайет породы дюрок.

#### Библиографический список

1. Анисимова М. Н., Иванова И. П. Воспроизводительные качества молодых и полновозрастных свиноматок // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. S2. С. 1–5.
2. Беляева Н. В. Анализ воспроизводительной способностей различных линий хряков-производителей // Вестник биотехнологии. 2016. № 1 (7). С. 2–9.
3. Серяков И. С., Скобелев В. В. Репродуктивные качества свиноматок белорусской крупной белой породы при скрещивании с хряками породы ландрас и дюрок // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2019. № 22-1. С. 20–25.
4. Magomedaliyev I. M., Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Dzhevakhia V. V., Glagoleva E. V., Kartashov M. I., Durnikin D. A., Matsyura A. V. Use of different concentrations of enzymesporin probiotic in feeding of growing young pigs // Ukraine journal of ecology. 2019. T. 9. Vol. 4. Pp. 704–708. DOI: 10.15421/2019 813.
5. Казанцева Н. П., Васильева М. И., Сергеева И. Н. Показатели продуктивности свиней при разных схемах скрещивания // Пермский аграрный вестник. 2019. № 4 (28). С. 99–106.
6. Рудь А. И., Пархоменко Е. Г. Селекция свиней. Выстраивание стратегии селекционной работы по улучшению производственных показателей свиней // Фермер. Поволжье. 2016. № 8 (50). С. 72–74.
7. Perevozchikov A., Batanov S., Atnabaeva N. The use of vitamin-mineral preparation in the feeding of sows for reproduction level // Bulgarian journal of agricultural science. T. 2. Vol. 2. Pp. 298–303.
8. Соколов Н. В., Зелкова Н. Г. Репродуктивные качества свиноматок крупной белой породы при линейном разведении и скрещивании // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. № 2. С. 37–42.
9. Березовский Н. Д. Гибридизация с учетом генотипа материнских форм // Перспективы развития свиноводства стран СНГ: сборник научных трудов по материалам XXV Международной научно-практической конференции. Жодино, 2018. С. 13–18.
10. Колосов А. Ю., Леонова М. А., Радюк А. В., Романец Е. А., Гетманцева Л. В. Многоплодие гибридных свиноматок F<sub>1</sub> различных генотипов гена ESR1 // Свиноводство. 2017. № 5. С. 25–26.
11. Казанцева Н. П., Васильева М. И., Сергеева И. Н. Влияние генотипа на формирование качественных характеристик мяса свиней // Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 1. С. 63–68.

12. Соколов Н. В., Зелкова Н. Г. Показатели роста, развития и мясных качеств чистопородных и помесных свинок // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2017. Т. 6. № 2. С. 52–57.
13. Тимошенко А. С., Величко Л. Ф. Сравнительная продуктивность разных пород свиней // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Краснодар, 2017. С. 283–284.
14. Соколов Н. В., Зелкова Н. Г. Репродуктивные качества маток крупной белой породы при линейном разведении и скрещивании // Свиноводство. 2018. № 3. С. 19–21.
15. Grihas S. A., Kalashnikov V. V., Dzhanibekova G. A., Funikov G. A., Ovchinnikov A. V., Kulmakova N. I., Yepifanov V. T., Khramtsov V. V., Sarimbekova S. N., Yerezhepova M. Sh. Productivity and biological features of pigs of domestic and canadian breeding // Вестник национальной академии наук Республики Казахстан. 2019. Vol. 5. Pp. 29–35. DOI: 10.32014/2019.2518-1467.120.
16. Казанцева Н. П., Мануров И. М. Племенное дело в свиноводстве: учебное пособие. Ижевск, 2019. 88 с.
17. Ляшенко Н. В., Галичева М. С., Глецерук И. Р. Анализ генетического потенциала свиней в оценке репродуктивности // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 4. С. 104–108.

#### Об авторах:

Нина Петровна Казанцева<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры частного животноводства, ORCID 0000-0003-4472-3959, AuthorID 334606; +7 965 850-13-74, [pantera500-50@mail.ru](mailto:pantera500-50@mail.ru)

Оксана Анатольевна Краснова<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой частного животноводства, ORCID 0000-0002-0304-512X, AuthorID 355897; +7 912 467-93-79, [krasnova-969@mail.ru](mailto:krasnova-969@mail.ru)

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

Екатерина Валерьевна Хардина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства, ORCID 0000-0002-2817-2969, AuthorID 664093; +7 912 445-15-26, [chydo.izhevsk@rambler.ru](mailto:chydo.izhevsk@rambler.ru)

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

## Reproductive qualities of hybrid sows at crossing with Duroc boars

N. P. Kazantseva<sup>1</sup>, O. A. Krasnova<sup>1</sup>✉, M. I. Vasilieva<sup>1</sup>, E. V. Khardina<sup>1</sup>

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

✉E-mail: [krasnova-969@mail.ru](mailto:krasnova-969@mail.ru)

**Abstract. Purpose.** The research of reproductive qualities of hybrid sows when crossing with boars of the Duroc breed in an industrial pig complex at the “Vostochny” of the Udmurt Republic. **Methods of the research.** The scientific and production experience was carried out on the basis of the leading pig complex of the Udmurt Republic. The object of the study was sows of specialized types – Vostochnyy (large white breed), Italmas (landrace breed), Udmurt (Yorkshire breed) and boars of the specialized Jayet line (Duroc breed). Studies to evaluate the reproductive qualities of hybrid sows and the economic efficiency of the enterprise were carried out on the basis of generally accepted zootechnical, economic methods. **Results.** The combination of hybrid sows KB×L (12.3 heads) is distinguished by a high rate of multifertility, which is higher by 0.1 head compared to L×Y and Y×L (12.2 heads). The safety for weaning is 88.6%, the weight of the nest at 30 days is 102.7 kg for the L×Y combination, which are the best indicators among hybrid sows. The results of the compatibility of two-breed hybrid uterus with the boars of the paternal form of duroc showed that the multiple fertility of sows in the groups averaged 12.5 piglets. Sows (KB×L)×D showed the highest multiple pregnancy of 12.9 heads, which is 0.4 heads and 0.8 heads higher than the rest of the combinations, respectively. By large-fruited piglets, no significant differences were found. The greatest safety of piglets for weaning was obtained with the combination (L×Y)×D – 93.04 %. The best indicators of individual development of piglets in the suckling period are observed in the sows of the combination (L×Y)×D: the average weight of one piglet at weaning in this group was 9.02 kg, which is 0.2–0.9 higher on average in comparison with peers from other groups, 9.02 kg. **The scientific novelty.** In the conditions of the Udmurt Republic, for the first time, the optimal combinability of hybrid uterus of specialized types with boars of the specialized father's line Jayet in obtaining domestic commodity hybrids was determined.

**Keywords:** technology, breed, hybrids, sows F<sub>1</sub>, Duroc breed, multiple pregnancy, safety, large-fruited.

**For citation:** Kazantseva N. P., Krasnova O. A., Vasilieva M. I., Khardina E. V. Vosproizvoditel'nye kachestva gibridnykh svinomatok pri skreshchivanii s khryakami porody dyurok [Reproductive qualities of hybrid sows at crossing with Duroc boars] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 43–50. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-43-50. (In Russian.)

**Paper submitted:** 06.05.2020.

## References

1. Anisimova M. N., Ivanova I. P. Vosproizvoditel'nye kachestva molodykh I polnovozrastnykh svinomatok [Reproductive qualities of the young and of mature sows] // Research and Scientific Electronic Journal of Omsk SAU. 2016. S2. Pp. 1–5. (In Russian.)
2. Belyaeva N. V. Analiz vosproizvoditel'noy sposobnostey razlichnykh liniy khryakov-proizvoditeley [Analysis of the reproductive abilities of the different lines of breeding boars] // Vestnik biotekhnologii. 2016. No. 1 (7). Pp. 2–9. (In Russian.)
3. Seryakov I. S., Skobelev V. V. Reproduktivnye kachestva svinomatok belorusskoy krupnoy beloy porody pri skreshchivani s khryakami porody landras I dyurok [Reproductive qualities of sows of the Belorussian large white breed when crossed with Landrace and Duroc boars] // Aktual'nye problem intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. 2019. No. 22-1. Pp. 20–25. (In Russian.)
4. Magomedaliyev I. M., Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Dzhabakhia V. V., Glagoleva E. V., Kartashov M. I., Durnikin D. A., Matsyura A. V. Use of different concentrations of enzymesporin probiotic in feeding of growing young pigs // Ukraine journal of ecology. 2019. T. 9. Vol. 4. Pp. 704–708. DOI: 10.15421/2019 813.
5. Kazantseva N. P., Vasil'eva M. I., Sergeeva I. N. Pokazateli produktivnosti sviney pri raznykh skhemakh skreshchivaniya [Performance indices of pigs at various cross-breeding patterns] // Perm Agrarian Journal. 2019. No. 4 (28). Pp. 99–106. (In Russian.)
6. Rud' A. I., Parkhomenko E. G. Seleksiya sviney. Vystraivanie strategii selektsionnoy raboty po uluchsheniyu proizvodstvennykh pokazateley sviney [Pig breeding building a breeding strategy to improve pig performance] // Fermer. Povolzh'e. 2016. No. 8 (50). Pp. 72–74. (In Russian.)
7. Perevozchikov A., Batanov S., Atnabaeva N. The use of vitamin-mineral preparation in the feeding of sows for reproduction level // Bulgarian journal of agricultural science. T. 2. Vol. 2. Pp. 298–303.
8. Sokolov N. V., Zelkova N. G. Reproduktivnye kachestva svinomatok krupnoy beloy porody pri lineynom razvedenii I skreshchivani [Reproductive qualities of Large White sows at linear breeding and crossing] // Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii I veterinarii. 2019. No. 2. Pp. 37–42. (In Russian.)
9. Berezovskiy N. D. Gibrizatsiya s uchedom genotipa materinskikh form [Hybridization taking into account the genotype of maternal forms] // Perspektivy razvitiya svinovodstva stran SNG: sbornik nauchnykh trudov po materialam XXV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Zhodino, 2018. Pp. 13–18. (In Russian.)
10. Kolosov A. Yu., Leonova M. A., Radyuk A. V., Romanets E. A., Getmantseva L. V. Mnogoplodie gibridnykh svinomatok F<sub>1</sub> razlichnykh genotipov gena ESR1 [Multiplicity of hybrid swine motors F<sub>1</sub> various genotypes of the ESR1 gene] // Svinovodstvo. 2017. No. 5. Pp. 25–26. (In Russian.)
11. Kazantseva N. P., Vasil'eva M. I., Sergeeva I. N. Vliyanie genotipa na formirovanie kachestvennykh kharakteristik myasa sviney [Influence of genotype on the formation of qualitative characteristics of pig meat] // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2020. Vol. 57. No. 1. Pp. 63–68. (In Russian.)
12. Sokolov N. V., Zelkova N. G. Pokazateli rosta, razvitiya I myasnykh kachestv chistoporodnykh i pomesnykh svinok [Rise, development and meat quality indices of crossbred and purebred gilts] // Sbornik nauchnykh trudov Severo-Kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva. 2017. Vol. 6. No. 2. Pp. 52–57. (In Russian.)
13. Timoshenko A. S., Velichko L. F. Sravnitel'naya produktivnost' raznykh porod sviney [Comparative productivity of different breeds of pigs] // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: sbornik statey po materialam X Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 120-letiyu I. S. Kosenko. Krasnodar, 2017. Pp. 283–284. (In Russian.)
14. Sokolov N. V., Zelkova N. G. Reproduktivnye kachestva matok krupnoy beloy porody pri lineynom razvedenii i skreshchivani [Reproductive characteristics of sows of large white breed at line breeding and crossing] // Svinovodstvo. 2018. No. 3. Pp. 19–21. (In Russian.)
15. Grikhas S. A., Kalashnikov V. V., Dzhanibekova G. A., Funikov G. A., Ovchinnikov A. V., Kulmakova N. I., Yepifanov V. T., Khramtsov V. V., Sarimbekova S. N., Yerezhpova M. Sh. Productivity and biological features of pigs of domestic and canadian breeding // Вестник национальной академии наук Республики Казахстан. 2019. Vol. 5. Pp. 29–35. DOI: 10.32014/2019.2518-1467.120.
16. Kazantseva N. P., Manurov I. M. Plemennoedelo v svinovodstve [Pig breeding]: uchebnoe posobie. Izhevsk, 2019. 88 p. (In Russian.)
17. Lyashenko N. V., Galicheva M. S., Tletsruk I. R. Analiz geneticheskogo potentsiala sviney v otsenke reproduktivnosti [Analysis of pigs' genetic potential in the assessment of reproduction] // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2016. Vol. 53. No. 4. Pp. 104–108. (In Russian.)

## Authors' information:

Nina P. Kazantseva<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, professor, professor of the department of private livestock, ORCID 0000-0003-4472-3959, AuthorID 334606; +7 965 850-13-74, [pantera500-50@mail.ru](mailto:pantera500-50@mail.ru)

Oksana A. Krasnova<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, associate professor, head of the department of private livestock, ORCID 0000-0002-0304-512X, AuthorID 355897; +7 912 467-93-79, [krasnova-969@mail.ru](mailto:krasnova-969@mail.ru)

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

Ekaterina V. Khardina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of technology of livestock processing, ORCID 0000-0002-2817-2969, AuthorID 664093; +7 912 445-15-26, [chydo.izhevsk@rambler.ru](mailto:chydo.izhevsk@rambler.ru)

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

## Модификация этапов технологии интраовариальной витрификации ооцитов *Sus Scrofa Domesticus*

Т. И. Станиславович<sup>✉</sup>, Т. И. Кузьмина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста (ВНИИГРЖ), Пушкин, Россия

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

**Аннотация.** Интраовариальная витрификация ооцитов сельскохозяйственных животных на сегодняшний день является весьма перспективным направлением. Отдельные этапы этого способа, прежде всего, состав криопротекторных растворов, требуют дальнейшего совершенствования. Витрификация фрагментов яичников (ФЯ) позволяет сохранять примордиальные фолликулы, структура которых более устойчива в силу отсутствия фолликулярной жидкости, к деструктивным процессам, провоцируемым воздействием сверхнизких температур. Высокий репродуктивный потенциал свиней обусловлен их физиологическими особенностями. Кремний является вторым по содержанию микроэлементом, а соединения на его основе все чаще применяются в фармакологии, ветеринарии, клинической практике. Диметилглицеролаты кремния (ДМГК) характеризуются антимикробным, ранозаживляющим и противовоспалительным действиями. Наличие компактного кумулюса, окружающего ооцит, является одним из важных показателей компетентности женской гаметы к экстрафолликулярному созреванию. **Цель исследования** – оценить перспективные потенциалы ДМГК как криопротекторного агента в технологии интраовариальной витрификации ооцит-кумулясных комплексов свиней. **Методы.** Фрагменты яичников свиней (15×20 мм) до витрификации экспонировали в течение 25 мин. и 15 мин. последовательно в растворах криопротекторов следующего состава: 1 – 7,5 % этиленгликоль (ЭГ), 7,5 % диметилсульфоксид (ДМСО), 65 % фосфатно-солевой буфер (ФСБ), 20 % фетальная бычья сыворотка (ФБС); 2 – 20 % ЭГ, 20 % ДМСО, 60 % ФСБ, 0,5 моль/л сахарозы. Опытная группа обрабатывалась в течение 10 мин. в растворе фосфатно-солевого буфера с 0,2 % ДМГК. Для оценки статуса хроматина использовали Hoechst 33258, образцы анализировали на микроскопе ZEISS Axiolmager A 2 m. **Результаты исследования.** Инкубирование фрагментов яичников свиней в растворе, содержащем 0,2 % ДМГК перед витрификацией, а также введение 0,2 % ДМГК в состав сред для созревания ооцитов оказало положительное влияние на морфологию клеток кумулюса (степень экспансии) после процедуры оттаивания. Доля девитрифицированных клеток с компактным кумулюсом, предварительно обработанных 0,2 % ДМГК, увеличилась по сравнению с контрольной группой с 56 % до 64 %, ( $P < 0,05$ , критерий  $\chi^2$ ). Уровень ооцитов с кумулюсом с высокой степенью экспансии после 44 часов культивирования с 0,2 % ДМГК составил в опытной группе 75 % против 54 % в контрольной группе, ( $P < 0,05$ , критерий  $\chi^2$ ). Использование ДМГК при культивировании девитрифицированных ооцит-кумулясных комплексов свиней в течение 44 часов увеличило долю созревших ооцитов с 41 % в контрольной группе до 64 % в опытной группе, ( $P < 0,05$ , критерий  $\chi^2$ ). **Научная новизна.** Модернизированы этапы технологии интраовариальной витрификации ооцитов свиней путем превентивной инкубации фрагментов яичников в растворе 0,2 % ДМГК и введением его в среды для культивирования ооцит-кумулясных комплексов.

**Ключевые слова:** витрификация, ооцит-кумулясный комплекс, фрагменты яичников, кумулюсные клетки, диметилглицеролат кремния (ДМГК), *Sus Scrofa Domesticus*.

**Для цитирования:** Станиславович Т. И., Кузьмина Т. И. Модификация этапов технологии интраовариальной витрификации ооцитов *Sus Scrofa Domesticus* // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 51–57. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-51-57.

**Дата поступления статьи:** 14.05.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Используемые в настоящее время способы замораживания (медленное замораживание, витрификация) и хранения живых биологических объектов в криобанках, обеспечивают сохранность генетического материала сельскохозяйственных животных в течение длительного времени с возможностью восстановления их биологических функций после оттаивания [1, с. 564], [2, с. 861]. В криохранилищах с помощью методов глубокого заморажива-

ния в жидком азоте коллекционируется ценный биоматериал, обеспечивая безопасное хранение с минимальным риском потерь в будущем [3, с. 283]. Криоконсервация создает возможность проведения научных исследований в области фундаментальных основ репродуктивной технологии, способствует генетическому мониторингу редких популяций животных, обеспечивая систематизацию информационных данных [4, с. 56–57]. По сравнению с традиционными методами криоконсервации витрифи-

кация более эффективна, проста, менее затратна по времени, не использует сложных дорогостоящих устройств. Процесс витрификации обеспечивает переход жидкости в твердое состояние без кристаллизации с увеличением вязкости в момент охлаждения. В сравнении с медленным замораживанием преимуществом витрификации является практически неограниченный срок хранения половых клеток без снижения их жизнеспособности [5, с. 160]. Однако, несмотря на многочисленные разработки криобиологов, эффективных протоколов криоконсервации ооцитов большинства видов сельскохозяйственных животных до сих пор не существует [6, с. 613]. Успех витрификации во многом обусловлен подбором оптимальных составов криопротекторных растворов. Высокие концентрации криопротекторов в растворах имеют токсичный эффект, что приводит к повреждению ооцита. Комбинации криопротекторов в одном буферном солевом растворе (высококонцентрированных проникающих криопротекторов и непроникающих криопротекторов) вызывают эффект синергизма и защищают замораживаемые объекты от повреждений с минимальной токсичностью, чем эти компоненты по отдельности [7, с. 577], [8, с. 2–3.]. Биологически активные материалы, имеющие в своем составе кремний, в последние годы все чаще используются в фармакологии и клинической практике [9, с. 74], [10, с. 22]. Одним из таких представителей является диметилглицеролат кремния  $(CH_3)_2Si(C_3H_7O_3)_2 \cdot C_3H_8O_3$ , синтезированный в Институте

органического синтеза им. И. Я. Постовского УрО РАН. Диметилглицеролат кремния (ДМГК) характеризуется антимикробным, ранозаживляющим и противовоспалительным действиями [11, с. 92]. Криоконсервация фрагментов яйцников становится достойной альтернативой криоконсервации ооцитов [12, с. 67], [13, с. 1240]. Данный метод позволяет сохранять примордиальные фолликулы, которые более устойчивы к дегенерации, спровоцированной воздействием сверхнизких температур, чем антральные фолликулы [14, с. 613]. Цель настоящего исследования – оценить перспективные потенциалы ДМГК как криопротекторного агента в технологии интраовариальной витрификации ооцит-кумулусных комплексов свиней.

#### Методология и методы исследования (Methods)

В лабораторию для эксперимента доставляли яйцники свиней породы ландрас с убойного пункта. Объектом исследования служили ооцит-кумулусные комплексы, полученные путем резекции овариальных фолликулов девитрифицированных фрагментов. Схема витрификации и выбор временных параметров обработки ФЯ свиней (экспозиция в растворах криопротекторных агентов (КПА) 25 мин. и 15 мин. последовательно), а также концентрация диметилглицеролата кремния и время выдержки в растворе определялась протоколами, разработанными нами ранее [15, с. 66, 68]. Опытная группа ФЯ свиней (15×20 мм) инкубировалась в фосфатно-солевом буфере (ФСБ), содержащем 0,2 % ДМГК, в течение 10 мин. Для заморозки

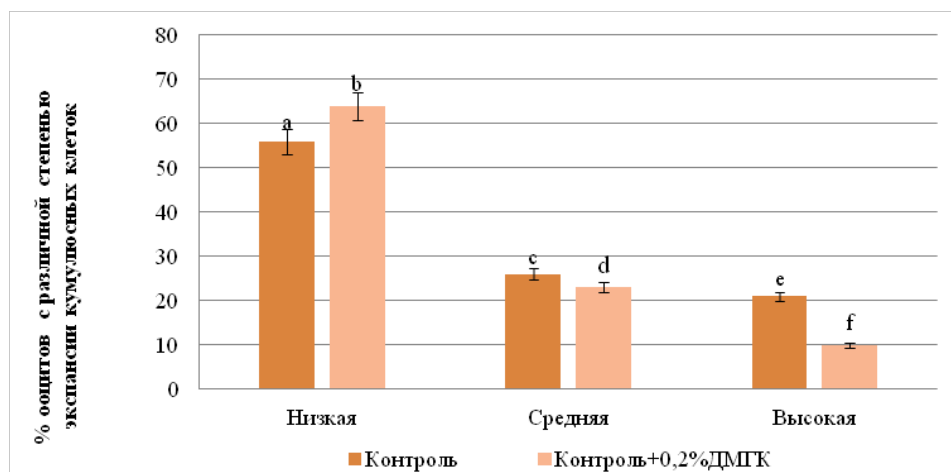


Рис. 1. Оценка морфологии кумулюса ооцитов свиней после интраовариальной витрификации (n ооцитов – 239; 3 повторности). Достоверность различий  $\chi^2$ -test:  $^{ab,cd} P < 0,05$ ,  $^{ef} P < 0,001$

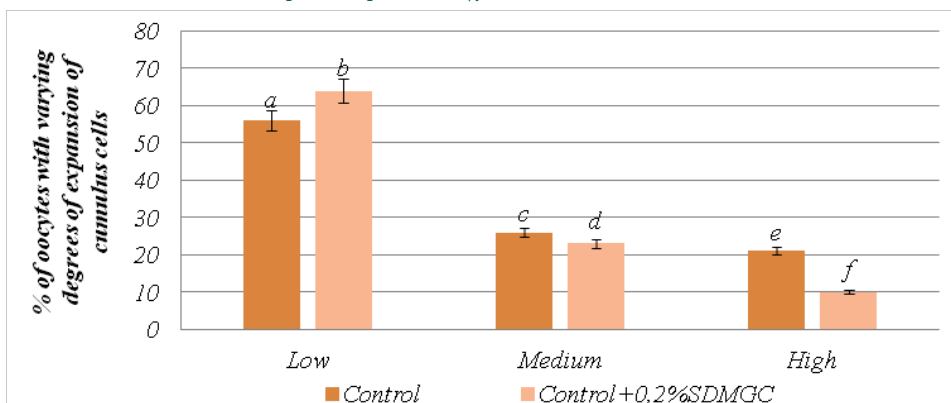


Fig. 1. Assessment of the cumulus morphology of porcine oocytes after intraovarian vitrification (n of oocytes – 239; 3 replicates). Significance of differences  $\chi^2$ -test:  $^{ab,cd} P < 0.05$ ,  $^{ef} P < 0.001$

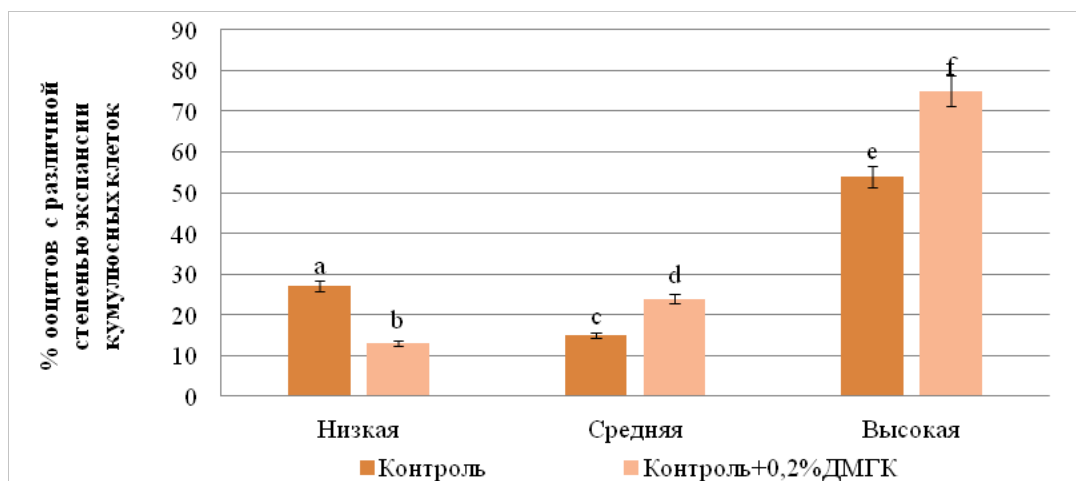


Рис. 2. Оценка морфологии кумулюса девитрифицированных ооцитов свиней после 44 часов культивирования (n ооцитов – 227; 3 повторности). Достоверность различий  $\chi^2$ -test: <sup>a,b</sup>  $P < 0,001$ , <sup>c,d</sup>; <sup>e,f</sup>  $P < 0,05$

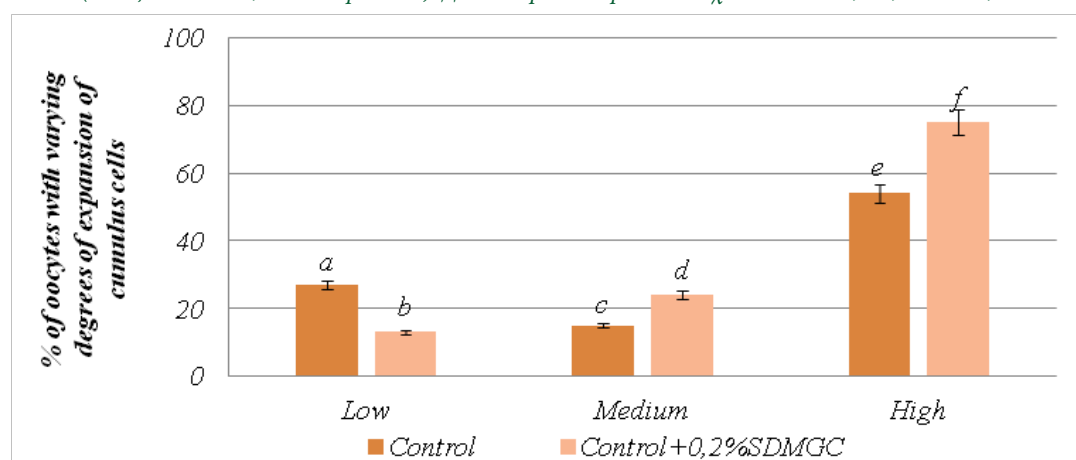


Fig. 2. Assessment of the cumulus morphology of devitrified porcine oocytes after 44 hours of cultivation (n of oocytes – 227; 3 replicates). Significance of differences  $\chi^2$ -test: <sup>a,b</sup>  $P < 0.001$ , <sup>c,d</sup>; <sup>e,f</sup>  $P < 0.05$

ФЯ последовательно погружали в растворы, содержащие КПА (1 – 7,5 % этиленгликоль (ЭГ), 7,5 % диметилсульфоксид (ДМСО), 65 % фосфатно-солевой буфер (ФСБ), 20 % фетальная бычья сыворотка (ФБС); 2 – 20 % ЭГ, 20 % ДМСО, 60 % ФСБ, 0,5 моль/л сахарозы) в течение 25 и 15 мин. Заморозка контрольных и опытных групп ФЯ в жидком азоте происходила 24 часа. Витрифицированные образцы обеих групп оттаивали поочередно сначала в течение 1 мин. в растворе, состоящем из 80 % ФСБ, 20 % ФБС, 0,5 моль/л сахарозы, а затем 5 мин. в растворе из 80 % ФСБ, 0,25 моль/л сахарозы. После оттаивания производился отбор ооцит-кумулюсных комплексов для культивирования в соответствии с общепринятыми морфологическими критериям. Отобранные ооцит-кумулюсные комплексы свиней контрольной группы культивировали при температуре 38,5 °C, в атмосфере, содержащей 5 % CO<sub>2</sub>, в течение 44 часов в среде Sage Media Cleavage (SMC, Coopersurgical, США) с 5 % Serum Protein Substitut (SPS, Coopersurgical, США) и 10 М.Е. хорионического гонадотропина человека (Россия, Московский эндокринный завод). Опытные группы ооцитов культивировались в контрольной среде с добавлением 0,2 % ДМГК. Оценку степени экспансии кумулюса девитрифицированных ооцит-кумулюсных комплексов проводили на микроскопе МБС-9 при увеличении 2×14. Для анализа ядерного материала ооцит-кумулюсные комплексы очищались от

клеток кумулюса и окрашивались в растворе фосфатного буфера и глицерина с добавлением 25 мг флуоресцентного красителя Hoechst 33258. Цитологическая оценка хроматина ооцитов проводилась с помощью микроскопа Carl Zeiss AxioImager A 2 m. В экспериментах использовали реагенты производства фирмы Sigma-Aldrich, за исключением указанных. Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали при трех уровнях значимости ( $P < 0,05$ ;  $P < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ), используя критерий  $\chi^2$  (статистическая программа Sigma Stat).

### Результаты (Results)

После процедуры интраовариальной витрификации отмечено значительное число денудированных ооцитов (без кумулюса) в обеих исследуемых группах, считающихся непригодными для последующего созревания (54 % в контрольной группе против 48 % в опытной группе). Ооцит-кумулюсные взаимодействия – важный фактор приобретения ооцитами компетентности к формированию яйцеклетки и дальнейшему оплодотворению. Если до культивирования маркером высокого качества ооцита является наличие нескольких слоев (5–6) компактного кумулюса, окружающего ооцит, то процесс созревания ооцита сопровождается активной пролиферацией кумулюсных клеток с их дальнейшей дифференцировкой и активной продукцией биологически активных веществ, необходимых для завершения мейотического созревания ооцита [16, с. 1, 4].

В наших исследованиях показано, что введение в состав криопротекторных сред 0,2 % ДМГК оказало положительное влияние на сохранность клеток кумулюса после девитрификации. Доля клеток с компактным кумулюсом после процедуры оттаивания при этом возрастает до 64 % по сравнению с контролем 56 % ( $P < 0,05$ ), а уровень ооцитов с высокоэкспандированным кумулюсом значительно снижен (10 % в опытной группе против 21 % в контроле ( $P < 0,05$ )) (рис. 1).

Известно, что одним из признаков созревания женской гамет является активная экспансия клеток кумулюса. В наших исследованиях введение в состав среды для культивирования ДМГК обеспечило значительный рост доли девитрифицированных ооцитов с высокоэкспандированным кумулюсом по завершении культивирования (75 % в опытной против 54 % в контрольной группе ( $P < 0,05$ )) (рис. 2).

Проведенная нами оценка статуса хроматина ооцитов после 44 культивирования показала, что обработка ФЯ свиней 0,2 % ДМГК перед замораживанием, а также введение его в состав культуральных сред снижали уровень дегенерированных клеток (14 % в опытной против 20 % в контрольной группе ( $P < 0,05$ )), а также способствовали

достижению ооцитами стадии метафаза II (64 % в опытной против 41 % в контрольной группе ( $P < 0,05$ )), (рис. 3).

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Инкубирование фрагментов яйчников свиней перед витрификацией в растворах, содержащих ДМГК в концентрации 0,2 %, привело к увеличению доли клеток с компактным кумулюсом после оттаивания. Культивирование девитрифицированных ооцитов свиней в течение 44 часов с диметилглицеролатом кремния обеспечило повышение доли девитрифицированных ооцитов с высокоэкспандированным кумулюсом и улучшению показателей ядерного созревания. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности использования ДМГК в концентрации 0,2 % в качестве криопротекторного агента в технологии витрификации женских гамет, а также его введения в состав сред для культивирования ооцитов *Sus Scrofa Domesticus*.

### Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в соответствии с темой Министерства образования Российской Федерации, номер госрегистрации – АААА-А18-118021590132-9.

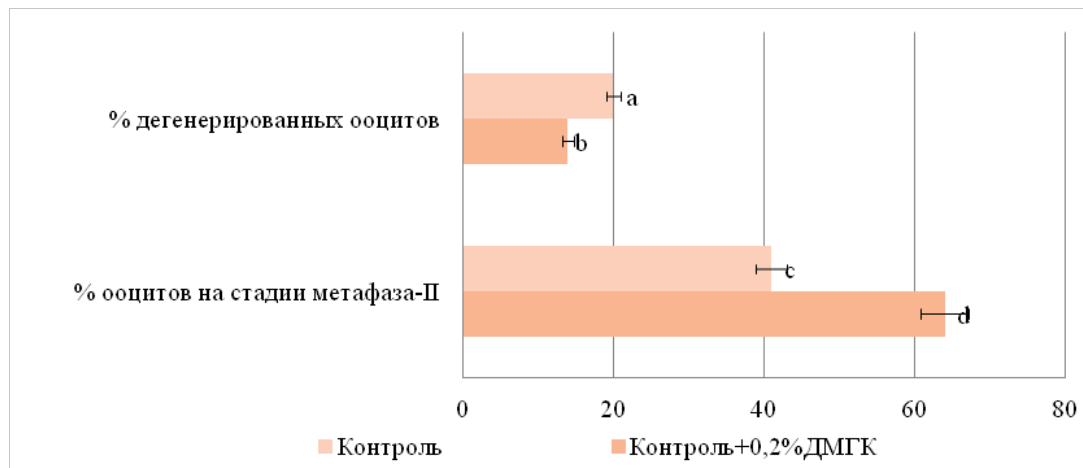


Рис. 3. Статус хроматина девитрифицированных ооцитов свиней после 44 часов культивирования (n ооцитов – 213; 3 повторности). Достоверность различий  $\chi^2$ -test:  $a,b,c,d P < 0,05$

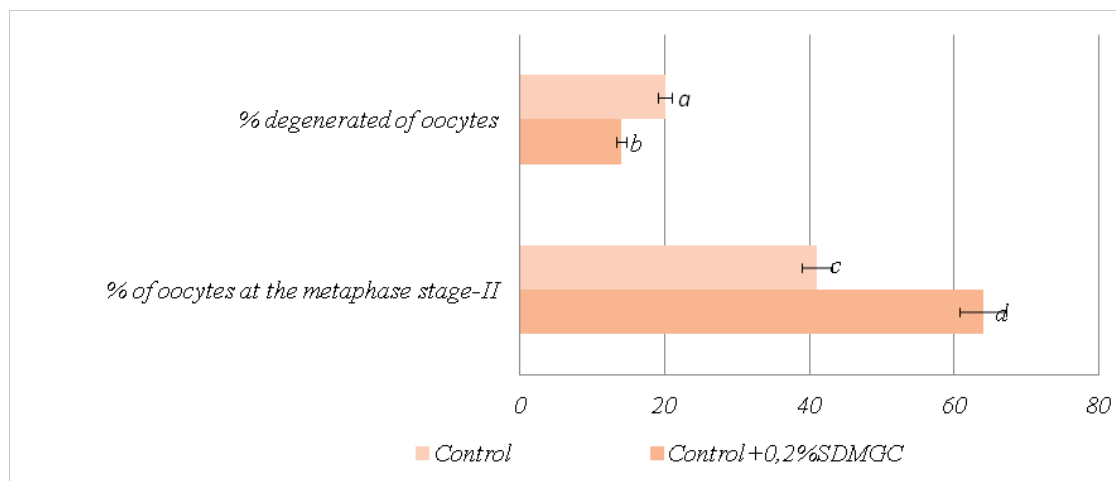


Fig. 3. Chromatin status of devitrified porcine oocytes after 44 hours of cultivation (n of oocytes – 213; 3 replicates). Significance of differences  $\chi^2$ -test:  $a,b,c,d P < 0.05$

## Библиографический список

1. Амстиславский С. Я., Мокроусова В. И., Кожевникова В. В., Кизилова Е. А., Брусенцев Е. Ю. Криобанк генетических ресурсов кошачьих // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 5. С. 561–568. DOI: 10.18699/VJ17.270.
2. Гахова Э. Н., Утешев В. К., Шишова Н. В., Ивлиева Н. А., Каурова С. А., Крамарова Л. И., Мельникова Е. В. Роль генетических криобанков в сохранении редких и исчезающих видов // Вестник Тамбовского университета. 2017. Т. 22. № 5. С. 861–865. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-861-865.
3. Иолчиев Б. С., Абилов А. И., Таджиева А. В., Багиров В. А. Биологическая полноценность эпидидимального семени зубра (*Bison bonasus* L.) при криоконсервации и длительном хранении // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 2. С. 282–290. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.282rus.
4. Айбазов М. М., Мамонтова Т. В. Создание биоресурсных коллекций – необходимое условие сохранения и рационального использования генетических ресурсов животных // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 2 (11). С. 54–62. DOI: 10.25930/47pm-n875.
5. Кузьмина Т. И., Шейко И. П., Ганджа А. И., Стефанова В. Н. Витрификация ооцитов как способ сохранения генофонда животных // Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы: материалы II Международной научной конференции, посвященной 50-летию основания Института генетики и цитологии НАН Беларуси. Минск, 2015. С. 160–172.
6. Абакушина Е. В., Гельм Ю. В., Миценых А. С. Флуоресцентный микроскопический анализ жизнеспособности ооцитов млекопитающих после витрификации // Оптика и спектроскопия. 2019. Т. 126. Вып. 5. С. 611–613. DOI: 10.21883/OS.2019.05.47660.9-19.
7. Somfai T., et al. Optimization of cryoprotectant treatment for the vitrification of immature cumulus-enclosed porcine oocytes: comparison of sugars, combinations of permeating cryoprotectants and equilibration regimens // Journal Reproduction and Development. 2015. Vol. 18. No. 61 (6). Pp. 571–579.
8. Kamoshita M., et al. Successful vitrification of pronuclear-stage pig embryos with a novel cryoprotective agent, carboxylated poly-L-lysine // Public Library of Science (PLOS). 2017. Pp. 1–12. DOI: 10.1371/journal.pone.0176711.
9. Бурнатов Е. Н., Щипачева О. В., Тузанкина И. А., Хонина Т. Г., Рябухин И. В., Григорьева Ю. В., Мальчиков А. И. Сравнительный эффект кремнийцинка содержащего глицерогидрогеля и тестируемых иммунотропных препаратов на модели гриппозной инфекции у мышей // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2016. № 31. С. 73–76.
10. Kuzmina T. I., Stanislavovich T. I., Kravtsov V. Yu. Cytoprotective effect of highly dispersed silica nanoparticles on the viability of granulosa from porcine follicles // Russian Journal of Developmental Biology. 2018. Vol. 49. No. 4S. Pp. 22–23.
11. Саркисян Н. Г., Ронь Г. И., Тузанкина И. А., Хонина Т. Г., Ларионов Л. П., Симбирцев А. С., Дроздова Л. И., Тимченко А. С. Морфологическая оценка эффективности использования фармакологических композиций на основе кремнийорганического глицерогидрогеля // Иммунология. 2017. Т. 38. № 2. С. 91–96. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0206-4952-2017-38-2-91-96>.
12. Sanfilippo S., Canis M., Smits J., et al. Vitrification of human ovarian tissue: a practical and relevant alternative to slow freezing // Reproductive Biology and Endocrinology. 2015. No. 13. Pp. 67. DOI:10.1186/s12958-015-0065-5.
13. Mouttham L., et al. Damage to fetal bovine ovarian tissue caused by cryoprotectant exposure and vitrification is mitigated during tissue culture // Journal of Assisted Reproduction and Genetics. 2015. Vol. 32. No. 8. Pp. 1239–1250.
14. Suzuki N., Yoshioka N., Takae S., Sugishita Y., Tamura M., Hashimoto S., et al. Successful fertility preservation following ovarian tissue vitrification in patients with primary ovarian insufficiency // Human Reproduction. 2015. Vol. 30. No. 3. Pp. 608–615. DOI:10.1093/humrep/deu353.
15. Станиславович Т. И., Кузьмина Т. И., Молчанов А. В. Влияние интраовариальной витрификации на показатели криорезистентности ооцит-кумулюсных комплексов свиней // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 4. С. 65–70. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.4.
16. Macaulay D. Angus, et al. Cumulus cell transcripts transit to the bovine oocyte in preparation for maturation // Biology of reproduction. 2016. Vol. 94. No. 1 (16). Pp. 1–11.

## Об авторах:

Татьяна Ивановна Станиславович<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологии развития, ORCID 0000-0003-2157-070X, AuthorID 838525; +7 921 402-67-19, [lllfor@mail.ru](mailto:lllfor@mail.ru)

Татьяна Ивановна Кузьмина<sup>1</sup>, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией биологии развития, ORCID 0000-0002-2246-5277, AuthorID 78163; +7 921 392-19-47

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста (ВНИИГРЖ), Пушкин, Россия

## Modification of the stages of the technology of intraovarian vitrification of oocytes *Sus Scrofa Domesticus*

T. I. Stanislavovich<sup>1</sup>, T. I. Kuzmina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – Branch of the Federal Scientific Center for Animal Husbandry – All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, Pushkin, Russia

<sup>✉</sup>E-mail: lllfor@mail.ru

**Abstract.** Intraovarian vitrification of oocytes of farm animals today is a very promising direction. The composition of cryoprotective solutions requires further improvement. Vitrification of ovarian fragments (FO) allows to save primordial follicles, a structure that is more stable, due to the lack of follicular fluid, to destructive processes provoked by ultra-low temperatures. The high reproductive potential of pigs is due to their physiological characteristics of growth and development. Silicon is a minor trace element in its content; it is increasingly used in pharmacology, veterinary medicine, and clinical practice. Nitrogen silicon dimethylglycerolate (SDMGC) are antimicrobial, wound healing and anti-inflammatory in nature. The presence of a compact cumulus surrounding the oocyte is one of the important indicators of the reliability of the female gamete for extrafollicular maturation. **Purpose of this study:** to was to evaluate the effect of introducing 0.2 % silicon dimethylglycerolate into cryoprotective solutions during intraovarian vitrification and the medium for maturation of devitrified oocyte-cumulus complexes of pigs on the morphology of cumulus cells and the state of nuclear material. Ovarian fragments of pigs (15 × 20 mm) to vitrification are exposed prior for 25 minutes and 15 minutes direct in cryoprotective solutions of the following composition: CPA 1 – 7.5 % ethylene glycol (EG), 7.5 % dimethyl sulfoxide (DMSO), 65 % phosphate-buffered saline (PBS), 20 % fetal bovine serum (FBS); CPA 2 – 20 % EG, 20 % DMSO, 60 % FBS, 0.5 mol/L sucrose. The experimental group was treated for 10 minutes in a solution of phosphate-saline buffer with 0.2 % SDMGC. Hoechst 33258 was used to evaluate chromatin status, samples were analyzed using a ZEISS Axio Imager A 2 m microscope. **The result.** Incubation of ovarian fragments of pigs in a solution containing 0.2 % SDMGC before vitrification, as well as the introduction of 0.2 % SDMGC in the composition of oocyte maturation media, had a positive effect on the morphology of cumulus cells (degree of expansion) after the thawing procedure. The proportion of compact cumulus devitrified cells pretreated with 0.2 % SDMGC increased compared with the control group (64 % vs 56 %,  $P < 0.05$  ( $\chi^2$ -test)). The level of oocytes with cumulus is in a high degree of expansion after 44 hours of cultivation with 0.2 % SDMGC in the experimental group was 75 % vs 54 % in the control group,  $P < 0.05$  ( $\chi^2$ -test). The use of SDMGC in the cultivation of devitrified oocyte-cumulus complexes of pigs for 44 hours increased the proportion of matured oocytes from 41 % in the control group to 64 % in the experimental group  $P < 0.05$  ( $\chi^2$ -test). **The scientific novelty:** the stages of the technology of intraovarian vitrification of porcine oocytes by means of preventive incubation of ovarian fragments in a solution of 0.2 % SDMGC and its introduction into the medium for culturing oocyte-cumulus complexes were modernized.

**Keywords:** vitrification, oocyte-cumulus complex, ovarian fragments, cumulus cells, silicon dimethylglycerolate (SDMGC), *Sus Scrofa Domesticus*.

**For citation:** Stanislavovich T. I., Kuzmina T. I. Modifikatsiya etapov tekhnologii intraovarial'noy vitrifikatsii ootsitov *Sus Scrofa Domesticus* [Modification of the stages of the technology of intraovarian vitrification of oocytes *Sus Scrofa Domesticus*] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 51–57. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-51-57. (In Russian.)

**Paper submitted:** 14.05.2020.

### References

1. Amstislavskiy S. Ya., Mokrousova V. I., Kozhevnikova V. V., Kizilova E. A., Brusentsev E. Yu. Kriobank geneticheskikh resursov koshach'ikh [Genome resource banking in the family Felidae] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. Vol. 21. No. 5. Pp. 561–568. DOI: 10.18699/VJ17.270. (In Russian.)
2. Gakhova E. N., Uteshev V. K., Shishova N. V., Ivlicheva N. A., Kaurova S. A., Kramarova L. I., Mel'nikova E. V. Rol' geneticheskikh kriobankov v sokhranении redkikh i ischezayushchikh vidov [The role of genetic cryobanks in the conservation of rare and endangered animals] // Tambov University Review. Series: Humanities. 2017. Vol. 22. No. 5. Pp. 861–865. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-861-865. (In Russian.)
3. Iolchiev B. S., Abilov A. I., Tadzhieva A. V., Bagirov V. A. Biologicheskaya polnotsennost' epididimal'nogo semeni zubra (*Bison bonasus* L.) pri kriokonservatsii i dlitel'nom khranении [Biological integrity of bison epididymal sperm under cryoconservation and long storage] // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2017. Vol. 52. No. 2. Pp. 282–290. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.2.282rus. (In Russian.)
4. Aybazov M. M., Mamontova T. V. Sozdanie bioresursnykh kollektсий – neobkhodimoe uslovie sokhraneniya i ratsional'nogo ispol'zovaniya geneticheskikh resursov zhivotnykh [The creation of bio-resource collections is the necessary condition for conservation and rational use of animal genetic resources] // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2018. No. 2 (11). Pp. 54–62. DOI: 10.25930/47pm-n875. (In Russian.)

5. Kuz'mina T. I., Sheyko I. P., Gandzha A. I., Stefanova V. N. Vitriifikatsiya ootsitov kak sposob sokhraneniya genofonda zhivotnykh [Vitrification of oocytes as a method to preserve animal gene pool] // *Genetika i biotekhnologiya XXI veka: problemy, dostizheniya, perspektivy: materialy II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letiyu osnovaniya Instituta genetiki i tsitologii NAN Belarusi*. Minsk, 2015. Pp. 160. (In Russian.)
6. Abakushina E. V., Gel'm Yu. V., Mitsenik A. S. Fluorescentnyy mikroskopicheskiy analiz zhiznesposobnosti ootsitov mlekovykh zhivotnykh posle vitriifikatsii [Fluorescent Microscopy Analysis of Mammalian Oocyte Viability after Vitrification] // *Optika i spektroskopiya*. 2019. Vol. 126. No. 5. Pp. 611–613. DOI: 10.21883/OS.2019.05.47660.9-19. (In Russian.)
7. Somfai T., et al. Optimization of cryoprotectant treatment for the vitrification of immature cumulus-enclosed porcine oocytes: comparison of sugars, combinations of permeating cryoprotectants and equilibration regimens // *Journal Reproduction and Development*. 2015. Vol. 18. No. 61 (6). Pp. 571–579.
8. Kamoshita M., et al. Successful vitrification of pronuclear-stage pig embryos with a novel cryoprotective agent, carboxylated-poly-L-lysine // *Public Library of Science (PLOS)*. 2017. Pp. 1–12. DOI: 10.1371/journal.pone.0176711.
9. Burnatova E. N., Shchipacheva O. V., Tuzankina I. A., Khonina T. G., Ryabukhin I. V., Grigor'eva Yu. V., Mal'chikov A. I. Sravnitel'nyy effect kremniysink soderzhashchego glitserogidrogelya i testiruemykh immunotropnykh preparatov na modeli grippoznoy infektsii u myshey [Comparative antiviral effect of organico siliconz incg lycerohydrogel and immunotropic drugs under test on murine influenza model] // *Dal'nevostochnyy Zhurnal Infektsionnoy Patologii*. 2016. No. 31. Pp. 73–76. (In Russian.)
10. Kuzmina T. I., Stanislavovich T. I., Kravtsov V. Yu. Cytoprotective effect of highly dispersed silica nanoparticles on the viability of granulosa from porcine follicles // *Russian Journal of Developmental Biology*. 2018. Vol. 49. No. 4S. Pp. 22–23.
11. Sarkisyan N. G., Ron' G. I., Tuzankina I. A., Khonina T. G., Larionov L. P., Simbirtsev A. S., Drozdova L. I., Timchenko A. S. Morfologicheskaya otsenka effektivnosti ispol'zovaniya farmakologicheskikh kompozitsiy na osnove kremniy-organicheskogo glitserogidrogelya [Morphological evaluation of the effectiveness of the use of pharmaceutical compositions based on silicone glycerokinase] // *Immunologiya*. 2017. Vol. 38. No. 2. Pp. 91–96. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0206-4952-2017-38-2-91-96>. (In Russian.)
12. Sanfilippo S., Canis M., Smits J., et al. Vitrification of human ovarian tissue: a practical and relevant alternative to slow freezing // *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2015. No. 13. Pp. 67. DOI:10.1186/s12958-015-0065-5.
13. Mouttham L., et al. Damage to fetal bovine ovarian tissue caused by cryoprotectant exposure and vitrification is mitigated during tissue culture // *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2015. Vol. 32. No. 8. Pp. 1239–1250.
14. Suzuki N., Yoshioka N., Takae S., Sugishita Y., Tamura M., Hashimoto S., et al. Successful fertility preservation following ovarian tissue vitrification in patients with primary ovarian insufficiency // *Human Reproduction*. 2015. Vol. 30. No. 3. Pp. 608–615. DOI: 10.1093/humrep/deu353.
15. Stanislavovich T. I., Kuz'mina T. I., Molchanov A. V. Vliyanie intraovarial'noy vitriifikatsii na pokazateli kriorezistentnosti ootsit-kumulyusnykh kompleksov sviney [Effect of intraovarian vitrification on the indicators of cryoresistance in porcine cumulus-oocyte complexes] // *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*. 2019. No. 4. Pp. 65–70. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.4. (In Russian.)
16. Macaulay D. Angus, et al. Cumulus cell transcripts transit to the bovine oocyte in preparation for maturation // *Biology of reproduction*. 2016. Vol. 94. No. 1 (16). Pp. 1–11.

#### Authors' information:

Tatiana I. Stanislavovich<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of developmental biology, ORCID 0000-0003-2157-070X, AuthorID 838525: +7 921 402-67-19, [lllfor@mail.ru](mailto:lllfor@mail.ru)

Tatiana I. Kuzmina<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, professor, chief researcher, head of the laboratory of developmental biology, ORCID 0000-0002-2246-5277, AuthorID 78163: +7 921 392-19-47

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – Branch of the Federal Scientific Center for Animal Husbandry – All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst, Pushkin, Russia

## Роль инвестиций в повышении экономической эффективности в аграрной инфраструктуре

Р. Э. Абдуллаев<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Институт экономики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика

✉ E-mail: remziabdullayev1@gmail.com

**Аннотация.** Целью настоящего исследования является определение роли инвестиций в развитии аграрной инфраструктуры, в том числе в разработке новых подходов в части формирования и использования инвестиций как фактора повышения экономической эффективности аграрной экономики. **Методом исследования** является сравнительный и аналитический анализ, расчеты с помощью программного пакета eviews и системный подход. Для определения возможностей создания объема продукции инвестиций, направляемых в основной капитал в сельском хозяйстве, можно построить математическую функцию инвестиционных вложений в сельское хозяйство как в теоретическом, так и в практическом отношении. Например, в виде зависимости инвестиций, вкладываемых в основной капитал в сельском хозяйстве, от объема производимой продукции в зависимости от нормы доходности в сельском хозяйстве, процентной ставки и т. д. **В результате исследования** были определены основные направления инвестиционной политики в повышении экономической эффективности в аграрной индустрии. Был сделан вывод, что инвестиции в сельское хозяйство в Азербайджанской Республике по сравнению с 2003 годом в 2010 году увеличились на 393,9 млн манатов, а в 2018 году – на 727 млн манатов. Однако этот рост находится не на желаемом уровне. В краткосрочных и закрытых экономических условиях мультипликативная эффективность может быть более высокой. **Научная новизна** исследования состоит в уточнении сущности и роли инвестиций как экономической категории на основе ее определения как в узком, так и широком смысле, а также в выделении тенденций и закономерностей формирования и использования инвестиций в аграрной экономике.

**Ключевые слова:** инвестиции, аграрная инфраструктура, эффективность, глобальная продовольственная безопасность, развитые страны.

**Для цитирования:** Абдуллаев Р. Э. Роль инвестиций в повышении экономической эффективности в аграрной инфраструктуре // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 58–64. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-58-64.

**Дата поступления статьи:** 06.08.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Во многих странах мира аграрный сектор считается стратегической отраслью экономики. Основная причина этого заключается в том, что он является единственным источником удовлетворения продовольственных потребностей людей для нормального проживания и в большинстве случаев сырьевой базой для других отраслей экономики. Другими словами, наиболее значительный аргумент оказания государственной поддержки аграрной отрасли связан с продовольственной безопасностью. Даже страны, не имеющие благоприятных природно-климатических и рельефных условий для производства сельскохозяйственных продуктов, стараются, чтобы минимум продовольственной безопасности был не ниже 60 %.

Ежегодный рост населения мира требует более полного удовлетворения его продовольственных потребностей и привлечения в производственный оборот еще больших земельных участков. Согласно экономическим прогнозам Международной продовольственной организации, до 2050 года развитые страны должны увеличить производство сельскохозяйственной продукции на 70 %, а развивающиеся страны – до 100 %.

Создание новых рабочих мест в регионах нашей страны, строительство инфраструктурных объектов и усиление социальной защиты граждан считаются основными приоритетами аграрной политики. Степень достижения поставленных целей непосредственно зависит от объема инвестиционных вложений в основной капитал в сельском хозяйстве. С другой стороны, ограниченные финансовые возможности для расширения сфер деятельности сельскохозяйственных предпринимателей, высокая потребность в химических средствах защиты, физический и моральный износ значительной части сельскохозяйственной техники и оборудования, отсталость институциональных структур (в том числе инфраструктуры по сравнению с развитыми странами, высокий уровень расходов на сельское хозяйство) еще больше повышают необходимость вложения инвестиционных ресурсов в сельское хозяйство.

### Теоретический взгляд на формирование инфраструктуры в аграрной отрасли

Международная практика показывает, что с развитием и диверсификацией инфраструктурных сфер происходит более полное обеспечение потребностей общества,

то есть уровень инфраструктуры характеризуется в то же время уровнем качества. Это позволяет говорить о том, что развитие инфраструктуры связано с ростом объективных потребностей общества.

Понятие «инфраструктура» было впервые использовано в военной науке в 40-х годах XX века при создании объектов и строений, обеспечивающих жизнедеятельность вооруженных сил. Хотя понятие «инфраструктура» используется с начала XX века, в настоящее время существуют различные подходы к этому понятию. Так, Г. Р. Журавлева отмечает инфраструктуру как совокупность организационно-правовых форм, охватывающих круг институтов, систем, услуг, предприятий, выполняющих определенные функции по обеспечению движения товаров и услуг, актов купли продаж, то есть обслуживание рынка и его деятельности в нормальном режиме. Э. А. Кулиев показывает, что понятие «рыночная инфраструктура» включает в себя осуществление товарообменных операций, повышение их эффективности, объединение производителей и потребителей в единой хозяйственной системе. Слово «инфраструктура» происходит из латинского *infra* – «низ», «под», *structura* – «строй»,

«размещение». Инфраструктура также определяется как совокупность связанных друг с другом структур и объектов для деятельности системы. Эти мнения можно и расширить. Однако инфраструктура служит не развитию какой-либо сферы, а развитию общества в целом.

Цель исследования – повышение экономической эффективности инвестиций в аграрной инфраструктуре.

#### Международный опыт инфраструктурных и инвестиционных вложений в аграрный сектор

Economist Intelligence Unit, осуществляющий расчет индекса глобальной продовольственной безопасности (Global Food Security Index), аграрную инфраструктуру оценивает на основании трех факторов:

- 1) достаточное количество объектов для хранения продукции;
- 2) дорожная инфраструктура;
- 3) портовая инфраструктура.

Глобальная продовольственная безопасность оценивается в баллах, и наибольший балл равен 100. Аграрная инфраструктура по ряду стран в 2018 г. представлена в следующем виде (таблица 1).

Таблица 1  
Сравнение баллов по соответствующим показателям ряда стран в 2018 году\*

| Показатель                                             | Балл        |        |            |         |          |         |           |        |         |            |
|--------------------------------------------------------|-------------|--------|------------|---------|----------|---------|-----------|--------|---------|------------|
|                                                        | Азербайджан | Турция | Белоруссия | Бельгия | Германия | Израиль | Казахстан | Россия | Украина | Узбекистан |
| Сельскохозяйственная инфраструктура                    | 61,1        | 61,1   | 41,7       | 89,8    | 89,8     | 61,1    | 51,9      | 50,9   | 41,7    | 32,4       |
| Достаточное количество объектов для хранения продукции | 100         | 100    | 100        | 100     | 100      | 100     | 100       | 100    | 100     | 100        |
| Дорожная инфраструктура                                | 50          | 50     | 25         | 75      | 75       | 50      | 50        | 25     | 25      | 25         |
| Портовая инфраструктура                                | 50          | 50     | 25         | 100     | 100      | 50      | 25        | 50     | 25      | 0          |
| Сельскохозяйственная инфраструктура                    | Ряд         |        |            |         |          |         |           |        |         |            |
|                                                        | Азербайджан | Турция | Белоруссия | Бельгия | Германия | Израиль | Казахстан | Россия | Украина | Узбекистан |
|                                                        | 44          | 44     | 41,7       | 11      | 11       | 44      | 60        | 62     | 78      | 94         |

\* Источник: [www.foodsecurityindex.eiu.com](http://www.foodsecurityindex.eiu.com).

Table 1  
Comparison of scores for relevant indicators of a number of countries in 2018\*

| Index                                   | Score      |        |         |         |         |        |            |        |         |            |
|-----------------------------------------|------------|--------|---------|---------|---------|--------|------------|--------|---------|------------|
|                                         | Azerbaijan | Turkey | Belarus | Belgium | Germany | Israel | Kazakhstan | Russia | Ukraine | Uzbekistan |
| Agricultural infrastructure             | 61.1       | 61.1   | 41.7    | 89.8    | 89.8    | 61.1   | 51.9       | 50.9   | 41.7    | 32.4       |
| Sufficient number of storage facilities | 100        | 100    | 100     | 100     | 100     | 100    | 100        | 100    | 100     | 100        |
| Road infrastructure                     | 50         | 50     | 25      | 75      | 75      | 50     | 50         | 25     | 25      | 25         |
| Port infrastructure                     | 50         | 50     | 25      | 100     | 100     | 50     | 25         | 50     | 25      | 0          |
| Agricultural infrastructure             | Row        |        |         |         |         |        |            |        |         |            |
|                                         | Azerbaijan | Turkey | Belarus | Belgium | Germany | Israel | Kazakhstan | Russia | Ukraine | Uzbekistan |
|                                         | 44         | 44     | 41.7    | 11      | 11      | 44     | 60         | 62     | 78      | 94         |

\* Source: [www.foodsecurityindex.eiu.com](http://www.foodsecurityindex.eiu.com).

Исследования показывают, что в развитых странах инвестиционные и кредитные вложения в сельское хозяйство осуществляются в рамках определенной системности на основании конкретных программ, законов и соответствующих решений. Например, кредитование сельского хозяйства Германии финансируется на льготных условиях в рамках программы «Молодые фермеры». Здесь на развитие фермерского хозяйства выделяются кредиты в объеме 200 000 евро под 5 % годовых и 120 000 евро под 1,5 % на строительные цели. Кроме этого, осуществляется кредитование в рамках программ «Сельское хозяйство», «Ремонт села» и «Государственная финансовая поддержка сельскохозяйственных предприятий»

Во Франции также существует несколько видов льготных кредитов: «Улучшение и модернизацию экономики», «Развитие животноводства», на производство определенных видов продукции, в том числе земельные кредиты. В зависимости от вида кредита ставки могут быть от 3 % до 8 % годовых. Для молодых фермеров ежегодные ставки составляют 2–4 %. Такие кредиты обычно выдаются на 5–9 лет, а для неблагоприятных в природно-экономическом отношении зон – от 7 до 12 лет.

В Великобритании кредиты фермерам могут предоставляться на срок до 40 лет. Здесь компания Farm Dairy Corporation для хранения молока, получаемого фермерами от животноводства, предлагает цистерные (большие емкости для хранения и перевозки жидкостей) кредиты или же, приобретая их, сама сдает в аренду. Также в этой стране компания, занимающаяся мясными продуктами, предлагает необеспеченные годовые кредиты для разведения скота при условии, что потом эта животноводческая продукция будет продаваться этой компанией.

В США одним из основных субъектов сельскохозяйственных кредитов выступает государственная организация «Фермерская кредитная система» (SFC). Начальный капитал для создания организации был обеспечен государством, однако в дальнейшем деятельность SFC

постепенно начала осуществляться за счет ее членов, то есть фермеров. Вся территория США делится на 12 сельскохозяйственных кредитных регионов, и у каждого существует три основных элемента SFC: «Федеральный земельный банк», «Федеральный кредитный банк» и «Банк корпораций».

Учрежденная в США «Товарно-кредитная корпорация» является специальной кредитной организацией при Министерстве сельского хозяйства. Государство оказывает фермерам серьезную финансовую поддержку для решения проблем по продаже произведенного зерна. Ресурсы этой организации формируются за счет бюджетных средств.

#### Современное состояние инвестиционных вложений в сельское хозяйство Азербайджана

Надо отметить, что сезонность производства в сельском хозяйстве, рассредоточенность производимой продукции в территориальном отношении, удаленность рынков сбыта производимой продукции, количество осадков, водоснабжение также непосредственно связаны с инвестиционными ресурсами в сельском хозяйстве. Исходя из этого, рассмотрим инвестиционные вложения в основной капитал в сельском хозяйстве страны в 2002–2018 гг. (таблица 2).

Как видно из данных таблицы, в 2002–2006 гг. удельный вес инвестиций в основной капитал в сельском хозяйстве не составлял даже 1 % в общем объеме инвестиционных вложений в основной капитал. Наибольший уровень был в 2010 г. – 4,35 %, в 2012 г. – 4,21 %, в 2017 г. – 3,54 %, в 2018 г. этот показатель был равен 4,4 %. Наблюдения показывают, что, хотя удельный вес инвестиций в основной капитал в сельском хозяйстве относительно увеличился, однако их объем значительно отстает от международных норм. Так, в развитых странах удельный вес инвестиционных вложений в основной капитал в сельском хозяйстве составляет не менее 15–20 %.

Таблица 2  
Инвестиционные вложения в основной капитал в сельском хозяйстве в 2002–2018 гг., млн манатов\*

| Годы | Всего инвестиций в основной капитал | Инвестиции в основной капитал в сельском хозяйстве | Сельскохозяйственная продукция | Удельный вес, % |
|------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 2002 | 2 107,0                             | 18,5                                               | 1 342,9                        | 0,88            |
| 2003 | 3 786,4                             | 37,4                                               | 1 450,5                        | 0,99            |
| 2004 | 4 922,8                             | 35,0                                               | 1 572,7                        | 0,71            |
| 2005 | 5 769,9                             | 40,7                                               | 1 844,8                        | 0,71            |
| 2006 | 6 234,5                             | 58,3                                               | 2 115,5                        | 0,94            |
| 2007 | 7 471,2                             | 243,3                                              | 2 918,6                        | 3,26            |
| 2008 | 9 944,2                             | 336,5                                              | 3 505,9                        | 3,38            |
| 2009 | 7 724,9                             | 266,6                                              | 3 805,5                        | 3,45            |
| 2010 | 9 905,7                             | 431,0                                              | 3 877,7                        | 4,35            |
| 2011 | 12 799,1                            | 437,3                                              | 4 525,2                        | 3,42            |
| 2012 | 15 407,3                            | 648,8                                              | 4 844,6                        | 4,21            |
| 2013 | 17 850,8                            | 574,3                                              | 5 244,6                        | 3,22            |
| 2014 | 17 618,6                            | 363,9                                              | 5 225,8                        | 2,07            |
| 2015 | 15 957,0                            | 355,4                                              | 5 635,3                        | 2,23            |
| 2016 | 16 772,8                            | 325,1                                              | 5 632,4                        | 1,94            |
| 2017 | 17 430,3                            | 617,8                                              | 6 580,0                        | 3,54            |
| 2018 | 17 244,9                            | 764,4                                              | 7 010,0                        | 4,4             |

\* Источник: <http://www.stat.gov.az>.

Table 2

Investment in fixed assets in agriculture in 2002–2018, million manats\*

| Years | Total investment in fixed assets | Investment in fixed assets in agriculture | Agricultural products | Specific weight, % |
|-------|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| 2002  | 2 107.0                          | 18.5                                      | 1 342.9               | 0.88               |
| 2003  | 3 786.4                          | 37.4                                      | 1 450.5               | 0.99               |
| 2004  | 4 922.8                          | 35.0                                      | 1 572.7               | 0.71               |
| 2005  | 5 769.9                          | 40.7                                      | 1 844.8               | 0.71               |
| 2006  | 6 234.5                          | 58.3                                      | 2 115.5               | 0.94               |
| 2007  | 7 471.2                          | 243.3                                     | 2 918.6               | 3.26               |
| 2008  | 9 944.2                          | 336.5                                     | 3 505.9               | 3.38               |
| 2009  | 7 724.9                          | 266.6                                     | 3 805.5               | 3.45               |
| 2010  | 9 905.7                          | 431.0                                     | 3 877.7               | 4.35               |
| 2011  | 12 799.1                         | 437.3                                     | 4 525.2               | 3.42               |
| 2012  | 15 407.3                         | 648.8                                     | 4 844.6               | 4.21               |
| 2013  | 17 850.8                         | 574.3                                     | 5 244.6               | 3.22               |
| 2014  | 17 618.6                         | 363.9                                     | 5 225.8               | 2.07               |
| 2015  | 15 957.0                         | 355.4                                     | 5 635.3               | 2.23               |
| 2016  | 16 772.8                         | 325.1                                     | 5 632.4               | 1.94               |
| 2017  | 17 430.3                         | 617.8                                     | 6 580.0               | 3.54               |
| 2018  | 17 244.9                         | 764.4                                     | 7 010,0               | 4.4                |

\* Source: <http://www.stat.gov.az>.**Методология и методы исследования (Methods)**

Для определения возможностей создания объема продукции инвестиций, направляемых в основной капитал в сельском хозяйстве, можно построить математическую функцию инвестиционных вложений в сельское хозяйство как в теоретическом, так и в практическом отношении. Например, в виде зависимости инвестиций, вкладываемых в основной капитал в сельском хозяйстве, от объема производимой продукции в зависимости от нормы доходности в сельском хозяйстве, процентной ставки и т. д. Считаем, что в наиболее общем виде эту математическую формулу можно представить в следующем виде:

$$I = I_0 + b \times Y, \\ 0 < b < 1,$$

где  $I$  – инвестиции, $I_0$  – автономные инвестиции, $Y$  – продукция, созданная в сельском хозяйстве, $b$  – тенденция конечного предела.

С другой стороны, если учитывать мультипликативную эффективность инвестиционных вложений в сельском хозяйстве, то при проведении расчета с помощью программного пакета eviews на основании таблицы 1 получено следующее:

$$\hat{I} = 190,49 + 0,150 \times b. \\ (136,49) (0,15). \\ R^2 = 64,0 \text{ DW} = 2,1.$$

Из данных видно, что стандартные погрешности уравнения не меньше полученных коэффициентов, с другой стороны, коэффициент детерминации показывает 64-процентную адекватность модели. Однако достаточно высокий коэффициент DW дает основание высказать некоторые мнения о построенной модели. Из проведенных исследований видно, что объем автономных инвестиционных вложений в основной капитал в сельском хозяйстве в среднем не меньше 190 млн в год.

**Результаты (Results)**

Как видно из таблицы, в 2003 г. 1,0 % всех инвестиций было в сельское хозяйство. Если в 2003 г. они составляли 37,4 млн манатов, то в 2010 г. – составлял 431,3 млн манатов, а в 2018 г. – 764,4 млн манатов. Можно сделать вывод, что инвестиции в сельское хозяйство в Азербайджанской Республике в 2010 г. по сравнению с 2003 г. увеличились на 393,9 млн манатов, а в 2018 г. – на 727 млн манатов. Однако этот рост не на желаемом уровне.

По словам Кейнса, центральной проблемой макроэкономики является распределение национального дохода. Резюмируем теорию Кейнса в различных аспектах: он утверждал, что изменения в объеме инвестиций являются движущей силой экономического развития и что согласно этой теории уровень инвестиций основывается на максимальной экономии.

Если принять показанный Дж. Кейнсом инвестиционный мультипликатор  $\frac{1}{1-b}$  и  $b$  – как тенденцию конечного предела продукции, производимой в сельском хозяйстве, тогда мультипликативная эффективность, создаваемая инвестициями в сельском хозяйстве, будет равна 1,17.

Однако надо учесть, что в краткосрочных и закрытых экономических условиях мультипликативная эффективность может быть более высокой.

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

Для привлечения инвестиций в сельское хозяйство в Азербайджанской Республике необходимо проводить инвестиционную политику, отвечающую требованиям времени, всесторонне определять объем, структуру и направление инвестиций в экономику. В этой области основной задачей инвестиционной политики является привлечение ресурсов, необходимых для социально-экономического развития страны, и создание благоприятных условий для их эффективного использования. Фактически инвестиционная политика должна определять объем и структуру инвестиций за установленный период. Ин-

Таблица 3  
Инвестиции в основной капитал в сельском хозяйстве, млн манатов\*

| Годы | Общее количество | Сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство, % | %   |
|------|------------------|-------------------------------------------------------|-----|
| 2003 | 3 786,4          | 37,4                                                  | 1,0 |
| 2005 | 5 769,9          | 40,7                                                  | 0,7 |
| 2010 | 9 905,7          | 431,3                                                 | 4,4 |
| 2011 | 12 799,1         | 437,3                                                 | 3,4 |
| 2012 | 15 407,3         | 648,8                                                 | 4,2 |
| 2013 | 17 850,8         | 574,3                                                 | 3,2 |
| 2014 | 17 618,6         | 363,9                                                 | 2,1 |
| 2015 | 15 957,0         | 355,4                                                 | 2,2 |
| 2016 | 15 772,8         | 325,1                                                 | 2,1 |
| 2017 | 17 430,3         | 617,8                                                 | 3,5 |
| 2018 | 17 244,9         | 764,4                                                 | 4,4 |

\* Источник: Statistical Yearbook "Agriculture of Azerbaijan 2019".

Table 3  
Investment in fixed assets in agriculture, million manat\*

| Years | Total amount | Agriculture, forestry and fishing, % | %   |
|-------|--------------|--------------------------------------|-----|
| 2003  | 3 786.4      | 37.4                                 | 1.0 |
| 2005  | 5 769.9      | 40.7                                 | 0.7 |
| 2010  | 9 905.7      | 431.3                                | 4.4 |
| 2011  | 12 799.1     | 437.3                                | 3.4 |
| 2012  | 15 407.3     | 648.8                                | 4.2 |
| 2013  | 17 850.8     | 574.3                                | 3.2 |
| 2014  | 17 618.6     | 363.9                                | 2.1 |
| 2015  | 15 957.0     | 355.4                                | 2.2 |
| 2016  | 15 772.8     | 325.1                                | 2.1 |
| 2017  | 17 430.3     | 617.8                                | 3.5 |
| 2018  | 17 244.9     | 764.4                                | 4.4 |

\* Source: Statistical Yearbook "Agriculture of Azerbaijan 2019".

вестиционная политика должна также учитывать выбор приоритетов и повышать эффективность инвестиций.

Принципами инвестиционной политики являются:

- определение процентной ставки, обеспечивающей эффективность инвестиций в сельское хозяйство;
- совершенствование амортизационной политики;
- создание условий для реконструкции предприятий с точки зрения инвестиционной привлекательности;
- снижение инвестиционных рисков для стимулирования сбережений.

В результате исследования были сделаны выводы:

- следует рассматривать в форме финансовой и постоянной поддержки в современной системе привлечение иностранных инвестиций;
- следует облегчить доступ за границу, чтобы привлечь местные инвестиции и поддержать инвесторов;
- следует проводить мотивационные тренинги для предпринимателей, занятых в сельском хозяйстве, реализация проектов по повышению осведомленности среди них должна рассматриваться как насущная проблема. По мере развития делового сектора он станет одним из ведущих секторов в удовлетворении спроса страны на сельское хозяйство.

#### Библиографический список

1. Брянских С. П. Экономика сельского хозяйства. М.: Агропромиздат, 2017. 326 с.
2. Бусел И. П., Малихтарович П. И. Экономика сельского хозяйства: учебное пособие. Минск: Республиканский институт профессионального образования, 2018. 447 с.
3. Добрынин В. А. Актуальные проблемы экономики АПК: учебное пособие. М.: Издательство МСХА, 2015. 280 с.
4. Ермалинская Н. В. Экономика и организация инфраструктуры агропромышленного комплекса: курс лекций. М.: ГГТУ, 2018. 163 с.
5. Запольский М. И. Экономика агропромышленного комплекса: пособие. М.: ГГТУ, 2018. 175 с.
6. Колеснев В. И. Компьютерное моделирование для анализа и планирования в АПК: монография. Минск, 2018. 292 с.
7. Кузнецов В. В. Экономика сельского хозяйства. Ростов-на-Дону: Феникс, 2018. 352 с.
8. Минаков И. А., Сабетова А. А., Куликов Н. И. [и др.] Экономика сельскохозяйственного предприятия. М.: КолосС, 2017. 528 с.

9. Петрович Э. А., Лазарев Л. П. Агробизнес: учебно-методическое пособие. М.: ГГТУ, 2016. 234 с.
10. Сельская экономика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям / С. В. Киселев [и др.] ; под ред. С. В. Киселева. М.: Проспект, 2016. 570 с.
11. Сильванович В. И. Сельскохозяйственное производство: базисные факторы, основные результаты и условия инновационного развития: монография. М. : ГГТУ, 2017. 210 с.
12. Тоболич З. А. Экономика предприятий агропромышленного комплекса. М.: Проспект, 2016. 119 с.
13. Джабиев Р. М. Формирование и развитие рыночной инфраструктуры в Азербайджане. Баку, 2016. 234 с.
14. Алиева М. Проблемы развития производственной инфраструктуры в Азербайджане. Баку: Наука, 2018. 364 с.
15. Официальный сайт Комитета государственной статистики Азербайджанской Республики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stat.gov.az> (дата обращения: 23.06.2020).
16. Asher S., Novosad P. Rural Roads and Local Economic Development // American economic review. Vol. 110. No. 3. Pp. 797–823.
17. Dhahri S., Omri, A. Does foreign capital really matter for the host country agricultural production? Evidence from developing countries // Review of world economics. 2020. Vol. 156. No. 1. Pp. 153–181.
18. Mason-D'Croz D., Sulser Timothy B., Wiebe Keith, et al. Agricultural investments and hunger in Africa modeling potential contributions to SDG2-Zero Hunger // World development. 2019. Vol. 116. Pp. 38–53.

#### Об авторах:

Рамзи Эльбрус оглы Абдуллаев<sup>1</sup>, доктор философии в области экономики, доцент, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-2025-1571; [remziabdullayev1@gmail.com](mailto:remziabdullayev1@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт экономики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика

## The role of investments in increasing economic efficiency in agricultural infrastructure

R. E. Abdullaev<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Institute of Economics, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan Republic

✉E-mail: [remziabdullayev1@gmail.com](mailto:remziabdullayev1@gmail.com)

**Abstract.** The purpose of this study is to determine the role of investments in the development of agricultural infrastructure, including in the development of new approaches to the formation and use of investments as a factor in increasing the economic efficiency of the agricultural economy. **The research method** is comparative and analytical analysis, calculations using the “evIEWS” software package and a systematic approach. To determine the possibilities of creating the volume of investment products directed to fixed capital in agriculture, it is possible to construct a mathematical function of investment in agriculture, both in theoretical and practical terms. For example, in the form of the dependence of investments in fixed assets in agriculture on the volume of products produced, depending on the rate of return in agriculture, interest rates, etc. **As a result** of the study, the main directions of investment attempts to increase economic efficiency in agricultural industry. It was concluded that investments in agriculture in the Republic of Azerbaijan increased by 393.9 million manats in 2010 compared to 2003, and by 727 million manats in 2018. However, this growth is not at the desired level. In short-term and closed economic conditions, the multiplicative efficiency can be higher. **The scientific novelty** of the study consists in clarifying the essence and role of investment as an economic category based on its definition in both a narrow and a broad sense, as well as in identifying trends and patterns in the formation and use of investments in the agricultural economy.

**Keywords:** investments, agricultural infrastructure, efficiency, global food security, developed countries.

**For citation:** Abdullaev R. E. Rol' investitsiy v povyshenii ekonomicheskoy effektivnosti v agrarnoy infrastructure [The role of investments in increasing economic efficiency in agricultural infrastructure] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 58–64. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-58-64. (In Russian.)

**Paper submitted:** 06.08.2020.

#### References

1. Bryanskikh S. P. Ekonomika sel'skogo khozyaystva [Bryanskikh S. P. Ekonomika sel'skogo khozyaystva]. Moscow: Agropromizdat, 2017. 326 p. (In Russian.)
2. Busel I. P., Malikhovich P. I. Ekonomika sel'skogo khozyaystva: uchebnoe posobie [Agricultural Economics: a tutorial]. Minsk: Respublikanskiy institut professional'nogo obrazovaniya, 2018. 447 p. (In Russian.)
3. Dobrynin V. A. Aktual'nye problemy ekonomiki APK: uchebnoe posobie [Actual problems of the economy of the agro-industrial complex: textbook]. Moscow: Izdatel'stvo MSKhA, 2015. 280 p. (In Russian.)

4. Ermalinskaya N. V. *Ekonomika i organizatsiya infrastruktury agropromyshlennogo kompleksa: kurs lektsiy* [Economics and organization of the infrastructure of the agro-industrial complex: a course of lectures]. Moscow: GGTU, 2018. 163 p. (In Russian.)
5. Zapol'skiy M. I. *Ekonomika agropromyshlennogo kompleksa: posobie* [Economics of the agro-industrial complex: manual]. Moscow: GGTU, 2018. 175 p. (In Russian.)
6. Kolesnev V. I. *Komp'yuternoe modelirovanie dlya analiza i planirovaniya v APK: monografiya* [Computer modeling for analysis and planning in the agro-industrial complex: monograph]. Minsk, 2018. 292 p. (In Russian.)
7. Kuznetsov V. V. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva* [Economy of agriculture]. Rostov-on-Don: Feniks, 2018. 352 p. (In Russian.)
8. Minakov I. A., Sabetova A. A., Kulikov N. I., et al. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennogo predpriyatiya* [The economy of an agricultural enterprise]. Moscow: KolosS, 2017. 528 p. (In Russian.)
9. Petrovich E. A., Lazarev L. P. *Agrobiznes: uchebno-metodicheskoe posobie* [Agrobusiness: teaching aid]. Moscow: GGTU, 2016. 234 p. (In Russian.)
10. *Sel'skaya ekonomika: uchebnyk dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po ekonomicheskim spetsial'nostyam* [Rural economy: a textbook for students of higher educational institutions studying in economic specialties] / S. V. Kiselev, et al. ; under the editorship of S. V. Kiselev. Moscow: Prospekt, 2016. 570 p. (In Russian.)
11. Sil'vanovich V. I. *Sel'skokhozyaystvennoe proizvodstvo: bazisnye faktory, osnovnye rezul'taty i usloviya innovatsionnogo razvitiya: monografiya* [Agricultural production: basic factors, main results and conditions of innovative development: monograph]. Moscow : GGTU, 2017. 210 p. (In Russian.)
12. Tobolich Z. A. *Ekonomika predpriyatiy agropromyshlennogo kompleksa* [Economy of enterprises of the agro-industrial complex]. Moscow: Prospekt, 2016. 119 p. (In Russian.)
13. Dzhabiev R. M. *Formirovanie i razvitie rynochnoy infrastruktury v Azerbaydzhanе* [Formation and development of market infrastructure in Azerbaijan]. Baku, 2016. 234 p. (In Russian.)
14. Alieva M. *Problemy razvitiya proizvodstvennoy infrastruktury v Azerbaydzhanе* [Problems of development of industrial infrastructure in Azerbaijan]. Baku: Nauka, 2018. 364 p. (In Russian.)
15. Official website of the State Statistics Committee of the Republic of Azerbaijan [e-resource]. URL: <http://www.stat.gov.az> (appeal date: 23.06.2020). (In Azerbaijani.)
16. Asher S., Novosad P. Rural Roads and Local Economic Development // *American economic review*. Vol. 110. No. 3. Pp. 797–823.
17. Dhahri S., Omri, A. Does foreign capital really matter for the host country agricultural production? Evidence from developing countries // *Review of world economics*. 2020. Vol. 156. No. 1. Pp. 153–181.
18. Mason-D'Croz D., Sulser Timothy B., Wiebe Keith et al. Agricultural investments and hunger in Africa modeling potential contributions to SDG2-Zero Hunger // *World development*. 2019. Vol. 116. Pp. 38–53.

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

Ramzi E. Abdullaev<sup>1</sup>, leading researcher, doctor of philosophy in economics, associate professor, leading researcher, ORCID 0000-0003-2025-1571; [remziabdullayev1@gmail.com](mailto:remziabdullayev1@gmail.com)

<sup>1</sup> Institute of Economics, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan Republic

## Социально-экономические условия развития человеческого капитала сельских территорий

С. Г. Головина<sup>1</sup>✉, И. Н. Миколайчик<sup>2</sup>, Л. Н. Смирнова<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Курган, Россия

✉ E-mail: kkrav84@mail.ru

**Аннотация.** Аграрные регионы Российской Федерации, стратегическим сектором экономики которых является сельское хозяйство, обладают значительными возможностями для экономического роста и развития, отличаются высокой значимостью для обеспечения продовольственной безопасности страны, существенно зависят от состояния человеческого капитала их сельских территорий. В связи этим **целью** данного исследования является анализ социально-экономических условий формирования и развития человеческого капитала сельских территорий Курганской области (как традиционного аграрного региона Уральского федерального округа и одного из десяти депрессивных регионов Российской Федерации, идентифицированных таковыми Правительством РФ). **Результаты.** В статье представлены результаты оценки уровня развития аграрной отрасли экономики и состояния социальной инфраструктуры области как важнейших условий формирования человеческого капитала, аккумулируемого в границах ее территории. На основании теоретических обобщений, скрупулезного анализа статистических данных и результатов проведенных опросов предложена обобщенная информация, свидетельствующая о том, что: 1) экономические условия развития сельских территорий благоприятствуют формированию и развитию человеческого капитала требуемого качества в силу сложившихся положительных трендов в области специализации производства, его технического оснащения, технологических инноваций, стимулирующей государственной политики; 2) на селе наблюдается низкий уровень развития социальной инфраструктуры, обуславливающий, в свою очередь, малопривлекательность сельских территорий для высокопрофессиональных, образованных, креативных специалистов, являющихся основой человеческого капитала в любой сфере деятельности. **Научная новизна.** Полученные в ходе данной исследовательской работы результаты имеют теоретическую новизну и практическую ценность, включая: 1) обоснование важности формирования достойной социально-экономической среды для развития удаленных территорий; 2) выводы, подтверждающие необходимость обеспечения особых условий для привлечения в сельскую местность уникальных специалистов; 3) аргументацию необходимости стимулирования процессов конвергенции в уровнях социально-экономического развития всех сельских территорий.

**Ключевые слова:** сельские территории, человеческий капитал, аграрное производство, социальная инфраструктура, жилищные условия, здравоохранение, транспорт, государственная политика.

**Для цитирования:** Головина С. Г., Миколайчик И. Н., Смирнова Л. Н. Социально-экономические условия развития человеческого капитала сельских территорий // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 65–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-65-79.

**Дата поступления статьи:** 07.07.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

В то время как развитие стран, регионов, областей спрavedливо связывают с производственным потенциалом, инвестиционной привлекательностью, возможностями использования новых технологий, значительное влияние на темпы и устойчивость развития перечисленных субъектов оказывают размер, структура и качество человеческого капитала, сосредоточенного в пределах тех или иных локаций [1]. На формирование и развитие данного феномена (человеческий капитал) в границах сельских территорий существенное значение оказывают социально-экономические условия, мониторинг и анализ которых применительно к Курганской области является целью данного исследования. При этом актуальность проводимых исследований подтверждается тем, что улучшение качественных характеристик трудовых ресурсов в сельской местности,

повышение уровня и качества жизни на селе, более полное использование имеющегося потенциала человеческого капитала идентифицированы Правительством Курганской области в качестве важного условия роста конкурентоспособности аграрного сектора экономики и успешного развития региона в целом [2].

Значимость заявленных в работе исследований аргументируется и тем, что в последнее время сельские территории, следуя за технологическими инновациями во всех сферах осуществляемой в границах их пространства деятельности, выполняя важную роль в обеспечении продовольственной и экологической безопасности страны, сталкиваются с серьезными трудностями, возникающими ввиду новых вызовов среды (экономических, социальных, экологических) [3, с. 869]. Ситуация такова, что многие современные проблемы сельских жителей обусловлены

особенностями их проживания, спецификой размещения производства, его технологической уникальностью, низким качеством и дефицитом человеческого капитала, а следовательно, трудно решаемы. Так, ограниченность человеческого капитала вообще и востребованного качества в частности усугубляется продолжающейся миграцией населения из сел в города (из аграрных регионов в индустриальные), ухудшением благосостояния сельского населения, другими негативными социальными и экологическими изменениями [4, с. 913]. Немаловажное значение для совокупных параметров человеческого капитала имеет уровень получаемых работниками денежных средств, а относительно сельского пространства именно то обстоятельство, что доходы селян значительно ниже доходов тех, кто занят в промышленном производстве (других отраслях экономики). Более того, определенные проблемы в аккумуляции человеческого капитала сельских территорий связаны, во-первых, с их удаленностью от урбанизированных центров (районных поселков, городов), а во-вторых, с неразвитой инфраструктурой и ограниченной сферой услуг. При всей значимости отмеченных выше сложностей подчеркнем, что самой важной детерминантой человеческого капитала сельских территорий является все же состояние сельскохозяйственного производства, стагнация и нестабильность которого (одновременно со слабым развитием несельскохозяйственных видов деятельности) определяют ситуацию на рынке труда, которая в настоящее время складывается следующим образом:

- 1) среди селян растет безработица;
- 2) сельские жители значительно уступают городским по уровню образования;
- 3) сельские территории испытывают дефицит человеческого капитала относительно таких его характеристик, как профессионализм, предприимчивость, инициативность, креативность [5, с. 294–296].

Вместе с тем, как показывают исследования, устойчивое и динамичное развитие сельских территорий становится объектом федеральной государственной политики лишь в последние годы, в то время как практикуемые ранее стратегии чаще всего фокусируются на сугубо производственных аспектах (вопросах интенсификации аграрного производства, прежде всего) и, наоборот, усугубляют как экологический, так и социальный дисбаланс в обществе. Что касается региональной политики, то государственные программы этого уровня, также сосредоточенные в большей мере на производстве, не могут должным образом обеспечивать функционирование механизмов, ведущих к позитивным изменениям условий сельской жизни, и благоприятствовать сохранению окружающей среды, в результате качество жизни сельских сообществ в ходе их адаптации к новым рыночным условиям с каждым годом ухудшается. Однако сегодня для политиков, практиков, ученых очевиден факт, что сельские территории требуют особого отношения со стороны государства (особой политики поддержки их развития) по причине того, что, с одной стороны, находятся в сложных территориальных и производственных обстоятельствах (удалены от городских центров, имеют менее развитую социальную инфраструктуру, располагают меньшим спектром рабочих мест), а с дру-

гой – обладают значимым экономическим потенциалом с позиции создания достойных условий жизнедеятельности сельского населения, гармоничного пространственного развития страны, выполнения особых общественно значимых задач (организация рекреации, развитие отечественного туризма, производство экологически чистой продукции и т. д.) [6, с. 111–113]. Кроме того, сельские территории отличаются существенной дивергенцией в уровне развития не только относительно городских, но и между собой, что мультипликативно (и итеративно) коррелирует с количеством, качеством и структурой человеческого капитала (различия в атрибутах человеческого капитала являются, по сути, внешними эффектами неоднородности территориальных социально-экономических условий и наоборот) [7, с. 26–29].

Учитывая, что человеческий капитал (в определенной мере формализованный в человеческих ресурсах) действительно способен создавать значимые конкурентные преимущества территориям (регионам, странам) [8, с. 164–165], акцент в исследовании приходится не только на отдельные демографические индикаторы, описывающие текущее состояние человеческого капитала Курганской области, но и, в первую очередь, на оценку социально-экономических условий, существенно влияющих на его качество. Основная идея заключается в том, что необходимыми условиями повышения уровня жизни, улучшения состояния здоровья, развития профессионального и когнитивно-креативного потенциала населения являются:

- 1) устойчивая динамика ведущей для сельских территорий отрасли экономики (сельскохозяйственного производства);
- 2) приемлемое состояние социальной инфраструктуры региона (жилищных условий, учреждений здравоохранения, институтов культуры, спорта и отдыха, транспортной сети) [9, с. 1193–1195].

В итоге улучшение показателей человеческого капитала сельских территорий способно (опять же через успешное развитие отрасли и благоприятные социальные условия жизнедеятельности) сократить миграцию населения в города и пригородные поселки (ослабив в определенной мере негативные последствия демографического кризиса на селе) и мотивировать сельских жителей к повышению образовательного уровня, приобретению современных профессиональных навыков, генерируя еще более высокое (соответствующее современным требованиям) качество человеческого капитала [10, с. 1647].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Определяя объект и предмет исследования, прежде всего отметим, что в настоящее время территория идентифицируется в качестве сельской, если обладает хотя бы одной из следующих особенностей, а именно относится к местности, где:

- 1) проживает занятое в сельскохозяйственном производстве население;
- 2) аграрное производство является основной отраслью экономики, но для расширения спектра занятости и повышения доходов жители развивают различные виды несельскохозяйственной деятельности (такие как занятие народными промыслами, заготовка лекарственных трав, туризм и другие);

3) проживает население, вовлеченное в различные виды активности в ближайших городских и пригородных зонах;

4) расположено производство, технологически связанное с сельским хозяйством (к примеру, переработка сельскохозяйственного сырья, добыча ресурсов и т. д.), и здесь же проживают занятые в этом трудовом процессе [11, с. 484–486].

Таким образом, если первоначально сельские территории ассоциировались сугубо с определенной локацией ведения аграрной деятельности (размещения сельскохозяйственных организаций различных форм) и местом проживания селян, то в настоящее время (из-за многофункциональности сельскохозяйственной отрасли экономики и сельских территорий, изменений принципов расселения, появления сельских поселков нового типа) подходы к классификации территорий существенно меняются.

Вместе с тем в категоризации территорий чаще всего используется методология Организации экономической кооперации и развития (OECD), согласно которой за основу берется плотность населения [12]. Так, административную единицу (территорию) относят к сельской, если плотность населения составляет менее 150 жителей на 1 км<sup>2</sup>. В целом же детальная дифференциация территорий (по их дистанцированию от сугубо сельских) такова, что регион (район, область и т. д.) входит в разряд:

- 1) преимущественно сельского, если в сельской местности проживает не менее 50 % населения;
- 2) умеренно сельского, если население сельской местности составляет от 15 % до 50 %;
- 3) преимущественно городского, если в сельской местности проживает менее 15 % населения региона.

В практике используются и другие подходы к спецификации видов территорий (включая подходы международного уровня), однако наиболее приемлемым для исследований считается OECD-подход.

Обращаясь непосредственно к предмету исследования (человеческому капиталу сельских территорий), подчеркнем, что феномен «человеческий капитал» (как важный элемент ресурсного потенциала фирм, отраслей, территорий) уже на протяжении многих десятилетий находится в центре внимания представителей не только экономической теории, но и других социальных наук [13]. Что касается теории человеческого капитала, то ее появление во второй половине XX века как самостоятельного раздела экономического анализа связано с именами известных в мировой науке ученых (Т. Шульц, Г. Беккер, Дж. Минцер, Л. Туроу), ведущие достижения которых активно используются современными исследователями в изучении вопросов влияния человеческого фактора на региональное развитие.

В одной из своих классических работ по человеческому капиталу, а точнее в научной статье «Инвестиции в человеческий капитал» (Investments in Human Capital, 1961) Т. Шульц идентифицирует человеческий капитал в качестве отдельного фактора производства (такого же, как физический капитал или труд), интерпретируя данный вид ресурса действительно как капитал, придавая тем самым данному феномену высокую общественную значимость.

Отсюда для данного исследования актуально и утверждение Т. Шульца о том, что значительная доля экономического роста обусловлена внешними эффектами (экстерналиями), порождаемыми как первоначальным запасом человеческого капитала, так и его мультипликативным накоплением. Вследствие этого демографические характеристики сельских территорий (численность населения, его структура, векторы демографических изменений и т. д.) являются базой эмпирических исследований человеческого капитала, а социально-экономические условия его формирования и развития – важными объектами скрупулезного изучения.

В ходе определения круга элементов, составляющих социально-экономическую основу развития человеческого капитала сельских территорий, обратимся к работам У. Слокума, который в процессе изучения «сельской» Америки, отмечая высокую важность данного актива в современном развитии, предлагает принять за основу функционирования сельских территорий несколько важных постулатов, в числе которых:

- 1) создание жизнеспособной экономической базы;
- 2) формирование институтов, необходимых для предоставления адекватных общественных услуг;
- 3) обеспечение благоприятных условий для личностного роста [14].

При этом представители современной экономической науки рекомендуют в развитии сельских территорий опираться именно на человеческий капитал (а не только на такие факторы производства, как земля и физические активы), подчеркивая наряду с этим, что данный ресурс значительно различается в профессиональном, образовательном и культурном аспектах (как в сравнении с человеческим капиталом городских районов, так и в разрезе сельских территорий между собой). Причем, если говорить о перспективах развития в будущем, то сельские многофункциональные территории и для формирования человеческого капитала уникального качества, и (в дополнение к тому) для создания общества нового типа обладают множеством преимуществ, таких как:

- 1) экономические (располагают уникальными земельными ресурсами, используемыми для производства сельскохозяйственного сырья и продуктов питания, что всегда востребовано и особенно важно в эпоху здорового образа жизни);
- 2) социальные (жизнедеятельность выстроена на особом менталитете сельских сообществ, тесных социальных сетях);
- 3) экологические (имеется возможность поддерживать и улучшать качество жизни, сохраняя экологическое состояние территории проживания);
- 4) культурные (культурное наследие сельской местности имеет не только локальное, но и национальное (и, по сути, мировое) значение [15, с. 3829–3831].

Принимая в расчет, что современная теория человеческого капитала (как междисциплинарное направление в экономической науке), во-первых, позиционирует человеческий капитал не только в качестве индивидуального, но и в качестве социального феномена (ассоциируя его с особым общественным благом), во-вторых, учитывает такие

важные его характеристики, как релятивность (сетевой характер) и кумулятивность (возможность накопления в территориальных границах), в-третьих, идентифицирует человеческий капитал сельских территорий как сложную адаптивную систему (пространственно локализованную, связанную с другими системами, эволюционирующую под влиянием факторов микро-, мезо-, макроуровней), представленное в статье исследование базируется на методологии именно этой теории, адаптированной к изучению социально-экономических условий аграрного региона. Кроме того, так как человеческий капитал сельской территории обладает определенными особенностями, формируемыми благодаря взаимодействию и взаимовлиянию различных (уникальных, присущих сельской местности) элементов региональной системы (экономических, социальных, инфраструктурных и т. д.), при оценке условий его развития используются имеющиеся теоретические и прикладные достижения мировой науки в области дифференциации развития и роста сложных объектов. Эмпирическая часть исследования относительно уровня развития аграрной отрасли экономики и состояния социальной инфраструктуры Курганской области реализована путем расчета и обобщения общепринятых методик оценки социально-экономического контекста формирования человеческого капитала в границах сельских территорий.

Характеризуясь как депрессивный субъект Российской Федерации, Курганская область не отличается, как показывает анализ, и высоким качеством человеческого капитала сельских территорий, а следовательно, требуется тщательное исследование условий его формирования и совершенствования, что особенно важно и актуально, так как регион обладает значительным потенциалом к динамичному экономическому и гармоничному пространственному развитию. Во-первых, область (территория которой составляет 71,5 тыс. км<sup>2</sup>) занимает выгодное положение в экономико-географическом пространстве, так как граничит на юге и юго-востоке с Казахстаном, на западе и юго-западе – с Челябинской областью, на севере и северо-западе – со Свердловской областью, на востоке и северо-востоке – с Тюменской областью (через Курганскую область проходит «транспортный коридор» между Европой и Азией, есть прямое направление через Казахстан на Китай). Во-вторых, Курганская область, созданная 77 лет назад как территориальный субъект, ориентированный главным образом на производство сельскохозяйственной продукции и ее переработку, является сегодня регионом аграрно-индустриальным, отличаясь при этом:

- 1) обширным земельным фондом (7148,8 тыс. га);
- 2) масштабными площадями сельскохозяйственных угодий (4458,1 тыс. га);
- 3) высоким удельным весом сельского населения (почти 40 % от его общей численности),

что в совокупности с другими социально-экономическими и культурными условиями благоприятствует, как показывают материалы исследования, ведению сельскохозяйственного производства. В-третьих, для успешного функционирования агропромышленного комплекса в регионе создана и продолжает развиваться рыночная и образовательная инфраструктура. В результате благодаря всем

этим обстоятельствам вклад сельского хозяйства и перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию отраслей в валовой региональный продукт составляет 11 % [16]. И тем не менее ситуация складывается таким образом, что Курганская область (наряду с другими стагнационными регионами РФ, а именно Псковской областью, Республикой Алтай и Алтайским краем, Тывой, Марий Эл, Чувашией, Адыгеей, Карелией, Калмыкией) нуждается в особой поддержке государства. Выделяя основные причины сложившегося социально-экономического положения исследуемого субъекта (Курганской области), обратим внимание на ограниченность в ключевой для региона отрасли экономики (в сельском хозяйстве) и в границах сельских территорий не только физического капитала (устаревшая техника, отсталые технологии, старые здания, изношенные сооружения), но и человеческого капитала (отсутствие достаточного его количества с адекватными состоянию среды качественными характеристиками).

### Результаты (Results)

Если раскрывать сугубо количественные индикаторы человеческого капитала (точнее – показатели имеющихся в регионе человеческих ресурсов), то следует исходить, прежде всего, из общей численности постоянно проживающего на территории Курганской области населения и его структуры (таблица 1). Так, на конец 2018 г. общая его численность составляет 834,7 тыс. чел. (относительно 2000 г. сокращение на 20,3 %), при этом доля сельского населения в структуре общей численности – 37,9 % (с 2000 г. сокращение на 30,8 %). Наиболее негативные демографические процессы отмечаются среди сельского населения, причем в большей мере они касаются жителей трудоспособного возраста (относительно 2000 г. сокращение на 41 %).

Что касается демографии, то неблагоприятными для состояния человеческого капитала Курганской области являются и другие ее показатели:

- 1) высокий коэффициент смертности относительно других отечественных регионов (в целом по области – 15–16 %, на селе – 16–18 %);
- 2) превышение смертности населения над рождаемостью (естественная убыль за 2018 г. – 5,2 %);
- 3) высокие темпы миграционной убыли населения (в последние годы как из сел, так и из городов);
- 4) доминирующая роль миграции в сокращении численности населения.

Аналогичная ситуация характерна для регионов Российской Федерации, идентифицируемых по основным социально-экономическим показателям в качестве аграрных и, более того, включенных Правительством РФ в перечень депрессивных, требующих особой государственной поддержки.

В качестве основных причин сложившегося положения в обозначенных регионах (в том числе в Курганской области) следует особо выделить (на основании проведенных исследований), во-первых, состояние аграрной отрасли экономики, во-вторых, социальные условия, сложившиеся в границах сельских территорий депрессивных областей. Характеризуя же динамику развития аграрного производства Курганской области (как отраслевую базу формирования человеческого капитала), подчеркнем, что

ведущей отраслью сельского хозяйства является зерновое производство (свыше 40 % в структуре товарной продукции), и несмотря на то что под воздействием различных макроэкономических и климатических условий отрасль в различные периоды развивается по-разному, регион в настоящее время производит (в расчете на одного жителя) почти в 2 раза больше зерна, чем в целом по Российской Федерации (в самые благоприятные периоды, как в 1970-е годы, например, 3 млн т. зерна в год). Так как объемы производимого в области зерна превышают внутренние потребности, значительная его часть ежегодно вывозится за пределы Курганской области. Государственная политика стимулирования экспорта сельскохозяйственной продукции (наблюдаемая в последние годы) способствует развитию экспортных поставок, прежде всего кормового зерна, однако следует особо подчеркнуть, что чрезмерное увлечение экспортом способно нанести существенный ущерб развитию собственного производства. Целесообразно обратить внимание еще на один факт: в частности, реализация зерна на внешнем рынке и сокращение при этом его предложения на внутреннем рынке становится существенной проблемой для производителей мяса, в себестоимости которого на долю зерна приходится значимый процент (в себестоимости свинины – 70–75 %, птицы – до 80 %). Перспективы развития отрасли, связанные с расширением посевных площадей, внедрением новых технологий хранения и глубокой переработки зерна, расширением внутреннего и внешнего рынков зерна, развитием животноводства, во-первых, определяют потребность в человеческом капитале, отличающимся специальным образованием, уникальными профессиональными знаниями, необходимыми физическими навыками и т. д.), во-вторых, находятся в существенной зависимости от него.

Немаловажной отраслью сельскохозяйственного производства для Курганской области является молочное животноводство, характеризующееся из-за высокой трудоемкости и уникальности технологических процессов специфическими особенностями формируемого там человеческого капитала. По сути, эта отрасль на протяжении всего года обеспечивает в сельской местности в 50 раз больше (по сравнению с зерновым производством) рабочих мест, сохраняя при этом как сложившиеся традиции ведения производства, так и сельский уклад жизни. В силу того, что люди живут только там, где есть работа, закрытие молочных ферм приводит, как показывает ретроспективный анализ, к опустошению деревень, ухудшению демографической ситуации. При этом факты демонстрируют, что, несмотря на широкую вовлеченность в молочное производство широкого круга хозяйственных единиц (к примеру, личных подсобных хозяйств, крестьянских (фермерских) хозяйств, сельхозорганизаций, которые являются производителями и поставщиками сырого молока), в Курганской области производство молока все еще не достигло 2005 г., хотя непосредственно в этом году наблюдается перелом от тенденции к сокращению производства молока к тенденции роста (по сравнению с предыдущими годами в период реформ). Что касается такой отрасли, как мясное животноводство, то в Курганской области (как и во всех областях Уральского федерального округа, да и в Российской Федерации в целом) поголовье крупного рогатого скота до сих пор продолжает сокращаться при одновременном увеличении поголовья свиней, а относительно результатов функционирования данного сектора экономики можно заключить, что благодаря различным техническим и технологическим инновациям (механизация и автоматизация производственных процессов, селекционно-племенная

Таблица 1  
Показатели численности населения Курганской области

| Показатель                                                              | 2000 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2018 г. к 2000 г., % |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|
| Численность населения на конец года, тыс. человек                       | 1047    | 869,8   | 861,9   | 854,1   | 845,5   | 834,7   | 79,7                 |
| в том числе сельское население                                          | 457     | 334,5   | 329,3   | 326,4   | 322,7   | 316,2   | 69,2                 |
| Удельный вес сельского населения в общей численности населения, %       | 43,6    | 38,5    | 38,2    | 38,2    | 38,2    | 37,9    | –5,7                 |
| Численность населения трудоспособного возраста на конец года, тыс. чел. | 621,9   | 471,8   | 458,0   | 446,4   | 435,0   | 424,1   | 68,2                 |
| в т. ч. сельское население                                              | 257,7   | н/д     | н/д     | н/д     | н/д     | 152,1   | 59,0                 |

Источники: 1. Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с. 2. Демографический ежегодник России. Статистический сборник. М.: Росстат, 2019. 252 с.

Table 1  
Population indicators of the Kurgan region

| Indicator                                                                | 2000  | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018  | 2018 to 2000, % |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|-----------------|
| Population at the end of the year, thousand people                       | 1047  | 869.8   | 861.9   | 854.1   | 845.5   | 834.7 | 79.7            |
| among them the rural population                                          | 457   | 334.5   | 329.3   | 326.4   | 322.7   | 316.2 | 69.2            |
| Proportion of rural population in the total population, %                | 43,6  | 38.5    | 38.2    | 38.2    | 38.2    | 37.9  | –5,7            |
| Number of working-age population at the end of the year, thousand people | 621,9 | 471.8   | 458.0   | 446.4   | 435.0   | 424.1 | 68.2            |
| among them the rural population                                          | 257,7 | No data | No data | No data | No data | 152.1 | 59.0            |

Sources: 1. Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p. 2 Demographic Yearbook of Russia. Statistical collection. M.: Rosstat, 2019. 252 p.

работа и др.) положительная динамика подотрасли все же возможна, но требует (как и развитие отрасли вообще) новых подходов, а значит, соответствующих новым критериям менеджеров, специалистов и рабочих кадров [17].

Относительно экономических условий формирования человеческого капитала в исследуемом субъекте добавим, что, помимо ключевых отраслей сельскохозяйственного производства (зерновое, молочное, мясное), большое значение в продовольственном обеспечении жителей Курганской области имеют и другие аграрные отрасли, такие как производство картофеля и овощей. Причем, как показывают результаты эмпирических исследований, изменения, происходящие во всех направлениях аграрной деятельности, сопровождаются существенными нововведениями как в производстве (технологиях, менеджменте, внутрифирменной организации), так и в организации трансакций, совершаемых и с готовой продукцией, и с ресурсами. Как следствие, инновации в аграрной экономике региона не могут ограничиваться лишь внедрением современной техники и технологий, а должны выходить на новый уровень развития человеческого капитала, причем (исходя из результатов анализа состояния сельского хозяйства, а именно положительной динамики производства зерна, молока, мяса, картофеля, овощей) существует множество возможностей для развития человеческого капитала и в границах сельских территорий области, и в масштабах развивающихся там отраслей, и в рамках функционирующих в регионе компаний.

Так как величина сосредоточенного на той или иной сельской территории человеческого капитала во многом детерминирована социальными условиями, существенное влияние на его характеристики оказывает качество сельской социальной инфраструктуры, определяющей уровень жизни на селе, формирующей потребность и стремление (или, наоборот, нежелание) проживать и трудиться в сельской местности. Необходимой предпосылкой закрепления

населения в конкретном регионе является, безусловно, его обеспеченность жильем. Состояние данного социального фактора (жилищно-коммунальной сферы) в сельской части Курганской области, как правило, не соответствует современным требованиям. Так, если в целом по области за последние 18 лет общий жилищный фонд увеличивается на 7,5 %, то в сельской местности сокращается на 6,7 % (таблица 2). Однако ввиду уменьшения численности сельского населения (ежегодное сокращение населения области в среднем на 2 %, а в сельской местности – на 7,5 %) обеспеченность жильем в расчете на одного жителя до 2017 г. возрастает и (несколько сократившись в 2018 г.) составляет 24,1 м<sup>2</sup> (на уровне 2010 г.), что выше общеобластного уровня на 0,6 м<sup>2</sup>.

С целью улучшения жилищных условий реализуются специальные государственные программы, но вследствие низкой заработной платы и низких доходов сельское население Курганской области не может ими воспользоваться. К примеру, Государственная программа «Развитие ипотечного жилищного кредитования в Курганской области» (постановление Правительства Курганской области от 26.09.2016 г. № 315) предусматривает для некоторых (льготных) категорий граждан (в том числе проживающих в сельских поселениях) субсидии для приобретения и строительства индивидуального жилья с возмещением затрат на первоначальный взнос. Однако, как показывает статистика, данной льготой в первые два года действия программы (2017–2018 годы) никто не воспользовался, а в 2019 г. (во второй его половине) поступило лишь 8 заявок [2].

В довершение следует констатировать, что для сельских жителей Курганской области актуальна проблема не только обеспеченности и доступности жилья, но и его неудовлетворительного качества по сравнению с городским и относительно существующих современных стандартов:

Таблица 2  
Обеспеченность населения Курганской области жильём

| Показатель                                                                                        | 2000 г.  | 2010 г.  | 2014 г.  | 2015 г.  | 2016 г.  | 2017 г.  | 2018 г.  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Жилищный фонд всего, тыс. м <sup>2</sup>                                                          | 19 036,3 | 20 458,8 | 20 697,7 | 20 959,0 | 21 149,4 | 21 337,7 | 20 458,8 |
| в т. ч. сельский жилищный фонд                                                                    | 8 621,6  | 8 047,2  | 8 111,1  | 8 175,2  | 8 218,5  | 8 263,5  | 8 047,2  |
| Жилищный фонд, находящийся в собственности граждан, тыс. м <sup>2</sup>                           | 12 637,1 | 18 696,8 | 19 055,5 | 19 349,1 | 19 582,1 | 19 769,8 | 18 696,8 |
| в т. ч. сельских граждан                                                                          | 6 331,2  | 7 349,5  | 7 470,2  | 7 576,9  | 7 634,7  | 7 690,9  | 7 349,5  |
| Общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на 1 жителя (на конец года), м <sup>2</sup> | 18,3     | 23,5     | 24,0     | 24,5     | 25,0     | 25,6     | 23,5     |
| в т. ч. в сельской местности                                                                      | 19,1     | 24,1     | 24,6     | 25,0     | 25,5     | 26,1     | 24,1     |

Источник: Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.

Table 2  
Provision of housing for the population of the Kurgan region

| Indicator                                                                                             | 2000     | 2010     | 2014     | 2015     | 2016     | 2017     | 2018     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Housing stock total, thousand m <sup>2</sup>                                                          | 19 036.3 | 20 458.8 | 20 697.7 | 20 959.0 | 21 149.4 | 21 337.7 | 20 458.8 |
| among them rural housing stock                                                                        | 8 621.6  | 8 047.2  | 8 111.1  | 8 175.2  | 8 218.5  | 8 263.5  | 8 047.2  |
| Housing stock owned by citizens, thousand m <sup>2</sup>                                              | 12 637.1 | 18 696.8 | 19 055.5 | 19 349.1 | 19 582.1 | 19 769.8 | 18 696.8 |
| among them by rural citizens                                                                          | 6 331.2  | 7 349.5  | 7 470.2  | 7 576.9  | 7 634.7  | 7 690.9  | 7 349.5  |
| Total area of residential premises per 1 resident on average (at the end of the year), m <sup>2</sup> | 18.3     | 23.5     | 24.0     | 24.5     | 25.0     | 25.6     | 23.5     |
| among them in rural areas                                                                             | 19.1     | 24.1     | 24.6     | 25.0     | 25.5     | 26.1     | 24.1     |

Source: Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p.

Таблица 3

## Благоустройство жилищного фонда Курганской области

| Показатель                                                   | 2000 г. | 2010 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|--------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Удельный вес площади оборудованной водопроводом, %           | 46,7    | 53,1    | 56,4    | 57,3    | 58,5    | 59,3    | 60,0    |
| в т. ч. в сельской местности                                 | 17,4    | 22,1    | 27,1    | 28,5    | 30,0    | 30,8    | 32,0    |
| Удельный вес площади оборудованной канализацией, %           | 43,3    | 49,5    | 52,1    | 52,8    | 53,8    | 54,6    | 55,3    |
| в т. ч. в сельской местности                                 | 11,9    | 14,9    | 18,5    | 18,5    | 21,1    | 21,8    | 23,0    |
| Удельный вес площади оборудованной отоплением, %             | 49,4    | 57,1    | 60,6    | 52,7    | 64,3    | 64,9    | 65,6    |
| в т. ч. в сельской местности                                 | 15,5    | 20,9    | 27,5    | 31,2    | 34,3    | 35,1    | 36,2    |
| Удельный вес площади оборудованной горячим водоснабжением, % | 31,8    | 38,4    | 40,1    | 41,0    | 41,7    | 42,3    | 43,0    |
| в т. ч. в сельской местности                                 | 2,4     | 2,3     | 4,5     | 6,0     | 6,6     | 6,8     | 8,2     |
| Удельный вес площади оборудованной газом, %                  | 83,1    | 86,6    | 87,7    | 88,0    | 88,2    | 88,5    | 88,4    |
| в т. ч. в сельской местности                                 | 83,6    | 86,9    | 87,2    | 88,2    | 88,6    | 88,6    | 89,1    |

Источник: Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.

Table 3

## Livability of the housing stock of the Kurgan region

| Indicator                                           | 2000 | 2010 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|-----------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Share of the area equipped with water supply, %     | 46.7 | 53.1 | 56.4 | 57.3 | 58.5 | 59.3 | 60.0 |
| among them in rural areas                           | 17.4 | 22.1 | 27.1 | 28.5 | 30.0 | 30.8 | 32.0 |
| Share of the area equipped with sewerage, %         | 43.3 | 49.5 | 52.1 | 52.8 | 53.8 | 54.6 | 55.3 |
| among them in rural areas                           | 11.9 | 14.9 | 18.5 | 18.5 | 21.1 | 21.8 | 23.0 |
| Share of the area equipped with heating, %          | 49.4 | 57.1 | 60.6 | 52.7 | 64.3 | 64.9 | 65.6 |
| among them in rural areas                           | 15.5 | 20.9 | 27.5 | 31.2 | 34.3 | 35.1 | 36.2 |
| Share of the area equipped with hot water supply, % | 31.8 | 38.4 | 40.1 | 41.0 | 41.7 | 42.3 | 43.0 |
| among them in rural areas                           | 2.4  | 2.3  | 4.5  | 6.0  | 6.6  | 6.8  | 8.2  |
| Share of the area equipped with gas, %              | 83.1 | 86.6 | 87.7 | 88.0 | 88.2 | 88.5 | 88.4 |
| among them in rural areas                           | 83.6 | 86.9 | 87.2 | 88.2 | 88.6 | 88.6 | 89.1 |

Source: Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p.

1) в некоторых селах до сих пор не организовано водоснабжение;

2) низкой остается доля жилья с горячим водоснабжением (хотя современные технологии в какой-то мере решают эту проблему);

3) большая часть помещений (жилых и служебных) в сельских поселениях остается без канализации и централизованного отопления.

В результате сопоставимым для сельских и городских территорий является лишь такой показатель, как средний удельный вес площади, оборудованной газом (причем в большей мере не природным, а привозным) (таблица 3).

Определенные достижения в снабжении сельского населения газом достигнуты в ходе реализации отдельных государственных программ, таких как:

1) план газификации субъектов Российской Федерации через инвестиционную программу ПАО «Газпром»;

2) федеральная программа «Социальное развитие села до 2012 года» и другие.

Дальнейшее создание разветвленной системы газопроводов для снабжения сельских населенных пунктов газообразным топливом продолжается благодаря последующим государственным программам развития сельских территорий, в соответствии с которыми обеспечивается и федеральное, и областное финансирование данного вида работ. В настоящее время действует Региональная программа газификации Курганской области на 2018–2022 годы (Указ Губернатора Курганской области от 23.11.2017 г. № 279). Тем не менее, согласно статистическим данным, обеспе-

ченность природным газом в Курганской области составляет лишь 51 %, сельские же территории газифицированы всего на 31 % (сопоставимый общероссийский показатель составляет почти 60 %). В настоящее время в регионе полностью не газифицированы десять районов (все приграничные), что в совокупности с отсутствием рабочих мест, более тяжелыми условиями труда и его низкой оплатой, проблемами с дорогами и социальной инфраструктурой значительно усугубляет проблемы селян, увеличивая тем самым их переселение в более благополучные районы. С целью газификации оставшихся 10 районных центров Курганской области (до 2023 г.) приняты дополнительные совместные соглашения Правительства Курганской области, ПАО «Газпром» и Правительства РФ. Существенный вклад в данный процесс должна внести реализация и обозначенной выше программы «Комплексное развитие сельских территорий Курганской области». В целом же улучшение жилищных условий населения – залог привлечения в регион молодежи, ее закрепления на селе и в аграрной отрасли, мотивации к дальнейшим вложениям в личностное развитие [2].

Еще одним важным компонентом человеческого капитала (в связи с общепринятыми подходами к его содержанию) является детерминированное различными природными и инфраструктурными обстоятельствами здоровье людей, определяющее их способность к полноценному труду. В связи с этим для спецификации некоторых параметров человеческого капитала значимыми являются состояние, во-первых, здоровья проживающего в регионе населения, во-вторых,

соответствующей сферы услуг (медицины). В Курганской области отмечается довольно высокий уровень заболеваемости, в результате чего по этому показателю (статистические данные 2017 г.) регион занимает второе место в УрФО (после Челябинской области), превышая среднее значение по округу на 3,5 %, а по стране – на 9,6 %. К тому же сравнительно-сопоставительный анализ статистических данных за последние 10 лет позволяет заключить, что уровень заболеваемости населения в области не снижается, а даже, наоборот, увеличивается. Следует обратить внимание еще на один специфический показатель состояния здоровья населения, такой как «зарегистрировано больных с диагнозом, установленным впервые в жизни, на 1000 чел. населения», среднее значение которого по Курганской области (за период с 2000 г. по настоящее время) составляет более 900 человек [16]. Как результат, сложившаяся обстановка в сфере здоровья населения отражается на качестве труда (сотрудники не могут в полной мере реализовать заложенный в них потенциал) и на значительных издержках работодателя для поддержания приемлемого уровня физического состояния его сотрудников. Тем не менее уровень заболеваемости сельского населения все же несколько ниже городского, хотя в селах чаще (по сравнению с городом) регистрируются болезни органов дыхания (преимущественно туберкулез), кишечные инфекции, новообразования и некоторые другие заболевания. Сложившаяся ситуация еще более усугубляется ухудшающимся в последние годы качеством оказания медицинских услуг сельскому населению. Для жителей поселков, в первую очередь удаленных,

доступность ряда медицинских услуг в значительной мере снижается вследствие проводимой политики укрупнения врачебных учреждений, ликвидации зональных больниц и участковых ФАПов, их локализации в районных центрах (таблица 4).

Негативным фактом в системе здравоохранения региона, несомненно, является фиксируемый статистикой дефицит врачебных кадров (медицинских работников первичного звена, узких специалистов). К примеру, в Курганской области обеспеченность врачебными кадрами составляет (на 1.08.2019 г.) 24,2 на 10 тыс. человек населения (в 1,5 раза ниже показателя по Российской Федерации) [2]. В итоге, по данным международной аудиторско-консалтинговой сети FinExpertiza, Курганская область в 2019 г. вошла в десятку регионов с самой высокой смертностью населения трудоспособного возраста (6,2 человека на 1000 человек населения).

И все же имеющаяся в области инфраструктура здравоохранения, нацеленная на оказание первичной медико-санитарной помощи жителям сельской местности, включает широкую (хотя и не совсем достаточную для поддержания здоровья населения) сеть элементов:

- 1) 626 фельдшерско-акушерских пунктов;
- 2) 69 фельдшерских пунктов;
- 3) 22 врачебные амбулатории;
- 4) 2 участковые больницы;
- 5) 18 здравпунктов; 6) 3 отделения и 9 кабинетов врачей общей практики (непосредственно в составе 24 центральных районных больниц) [2].

Таблица 4

## Медицинские учреждения Курганской области, на конец года

| Годы | Число больничных организаций | Число больничных коек |                             | Число врачебных амбулаторно-поликлинических организаций | Мощность врачебных амбулаторно-поликлинических организаций, посещений в смену |                             | Число фельдшерско-акушерских и фельдшерских пунктов |
|------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
|      |                              | Всего, тыс.           | На 10 000 человек населения |                                                         | Всего, ед.                                                                    | На 10 000 человек населения |                                                     |
| 2000 | 75                           | 12,6                  | 120                         | 120                                                     | 20 857                                                                        | 199                         | 827                                                 |
| 2010 | 54                           | 8,9                   | 98                          | 116                                                     | 21 542                                                                        | 237                         | 751                                                 |
| 2014 | 54                           | 8,4                   | 96                          | 118                                                     | 21 422                                                                        | 246                         | 740                                                 |
| 2015 | 48                           | 8,1                   | 94                          | 125                                                     | 20 824                                                                        | 242                         | 738                                                 |
| 2016 | 48                           | 7,7                   | 90                          | 113                                                     | 21 436                                                                        | 251                         | 737                                                 |
| 2017 | 46                           | 7,4                   | 87                          | 113                                                     | 21 701                                                                        | 257                         | 729                                                 |
| 2018 | 45                           | 7,2                   | 87                          | 109                                                     | 21 759                                                                        | 261                         | 725                                                 |

Источник: Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.

Table 4

## Medical organizations of the Kurgan region, at the end of the year

| Years | Number of hospital organizations | Number of hospital beds |                       | Number of outpatient medical organizations | Capacity medical outpatient and polyclinic organisations, visits per shift |                       | The number of feldsher-midwife and feldsher points |
|-------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|
|       |                                  | Total, thousand         | Per 10 000 population |                                            | Total, units                                                               | Per 10 000 population |                                                    |
| 2000  | 75                               | 12.6                    | 120                   | 120                                        | 20 857                                                                     | 199                   | 827                                                |
| 2010  | 54                               | 8.9                     | 98                    | 116                                        | 21 542                                                                     | 237                   | 751                                                |
| 2014  | 54                               | 8.4                     | 96                    | 118                                        | 21 422                                                                     | 246                   | 740                                                |
| 2015  | 48                               | 8.1                     | 94                    | 125                                        | 20 824                                                                     | 242                   | 738                                                |
| 2016  | 48                               | 7.7                     | 90                    | 113                                        | 21 436                                                                     | 251                   | 737                                                |
| 2017  | 46                               | 7.4                     | 87                    | 113                                        | 21 701                                                                     | 257                   | 729                                                |
| 2018  | 45                               | 7.2                     | 87                    | 109                                        | 21 759                                                                     | 261                   | 725                                                |

Source: Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p.

Несмотря на проводимые оптимизационные мероприятия относительно оказания скорой медицинской помощи на селе, такие услуги все же предоставляются как городскому, так и сельскому населению, охватывая большую часть сельских территорий через различные институциональные структуры, в числе которых:

- 1) отделения скорой медицинской помощи центральных районных больниц;
- 2) кабинеты (или отделения) неотложной медицинской помощи и т. д.

Для сельских жителей удаленных и труднодоступных районов экстренные медицинские услуги оказывают выездные врачебные бригады областных специализированных медицинских организаций и центральных районных больниц (по Курганской области их 65), в том числе привлекается имеющаяся при медицинских учреждениях области авиация (всего функционирует 18 вертолетных площадок). И наконец, благодаря использованию современных информационных технологий (специального программного обеспечения, телемедицины) медицинские службы г. Кургана практикуют дистанционные консультации больных через системы видеоконференц-связи и другие коммуникационные каналы.

Резюмируя вышесказанное, подчеркнем, что негативные тенденции в здравоохранении Курганской области в настоящее время пока превалируют над достижениями, в результате чего низкий уровень доступности медицинской помощи для сельского населения и низкое ее качество особо отмечается Правительством РФ, а в специальной программе развития, разрабатываемой на 2020–2024 гг. для Курганской области (как одного из десяти депрессивных регионов России), обозначены особые задачи для этой сферы. Причем очевидно, что без должного медицинского обеспечения аккумулировать необходимое количество человеческого капитала (востребованного качества) в границах сельских территорий не представляется возможным.

В контексте анализа социальных условий функционирования человеческого капитала сельских территорий следует обратиться и к другим весомым обстоятельствам (системе социальных услуг), не менее важным для его формирования и развития. Практика показывает, что для комфортного проживания населения на определенной

территории требуется не только обеспеченность жильем, институтами образования, здравоохранения, но и доступность для жителей стандартного (для нашего времени) набора социально-культурных и оздоровительных услуг. В Курганской области качество услуг сферы культуры и спорта многих сельских муниципальных образований (учреждений культурно-досугового назначения, физкультурно-спортивных организаций) оценивается как не соответствующее нормативным показателям (таблица 5).

В 2018 году общее число библиотек в Курганской области составляет 377 единиц, сократившись (вследствие проведения оптимизации муниципальных образований) по сравнению с 2017 годом на 10 единиц, с 2000 годом – почти в два раза. За счет реализации оптимизационной политики в социальной сфере мероприятий сужается также сеть учреждений культурно-досугового типа (клубы, дома и дворцы культуры, дома молодежи, центры традиционной культуры, дома ремесел и фольклора, автоклубы, агитбригады, культурно-спортивные и социально-культурные комплексы и т. д.), достигая в итоге 664 единицы (сокращение за 2018 г. – на 10 учреждений, относительно 2000 г. – на 20 %). Причем, как следует из официальной информации, сокращение происходит в большей степени в сельской местности [17].

В целом уровень обеспеченности многими социально-культурными объектами все же удается сохранить. Более того, в последние годы Правительство Курганской области предпринимает множество мер для их дальнейшего развития. Вместе с тем, согласно действующим нормативам, обеспеченность клубами и учреждениями клубного типа в районах Курганской области (в том числе в городах Курган и Шадринск) составляет в основном 100 %, за исключением Кетовского района (67,4 %). Библиотеками же, наоборот, в достаточной мере не обеспечены многие районы, такие как Щучанский (79 %), Шадринский (64 %), Притобольный (85 %), Петуховский (76 %), Макушинский (94 %), Кетовский (66 %), Белозерский (95 %). Однако следует особо отметить, что в современных условиях в связи с повсеместным распространением информационных технологий можно (и нужно) совершенствовать как нормативы обеспеченности, так и методы работы объектов социальной инфраструктуры.

Таблица 5  
Основные показатели состояния культурной среды в Курганской области, на конец года

| Показатель                                                 | 2000 г. | 2010 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Число профессиональных театров                             | 3       | 4       | 4       | 3       | 3       | 3       | 3       |
| Число музеев (включая филиалы)                             | 9       | 23      | 23      | 23      | 24      | 24      | 24      |
| Число организаций культурно-досугового типа                | 818     | 748     | 711     | 707     | 690     | 674     | 664     |
| Число общедоступных библиотек (включая библиотеки-филиалы) | 658     | 621     | 603     | 337     | 370     | 387     | 377     |

Источник: Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.

Table 5  
Key indicators of the cultural environment state in the Kurgan region, at the end of the year

| Indicator                                               | 2000 | 2010 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Number of professional theaters                         | 3    | 4    | 4    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Number of museums (including branches)                  | 9    | 23   | 23   | 23   | 24   | 24   | 24   |
| Number of cultural and leisure organizations            | 818  | 748  | 711  | 707  | 690  | 674  | 664  |
| Number of public libraries (including branch libraries) | 658  | 621  | 603  | 337  | 370  | 387  | 377  |

Source: Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p.

Что касается не количества, а состояния инфраструктурных объектов, то во многих районах Курганской области проблемы данного плана с каждым годом обостряются. Прежде всего, увеличивается число учреждений культуры, здания которых требуют капитального ремонта, а некоторые вообще находятся в аварийном состоянии (к примеру, в таких районах, как Альменевский, Варгашинский, Катайский, Макушинский). Здания муниципальных учреждений социально-культурного назначения в других районах (в частности Частоозерском, Шадринском, Юргамышском) находятся в лучшем состоянии, чему способствует систематическая реализация мероприятий по укреплению и развитию материально-технической базы данных объектов, хотя и здесь недостаточное финансирование отражается на их состоянии и материально-техническом оснащении. Кроме того, данная сфера услуг испытывает потребность в специалистах особой квалификации, удовлетворять которую становится все сложнее, что связано:

1) с уходом имеющихся кадров на пенсию;

2) миграцией молодежи (в том числе имеющих специальное образование) в города и вообще в другие регионы.

Таким образом, имеет место противоречие, связанное с формированием и развитием человеческого капитала уникального качества, означающее, что, с одной стороны, социально-культурная деятельность невозможна без специалистов соответствующей подготовки, с другой же стороны, таких специалистов невозможно удержать в границах села без создания для них достойных условий проживания и занятости. Кроме всего прочего, неудовлетворительное состояние социально-культурной среды является непривлекательной составляющей качества жизни сельской молодежи, сказываясь на выборе места жительства.

Еще одним значимым условием формирования человеческого капитала (с точки зрения физического и ментального здоровья его носителей) считается вовлеченность населения в занятия физкультурой и спортом. Согласно данным региональной статистики, на начало 2019 года

физической культурой и спортом в Курганской области охвачено 40,4 % населения. Причем можно выделить районы, где данный показатель выше среднеобластного уровня (к примеру, г. Курган – 42,4 %, Кетовский, Шатровский, Мишкинский, Частоозерский, Катайский, Лебяжьевский, Долматовский районы – от 40,6 % до 55,6 %). Результаты по данному показателю ниже среднего по области уровня зафиксированы в 17 муниципальных районах Курганской области (из 24), однако особо отметим, что число спортивных сооружений некоторых типов все же стабильно растет (таблица 6).

И последнее. К существенным обстоятельствам, определяющим как комфортность проживания в регионе, так и высокую мобильность в плане участия во всех видах деятельности (производственной, социальной, культурной), относится состояние дорог и обеспеченность транспортом. По словам Президента Российской Федерации В. В. Путина, ключевой проблемой сельской местности остается бездорожье, а отсутствие дорог или их плохое качество тормозит развитие любой инициативы на селе (в области производства, образования, здравоохранения, досуга). Состояние этого элемента инфраструктуры не соответствует нормативам во многих отечественных регионах, включая и Курганскую область, большую часть населения которой (20,9 %), по данным официальных опросов, не удовлетворяет качество автомобильных дорог. Протяженность автомобильных дорог общего пользования в Курганской области составляет 16 665 км, в том числе:

1) автомобильные дороги федерального значения – 815 км (из них с твердым покрытием 100 %);

2) автомобильные дороги регионального или межмуниципального значения – 7692 км (из них с твердым покрытием 5934 км, или 77,14 %);

3) автомобильные дороги местного значения – 8157 км (из них с твердым покрытием 2795 км, или 34,3 %).

Согласно данным Правительства Курганской области, 32,6 % автомобильных дорог общего пользования местного значения не отвечают нормативным требованиям.

Таблица 6  
Число спортивных сооружений в Курганской области

| Вид сооружения                                      | 2000 г. | 2010 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Спортивные сооружения                               | н/д     | 2118    | 2401    | 2450    | 2535    | 2748    | 2796    |
| Стадионы с трибунами на 1500 мест и более           | 20      | 21      | 19      | 19      | 19      | 19      | 19      |
| Спортивные залы                                     | 612     | 746     | 740     | 744     | 744     | 748     | 748     |
| Плавательные бассейны                               | 5       | 5       | 9       | 10      | 10      | 11      | 11      |
| Плоскостные спортивные сооружения (площадки и поля) | 532     | 1042    | 1267    | 1289    | 1352    | 1304    | 1338    |

Источник: Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.

Table 6  
Number of sports facilities in the Kurgan region

| Type of facility                                  | 2000    | 2010 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------------------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| Sports facility                                   | No data | 2118 | 2401 | 2450 | 2535 | 2748 | 2796 |
| Stadiums with stands for 1.500 seats or more      | 20      | 21   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   |
| Sports gyms                                       | 612     | 746  | 740  | 744  | 744  | 748  | 748  |
| Swimming pools                                    | 5       | 5    | 9    | 10   | 10   | 11   | 11   |
| Planar sports facilities (playgrounds and fields) | 532     | 1042 | 1267 | 1289 | 1352 | 1304 | 1338 |

Source: Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p.

Таблица 7

**Обеспеченность населения транспортными средствами на конец года (на 100 тыс. человек населения, шт.)**

| Вид транспортного средства          | 2000 г. | 2010 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Автобусами общего пользования       | 69      | 104     | 95      | 91      | 96      | 97      | 98      |
| Собственными легковыми автомобилями | 11 773  | 22 604  | 30 141  | 30 813  | 31 433  | 32 102  | 33 572  |

Источник: Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.

Table 7

**Provision of the population with vehicles at the end of the year (per 100 thousand people, units)**

| Type of vehicle          | 2000   | 2010   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| By buses for general use | 69     | 104    | 95     | 91     | 96     | 97     | 98     |
| By own passenger cars    | 11 773 | 22 604 | 30 141 | 30 813 | 31 433 | 32 102 | 33 572 |

Source: Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p.

Немаловажный факт. Значительная доля населения, проживающего в сельских населенных пунктах Курганской области, в настоящее время не имеет регулярного транспортного сообщения с административными (районными) центрами, в частности в Целинном районе этот показатель составляет 75,2 %, в Частоозерском – 28,6 %, в Шумихинском – 28 %. В качестве основных причин следует выделить не только отсутствие и неудовлетворительное качество дорог, но и, главным образом, неустойчивость пассажиропотоков (как следствие, сокращение перечня экономически выгодных маршрутов). В совокупности с низкой обеспеченностью сельского населения собственным транспортом (таблица 7) данные обстоятельства также (как и вышеперечисленные) существенно влияют на решение населения относительно места проживания.

Развитие транспортной системы региона осуществляется в рамках реализации действующих специальных законов и государственных программ (таких как закон «О регулировании отдельных отношений в сфере транспортного обслуживания населения на территории Курганской области», «Комплексное развитие сельских территорий Курганской области»), однако и вопросы качественного транспортного обеспечения сельского населения, и другие проблемы, связанные с повышением жизненного уровня селян, обеспечением достойных условий их труда в сельхозпроизводстве, по-прежнему являются ключевыми для развития человеческого капитала сельских территорий и региона в целом.

Безусловно, социально-экономические условия жизнедеятельности населения в отдельных областях Российской Федерации несколько различаются, о чем свидетельствуют результаты многочисленных исследований, проводимых учеными в каждом из регионов. Кроме того, согласно Докладу Научно-технического совета Минсельхоза России «О состоянии сельских территорий в Российской Федерации в 2018 году», подготовленного Институтом аграрных исследований, ситуация с обеспеченностью объектами социальной инфраструктуры и объемом предоставляемых ими услуг в стране выглядит так, что, с одной стороны, отмечается:

1) повышение динамики технического состояния зданий как образовательных и медицинских учреждений, так и учреждений культуры;

2) сельские территории в некоторых отечественных областях обеспечены спортивными сооружениями не хуже, чем городские;

3) сокращается разрыв между городом и селом относительно обеспеченности медицинскими учреждениями различного типа и кадрами (хотя он все же до сих пор существенный).

Однако, с другой стороны, по-прежнему:

1) не наблюдается позитивных (существенных) изменений в обеспеченности сельских жителей объектами бытового обслуживания;

2) по-прежнему остается низким уровень газификации жилых домов селян сетевым газом (хотя этот показатель демонстрирует увеличение за последние 5 лет, но совсем незначительное, с 57,8 % до 60,3 %);

3) недопустимо высокой остается доля автомобильных дорог регионального значения, не отвечающих нормативным требованиям (сокращение за пять лет составляет лишь 5 % – с 62,9 % до 57,6 %).

Кроме того, на основании всесторонних данных авторами доклада приходят к заключению, что в 2018 году принимаемые меры пока не улучшают наиболее важные демографические тренды, в результате сокращается показатель рождаемости в сельской местности и (начиная с 2015 года) становится ниже, чем в городе; не удается остановить миграцию из села в город молодежи; происходит старение сельского населения; общий коэффициент смертности и, по сути, коэффициенты младенческой смертности и смертности населения трудоспособного возраста в сельской местности все еще остаются выше, чем в городе, более того, разрыв между городом и селом по показателю продолжительности жизни населения составляет два года; сельские территории характеризуются более низким уровнем развития социальной и инженерной инфраструктуры по сравнению с городскими поселениями; особенно тяжелая ситуация складывается на селе с доступностью медицины вообще и ее качеством в обслуживании селян в частности; не лучше ситуация в селах с предоставлением образовательных услуг (из-за нехватки педагогических кадров высокой квалификации, недостаточного технического оснащения, других не менее серьезных факторов); усугубляется ситуация и с развитием транспортной инфраструктуры.

Таким образом, принимая в расчет результаты, полученные в ходе скрупулезного изучения различных научных и статистических материалов относительно Курганской области, Российской Федерации в целом и других отдельных ее регионов, анализа наиболее значимых документов (отчетов, докладов, программ) федерального и региональ-

ного значения, обобщения зарубежного опыта, следует заключить, что сложившаяся сегодня в сельских территориях (различных областях страны) ситуация характеризуется в основном общими негативными тенденциями, и потому требует, в большей степени, унифицированных теоретических и практических подходов к дальнейшему решению всех обозначенных выше проблем.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Теоретические и эмпирические исследования на микро- и макроэкономическом уровнях, как правило, демонстрируют, что накопление человеческого капитала является результатом многих экономических, социальных, психологических и прочих обстоятельств [18]. Более того, базируясь на теории кумулятивной причинности, в рамках любого пространства (территории, отрасли, компании) следует отметить, что происходит перманентное влияние социально-экономических условий на количество, качество и структуру человеческого капитала, с одной стороны, и обратное влияние аккумулируемого человеческого капитала на состояние того или иного субъекта – с другой [19, с. 481]. Признавая роль инвестиций в капиталоемкие технологии и значимость положительных внешних эффектов, связанных с вложениями в физический капитал, можно заключить, что, с одной стороны, в условиях стремительного технологического прогресса фокусом развития являются технические (и технологические) новшества, но, с другой стороны (как показывают материалы исследования), лишь гармоничное сочетание (взаимодополняемость) технических и технологических инноваций с человеческим капиталом (накопленным людьми запасом знаний, умений, профессиональными навыками и опытом, физическим и ментальным здоровьем, предпринимательскими и другими личностными качествами), социальной, организационной, культурной формами капитала позволяет более эффективно реализовать имеющийся в обществе (стране, регионе и т. д.) потенциал, направляя его на достижение сформулированных обществом приоритетов [20, с. 73–75]. Как подчеркивают Н. Мэнкью и его коллеги, предельный социальный продукт использования в экономике человеческого и физического капитала (в совокупности) существенно больше, если сравнивать его с результатом утилизации исключительно физического капитала [21]. Причем основное внимание в их модели уделяется непосредственно человеческому капиталу (в том числе интегрированному с другими формами) без оценки роли дезагрегированного уровня капитала физического.

Подводя итог проведенному исследованию, резюмируем, что (согласно аналитическим данным современной статистики, практическим наблюдениям, результатам проведенных опросов) динамика развития ведущей отрасли экономики (сельского хозяйства) и состояние социальной инфраструктуры в сельской местности содержат в своем контенте как позитивные, так и негативные факторы формирования человеческого капитала сельских территорий. В Курганской области положительные тенденции, касающиеся перспектив развития данного феномена, связаны с характером изменений, происходящих в аграрном производстве. Вместе с тем, как показывают соответствующие расчеты и официальные оценки, наблюдается ухудшение

количественных показателей обеспеченности сельских жителей жильем и объектами социальной инфраструктуры, «старение» сельского жилищного фонда и зданий (сооружений) социально-культурной сферы, в результате чего уровень комфортности проживания селян остается крайне низким. Причины неблагоприятных тенденций, обусловивших ухудшение социальной инфраструктуры, рост безработицы, обострение негативных социальных явлений в сельских сообществах, имеют как экономическую, так и социальную природу. В целом социальная деградация некоторой части трудоспособного населения, сокращение возможностей образования и профессионального развития, ухудшение состояния дорог и транспортного обслуживания населения, прекращение работы некоторых важных инфраструктурных объектов (библиотек, клубов, центров досуга, фельдшерско-акушерских пунктов, амбулаторий, больниц, аптек и т. д.) отражаются на качестве человеческого капитала, а следовательно, успешном развитии сельскохозяйственной отрасли экономики, эффективности аграрного производства. В свою очередь, качество человеческого капитала становится существенным препятствием к успешному развитию социальной инфраструктуры. С целью обеспечения селянам достойных условий жизни и сохранения доли сельских жителей в общей численности населения Курганской области, Государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий Курганской области» предполагает развитие социальной и инженерной инфраструктуры, компактную жилищную застройку сел и поселков, улучшение качества автомобильных дорог, расширение сети маршрутов автобусного сообщения, благоустройство сельских территорий. Реализация всех этих задач (в совокупности с задачей динамичного развития аграрной отрасли экономики) является, во-первых, сложным и длительным процессом, во-вторых, необходимым и важным условием удержания в границах сельских территорий релевантного человеческого капитала и его развития.

Выводы, полученные в ходе данной исследовательской работы, имеют не только теоретическую значимость (включая 1) обоснование важности формирования достойной социально-экономической среды для развития удаленных территорий; 2) факты, подтверждающие необходимость обеспечения особых условий для привлечения в сельскую местность уникальных специалистов; 3) аргументацию стимулирования процессов конвергенции в уровнях социально-экономического развития всех сельских территорий), но и практическую ценность (могут быть использованы 1) для разработки особых программ развития человеческого капитала сельских территорий (особенно в аграрных регионах); 2) при определении и реализации общих стратегий развития тех субъектов Российской Федерации, территории которых по основным критериям могут быть отнесены к сельским). Так как процесс сближения регионов по основным социально-экономическим показателям, активно инициируемый общественностью, не происходит автоматически, а детерминирован активной (дифференцированной) региональной политикой, полученные в ходе данного исследования результаты могут быть положены в основу ее разработки, в частности для устранения су-

ществующих между регионами различий по количеству и качеству человеческого капитала и, как следствие, по социально-экономическим и другим важным показателям развития и благополучия.

### Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-29-07315.

### Библиографический список

1. Buera F. J., Lucas R. E. Idea Flows and Economic Growth. *Annual Review of Economics*. 2018. Vol. 10. Pp. 315–345. DOI: 10.1146/annurev-economics-063016-104414.
2. Государственная программа Курганской области «Комплексное развитие сельских территорий Курганской области» (Постановление Правительства Курганской области от 28 декабря 2019 г. № 458) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/561686773> (дата обращения: 02.03.2020).
3. Wegren S., O'Brien D. Introduction to symposium: Smallholders in communist and postcommunist societies // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 869–881. DOI: 10.1111/joac.12281.
4. Wegren S. The “left behind”: Smallholders in contemporary Russian agriculture // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 913–925. DOI: 10.1111/joac.12279.
5. Wegren S. K. The insecurity of food security in Russia's Far North // *Post Journal Polar Geography*. 2018. Vol. 41. Pp. 294–313. DOI: 10.1080/1088937X.2018.1522383.
6. Wolz A., Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia // *Outlook on Agriculture*. 2016. № 45 (2). Pp. 111–116. DOI: 10.1177/0030727016651214.
7. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Changes in Russia's agrarian structure: What can we learn from agricultural census? // *Russian Journal of Economics*. 2020. No. 6 (1). Pp. 26–41. DOI: 10.32609/j.ruje.6.49746.
8. Kuznetsova I. G., Bulyga R. P., Rakhmatullina L. V., Titova S. V., Shichiyakh R. A., Zakirov R. A. Problems and Prospects of Human Capital Development in Modern Russia // *International Journal of Economics and Business Administration*. 2019. Vol. VII. Issue 2. Pp. 164–175. DOI: 10.35808/IJEB/224.
9. Chitsaz E., Tajpour M., Hosseini E., Khorram H., Zorrieh S. The Effect of Human and Social Capital on Entrepreneurial Activities: A Case Study of Iran and Implications // *Entrepreneurship and Sustainability*. 2019. Iss. 6 (3). Pp. 1193–1203. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.3(24).
10. Bombiak E. Green human resource management – the latest trend or strategic necessity? // *Entrepreneurship and Sustainability*. 2019. Iss. 6 (4). Pp. 1647–1662. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.4(7).
11. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian farmers and their prospects for success. *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31. No. 4. Pp. 484–499. DOI: 10.1080/14631377.2018.1537737.
12. Zhou B., Liu W., Lu W., Zhao M., Li L. Application of OECD LSE Framework to Assess Spatial Differences in Rural Green Development in the Arid Shaanxi Province, China // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. No. 17 (1). Pp. 286. DOI: 10.3390/ijerph17010286.
13. Cañibano C., Potts J. Toward an evolutionary theory of human capital // *Journal of Evolutionary Economics*. 2019. Vol. 29 (3). Pp. 1017–1035. DOI: 10.1007/s00191-018-0588-y.
14. Stokey N. L. Technology, Skill, and the Wage Structure // *Journal of Human Capital*. 2018. No. 12 (2). Pp. 343–384. DOI: 10.1086/697417.
15. Shelkovnikov S. A., Kuznetsova I. G., Poddueva I. S., Hodos D. V., Yakimova L. A., Ganieva I. A. Regulation of the labor market and human capital in the agriculture of the Novosibirsk region // *International Journal of Economic Research*. 2016. No. 9. Vol. 13. Pp. 3829–3845.
16. Курганская область в цифрах. Краткий статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 205 с.
17. Курганская область в 2014–2018 годах. Статистический сборник. Курган: Свердловскстат, 2019. 329 с.
18. Qutb R. The Impact of Human Capital Attainments on Productivity Growth: An Empirical Investigation // *American Based Research Journal*. 2017. No. 6 (Iss. 10). Pp. 9–23. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)00258-0.
19. Sampath P. G., Vallejo B. Trade, Global Value Chains and Upgrading: What, When and How? // *The European Journal of Development Research*. 2018. Vol. 30. Pp. 481–504. DOI: 10.1057/s41287-0180148-1.
20. Kuznetsova I., Voronkova O., Bakhvalov S., Ruiga, I., Zhuruli G., Levichev V. Formation of Human Capital as a Key Factor in Ensuring the National Security of Agriculture in the Digital Economy // *European Research Studies Journal*. 2018. Vol. XXI. Special Issue 3. Pp. 73–83.
21. Mankiw N. G., Reis R. Friedman's Presidential Address in the Evolution of Macroeconomic Thought // *Journal of Economic Perspectives*. 2018. No. 32 (1). Pp. 81–96. DOI: 10.1257/jep.32.1.81.

### Об авторах:

Светлана Георгиевна Головина<sup>1</sup>, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ORCID 0000-0002-1157-8487, AuthorID 149863; +7 909 146-40-64, [kkrav84@mail.ru](mailto:kkrav84@mail.ru)

Иван Николаевич Миколайчик<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, и. о. проректора по научной работе, ORCID 0000-0001-5189-2174, AuthorID 149861; +7 912 522-64-64, [min\\_ksa@mail.ru](mailto:min_ksa@mail.ru)

Лидия Николаевна Смирнова<sup>2</sup>, ведущий научный сотрудник НИИ «Изучение проблем АПК»,  
ORCID 0000-0002-7991-0802, AuthorID 904486; +7 912 212-68-17, lidia-13@mail.ru

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

<sup>2</sup> Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Курган, Россия

## Socio-economic conditions for the development of human capital in rural areas

S. G. Golovina<sup>1</sup>✉, I. N. Mikolaychik<sup>2</sup>, L. N. Smirnova<sup>2</sup>

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

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

✉E-mail: kkrav84@mail.ru

**Abstract.** Agricultural regions of the Russian Federation, whose strategic economic sector is agriculture, have significant opportunities for economic growth and development. They are highly important for ensuring the country's food security and depend significantly on the state of human capital of their rural territories. In this regard, the **research objective** of this study is to analyze the socio-economic conditions for the formation and development of human capital in rural areas of the Kurgan region (as a traditional agricultural region of the Ural Federal District and one of the ten depressed regions of the Russian Federation identified as such by the Government of the Russian Federation). **Results.** The article presents the results of assessing the level of development of the agricultural sector of the economy and the state of the social infrastructure of the region as the most important conditions for the formation of human capital accumulated within its territory. On the basis of theoretical generalizations, a rigorous analysis of statistical data, results of the surveys it was offered summarized information, indicating that (1) the economic conditions for the development of rural areas favor the formation and development of human capital of the required quality due to the current positive trends in the field of specialization of production, its technical equipment, technological innovation, stimulating state policy, (2) in the village there is a low level of development of social infrastructure, leading in turn low attractiveness of rural areas for highly professional, educated, creative professionals who are the basis of human capital in any field of activity. **Scientific novelty.** The results obtained in this research have theoretical novelty and practical value, including: 1) justification of the importance of creating a decent socio-economic environment for the development of remote territories; 2) conclusions confirming the need to provide special conditions for attracting unique specialists to rural areas; 3) arguments for stimulating convergence processes necessity in the levels of socio-economic development of all rural territories.

**Keywords:** rural territories, human capital, agricultural production, social infrastructure, housing conditions, health, transport, public policy.

**For citation:** Golovina S. G., Mikolaychik I. N., Smirnova L. N. Sotsial'no-ekonomicheskie usloviya razvitiya chelovecheskogo kapitala sel'skikh territoriy [Socio-economic conditions for the development of human capital in rural areas] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 65–79. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-65-79. (In Russian.)

**Paper submitted:** 07.07.2020.

### References

1. Buera F. J., Lucas R. E. Idea Flows and Economic Growth. Annual Review of Economics. 2018. Vol. 10. Pp. 315–345. DOI: 10.1146/annurev-economics-063016-104414.
2. Gosudarstvennaya programma Kurganskoy oblasti "Kompleksnoe razvitie sel'skikh territoriy Kurganskoy oblasti" (Postanovlenie Pravitel'stva Kurganskoy oblasti ot 28 dekabrya 2019 g. No. 458) [The State program of the Kurgan region "Integrated development of rural territories of the Kurgan region" (Resolution of the Kurgan region Government from December 28, 2019 No. 458)] [e-resource] URL: <http://docs.cntd.ru/document/561686773> (appeal date: 02.03.2020). (In Russian.)
3. Wegren S., O'Brien D. Introduction to symposium: Smallholders in communist and postcommunist societies // Journal of Agrarian Change. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 869–881. DOI: 10.1111/joac.12281.
4. Wegren S. The "left behind": Smallholders in contemporary Russian agriculture // Journal of Agrarian Change. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 913–925. DOI: 10.1111/joac.12279.
5. Wegren S. K. The insecurity of food security in Russia's Far North // Post Journal Polar Geography. 2018. Vol. 41. Pp. 294–313. DOI: 10.1080/1088937X.2018.1522383.
6. Wolz A., Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia // Outlook on Agriculture. 2016. № 45 (2). Pp. 111–116. DOI: 10.1177/0030727016651214.
7. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Changes in Russia's agrarian structure: What can we learn from agricultural census? // Russian Journal of Economics. 2020. No. 6 (1). Pp. 26–41. DOI: 10.32609/j.ruje.6.49746.

8. Kuznetsova I. G., Bulyga R. P., Rakhmatullina L. V., Titova S. V., Shichiyakh R. A., Zakirov R. A. Problems and Prospects of Human Capital Development in Modern Russia // *International Journal of Economics and Business Administration*. 2019. Vol. VII. Issue 2. Pp. 164–175. DOI: 10.35808/IJEBA/224.
9. Chitsaz E., Tajpour M., Hosseini E., Khorram H., Zorrieh S. The Effect of Human and Social Capital on Entrepreneurial Activities: A Case Study of Iran and Implications // *Entrepreneurship and Sustainability*. 2019. Iss. 6 (3). Pp. 1193–1203. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.3(24).
10. Bombiak E. Green human resource management – the latest trend or strategic necessity? // *Entrepreneurship and Sustainability*. 2019. Iss. 6 (4). Pp. 1647–1662. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.4(7).
11. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian farmers and their prospects for success. Post-Communist Economies. 2019. Vol. 31. No. 4. Pp. 484–499. DOI: 10.1080/14631377.2018.1537737.
12. Zhou B., Liu W., Lu W., Zhao M., Li L. Application of OECD LSE Framework to Assess Spatial Differences in Rural Green Development in the Arid Shaanxi Province, China // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019. No. 17 (1). Pp. 286. DOI: 10.3390/ijerph17010286.
13. Cañibano C., Potts J. Toward an evolutionary theory of human capital // *Journal of Evolutionary Economics*. 2019. Vol. 29 (3). Pp. 1017–1035. DOI: 10.1007/s00191-018-0588-y.
14. Stokey N. L. Technology, Skill, and the Wage Structure // *Journal of Human Capital*. 2018. No. 12 (2). Pp. 343–384. DOI: 10.1086/697417.
15. Shelkovnikov S. A., Kuznetsova I. G., Poddueva I. S., Hodos D. V., Yakimova L. A., Ganieva I. A. Regulation of the labor market and human capital in the agriculture of the Novosibirsk region // *International Journal of Economic Research*. 2016. No. 9. Vol. 13. Pp. 3829–3845.
16. Kurganskaya oblast' v tsifrakh. Kratkiy statisticheskiy sbornik [Kurgan region in numbers. Brief statistical collection]. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 205 p. (In Russian.)
17. Kurganskaya oblast' v 2014–2018 godakh. Statisticheskiy sbornik [Kurgan region in 2014–2018. Statistical collection]. Kurgan: Sverdlovskstat, 2019. 329 p. (In Russian.)
18. Qutb R. The Impact of Human Capital Attainments on Productivity Growth: An Empirical Investigation // *American Based Research Journal*. 2017. No. 6 (Iss. 10). Pp. 9–23. DOI: 10.1016/S2212-5671(15)00258-0.
19. Sampath P. G., Vallejo B. Trade, Global Value Chains and Upgrading: What, When and How? // *The European Journal of Development Research*. 2018. Vol. 30. Pp. 481–504. DOI: 10.1057/s41287-0180148-1.
20. Kuznetsova I., Voronkova O., Bakhvalov S., Ruiga, I., Zhuruli G., Levichev V. Formation of Human Capital as a Key Factor in Ensuring the National Security of Agriculture in the Digital Economy // *European Research Studies Journal*. 2018. Vol. XXI. Special Issue 3. Pp. 73–83.
21. Mankiw N. G., Reis R. Friedman's Presidential Address in the Evolution of Macroeconomic Thought // *Journal of Economic Perspectives*. 2018. No. 32 (1). Pp. 81–96. DOI: 10.1257/jep.32.1.81.

#### Authors' information:

Svetlana G. Golovina<sup>1</sup>, doctor of economics, professor, chief researcher of the research institutes of agricultural and environmental problems and agricultural management, ORCID 0000-0002-1157-8487 0000-0002-7991-0802, AuthorID 149863; +7 909 146-40-64, [kkrav84@mail.ru](mailto:kkrav84@mail.ru)

Ivan N. Mikolaychik<sup>2</sup>, doctor of agricultural sciences, professor, acting vice-rector for research, ORCID 0000-0001-5189-2174, AuthorID 149861; +7 912 522-64-64, [min\\_ksaa@mail.ru](mailto:min_ksaa@mail.ru)

Lidiya N. Smirnova<sup>2</sup>, candidate of pedagogical sciences, leading researcher of the research institute “Study of Agro-Industrial Complex Problems”, ORCID 0000-0002-7991-0802, AuthorID 904486; +7 912 212-68-17, [lidia-13@mail.ru](mailto:lidia-13@mail.ru)

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

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

## Особенности подготовки кадров для АПК Свердловской области

Н. Б. Фатеева<sup>1</sup>✉

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

✉ E-mail: natbor73@mail.ru

**Аннотация.** Цель научного исследования – выявить проблемы обеспечения квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы АПК Свердловской области и предложить пути их решения. Для этого необходимо проведение серьезного и тщательного ее изучения, посредством социологических, аналитических и статистических **методов**. По мере повышения требований к рабочим кадрам, специалистам и руководителям возрастает необходимость в совершенствовании форм и методов их подготовки, создании эффективной системы непрерывного профессионального образования всех категорий работников. Известно, что источником пополнения трудовых ресурсов для сельскохозяйственных предприятий (и других сфер деятельности) является молодежь и в частности выпускники высших и средних учебных заведений. **Результаты исследования.** Для проведения объективной оценки обеспечения предприятий АПК Свердловской области молодыми специалистами в первую очередь необходимо определить уровень их заинтересованности в будущей профессии и желание работать в отрасли. Выбрав метод исследования, социологический опрос мы провели его среди студентов Уральского государственного аграрного университета во втором квартале 2019 года. Также были проведены сбор и анализ сведений о приеме на места в рамках квоты целевого приема по направлениям подготовки и специальностям в Уральском ГАУ за 2017–2019 годы. Изучив вопрос по профориентации школьников, необходимо усилить возрождение агроклассов и обратить особое внимание на населенные пункты, в которых ощущается нехватка высококвалифицированных кадров в сельском хозяйстве. Предлагается разработать online-платформу, которая даст возможность соединить потребности организаций в кадрах и вопрос об обеспечении студента местом практики и дальнейшего трудоустройства. **Научная новизна исследования** состоит в комплексе мер на основе всестороннего мониторинга состояния кадрового потенциала в АПК и включает в себя не только социально значимые направления, но и реальные механизмы их решения.

**Ключевые слова:** АПК, кадровый потенциал, анализ, мониторинг, подготовка кадров, обеспечение кадрами сельского хозяйства и АПК, программно-целевое регулирование, трудовые ресурсы села.

**Для цитирования:** Фатеева Н. Б. Особенности подготовки кадров для АПК Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 80–89. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-80-89.

**Дата поступления статьи:** 02.06.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Главная цель научного исследования заключается в выявлении проблемы обеспечения квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы АПК Свердловской области и предложении путей их решения, проведении анализа эффективности принимаемых мер и разработке дополнительных механизмов кадрового обеспечения АПК Свердловской области.

### Методология и методы исследования (Methods)

Для проведения объективной оценки обеспечения предприятий АПК Свердловской области молодыми специалистами в первую очередь необходимо определить уровень их заинтересованности в будущей профессии и желание работать в отрасли. Методы исследования использовали статистические, аналитические, социологические.

### Результаты (Results)

Выбрав метод исследования, социологический опрос мы провели его среди студентов Уральского государствен-

ного аграрного университета во втором квартале 2019 года. В результате анкетирования было опрошено 453 человека (2, 3, 4 курсы). Из них: 67,1 % в возрасте 18–19 лет; 32,9 % в возрасте от 20 и более лет.

Установлено, что постоянную регистрацию по месту жительства имеют студенты 40,27 % на селе и 59,73 % в городе. Снижение числа студентов из сельской местности обусловлено оттоком населения в основном молодых и работоспособных граждан из села в город, в связи с существенной разницей в развитии социальной инфраструктуры, величины заработной платы, наличия свободных рабочих мест и т. п.

На вопрос «Чем обосновано ваше решение учиться в аграрном вузе?» ответы распределились следующим образом: 55 % – заинтересованность в специальности; 8,7 % – бюджетное место; 0,3 % – низкая цена за обучение; 26 % – обстоятельства (случайность); 10 % – по совету.

Необходимо отметить, что чуть больше половины студентов (55 %) проявили заинтересованность в будущей

профессии. Однако 45 % не определились, для чего они учатся в аграрном вузе и нужна ли им выбранная специальность. В конечном итоге это, несомненно, скажется на их профессионализме и закрепляемости на предприятиях АПК. В целом 55 % студентов проявили заинтересованность в будущей специальности, и это неплохой результат. Почти половина дали другой ответ, это говорит о том, что у молодежи нет определенности, кем бы они хотели работать и для чего получают высшее аграрное образование.

По итогам анкетирования установлено, что только 41 % студентов планируют работать по специальности, 36,9 % затруднились с ответом, 22,1 % категорично заявили, что не собираются работать на сельскохозяйственных предприятиях. Следует отметить, что переломить данную ситуацию возможно только при усилении профориентации студенческой молодежи и создания условий для молодых специалистов. «Планируете ли вы после окончания учебного заведения работать по сельскохозяйственной специальности?» ответы распределились так: 41 % да; 22,1 % – нет; 36,9 % – затрудняются с ответом.

На вопрос «Где бы вы хотели работать на сельскохозяйственном предприятии, в сельской местности или в городе?» ответы распределились следующим образом: 53,69 % – в городе; 25,5 % – в сельской местности; 20,81 % – нет ответа.

Почему многие абитуриенты идут в вузы аграрного направления, а затем после его окончания пытаются найти работу в других отраслях народного хозяйства или государственных учреждениях? В основе их решения не работать на селе лежат, прежде всего, проблемы социально-экономического характера: благоустроенное жилье, наличие в сельском поселении медпункта, дошкольного учреждения, школ и других объектов социальной инфраструктуры. Особое место занимают организация и оплата труда, уровень модернизации и технологическое состояние аграрного производства, например, роботизация, компьютеризация и другие инновации.

На вопрос: «Что нужно, по-вашему, сделать, чтобы снизить уровень безработицы на селе?» студенты ответили, что необходима популяризация труда в сфере сельского хозяйства.

Самыми популярными оказались ответы «создать условия для формирования и развития фермерских хозяйств» и «улучшить транспортную связь между населенными пунктами, селом и городом», «все варианты» – так считают 45 % опрошенных. За восстановление крупных сельскохозяйственных предприятий и комплексов, проведение профессионального обучения и переподготовки 31 % опрошенных студентов, остальные опрошенные считают, что нужно развивать несельскохозяйственную трудовую деятельность. Необходимо отметить, что большинство опрошенных студентов предложили реальные пути развития сельскохозяйственного производства, а не остались безучастными. Таким образом, студенты университета заинтересованы в положительных изменениях отрасли.

На вопрос «Если бы вам предложили подъемные средства в развитый район сельской местности, согласились бы вы там работать?» 52 % опрошенных ответили да, 19 % – «в зависимости от суммы подъемных», 29 % – нет.

На основании проведенного опроса установлено, что о возможности получить подъемные средства знает не каждый. Это показывает недостаточную эффективность использования информационных ресурсов при реализации государственных специальных программ.

Сегодня ни у кого не вызывает сомнений, что производительность труда зависит от уровня профессионального образования работников предприятия. Инвестиции в человеческий капитал не только создают благоприятные условия для развития кадрового потенциала предприятий, но и становятся эффективным вложением средств в их развитие. Финансовые вложения, осуществляемые в развитие кадрового потенциала, провоцируют рост производительности труда и, как следствие, повышают экономическую эффективность работы предприятия [8, с. 31], [9, с. 1321], [10, с. 118].

Так, согласно программе «Обеспечение квалифицированными кадрами организаций АПК Свердловской области на 2008–2015 годы», работа по кадровому обеспечению реализовывалась в следующих основных направлениях:

- закрепление кадров в АПК посредством улучшения жилищных условий и материального стимулирования;
- целевая подготовка руководителей и кадров АПК высшего звена;
- расширение подготовки квалифицированных рабочих в образовательных учреждениях начального профессионального образования за счет работы со службами занятости на местах;
- повышение квалификации механизаторов, способных эффективно и качественно работать на современной энергонасыщенной самоходной сельскохозяйственной технике.
- доступность для сельской молодежи высшего профессионального образования, соответствующего требованиям рынка труда;
- развивающаяся система непрерывного сельскохозяйственного образования;
- формирование кадрового потенциала путем прохождения учебных и производственных практик на лучших предприятиях агропромышленного комплекса Свердловской области;
- внедрение системы дистанционного обучения.

Однако в Свердловской области после 2015 года такая программа не разработана. Это, несомненно, сдерживает дальнейшее развитие кадрового потенциала АПК. Программа кадрового обеспечения АПК Свердловской области крайне необходима на современном этапе. Она должна быть разработана в ближайшее время Министерством АПК и потребительского рынка совместно с Уральским государственным аграрным университетом, Ассоциацией отраслевых союзов АПК Свердловской области под патронажем Правительства Свердловской области.

Был проведен сбор и анализ сведений о приеме на места в рамках квоты целевого приема по направлениям подготовки и специальностям в Уральском ГАУ за 2017–2019 годы.

На основании детального анализа установлено количество студентов, обучающихся на основании заключения договора о целевом обучении с организациями АПК

Свердловской области, за период 2017–2019 годов, представленное в таблице 1.

Для объективной оценки распределения потребности в трудовых ресурсах по хозяйствам региона нами проанализирована потребность в специальностях по предприятиям.

Для этого были изучены и проанализированы приказы о зачислении студентов на места в рамках квоты целевого приема.

Более подробные сведения о потребностях организаций в агрокадрах показаны в таблице 2.

Согласно данным, представленным в таблице 1, можно выделить несколько направлений подготовки, пользующихся спросом на предприятиях АПК:

- ветеринария;
- агроинженерия;
- эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;
- агрономия;
- зоотехния.

Такая ситуация связана в основном со спецификой организаций, заключивших договор о целевом обучении, и с высоким уровнем конкурса при поступлении, т. к. по перечисленным выше специальностям образовательная деятельность в Свердловской области осуществляется только в Уральском ГАУ.

Рассмотрев таблицу 2, мы видим, что не более 5 организаций постоянно заключают договоры на целевое обучение студентов, тем самым обеспечивая себя в будущем квалифицированными молодыми кадрами. Однако по отношению к 2017/2018 году в 2019 году появились новые организации, вступившие в сотрудничество с Уральским ГАУ. Это говорит о расширении территориальной заинтересованности в агрокадрах.

Решить проблему молодых кадров на селе можно, возродив так называемые агроклассы, где в рамках программы средней общеобразовательной школы происходит профориентация ребят. В советское время именно такие классы были первым этапом воспитания будущих специалистов-аграриев – агрономов, зоотехников, механизаторов.

Например, в Уральской ГСХА долгое время успешно велась работа по организации сельскохозяйственных классов, но из-за демографического спада, а затем введения ЕГЭ все меньшее число школ заключали договоры о совместном сотрудничестве. Начиная с 2012 года подъем количества абитуриентов начинает восстанавливаться. В 2013/2014 учебном году были заключены последние договоры о совместной работе со школами, а в дальнейшем работа агроклассов прекратилась. Сегодня же проект агроклассов возобновился, и необходимо усилить возрождение агроклассов и обратить особое внимание на населенные пункты, в которых ощущается нехватка высококвалифицированных кадров в сельском хозяйстве.

Сейчас центр профессионального развития молодежи при Уральском ГАУ ведет работу со следующими школами:

- МАОУ «СОШ д. Починок», МАОУ «СОШ с. Тарасково» (Новоуральский ГО);

- СОШ № 142, СОШ № 137 (Чкаловский район);
- СОШ № 165 (Кировский район);
- СОШ № 117, № 98, № 144 (Орджоникидзевский район);
- СОШ № 7, МАОУ «Еврогимназия» (г. Ревда);
- СОШ № 7 (Сысертский ГО);
- СОШ № 7 (г. Асбест).

Основной целью данного проекта является развитие совместной системы профессионального образования детей и молодежи в рамках Агропромышленного комплекса путем создания агроклассов на базе школ Свердловской области.

Достижение данной цели планируется путем выполнения следующих задач:

- повышение эффективности профориентационной работы среди обучающихся общеобразовательных организаций;
- оказание помощи сельской молодежи в вопросах профессиональной ориентации в рамках развития агропромышленного комплекса, а также карьерного и личностного роста;
- формирование у молодежи личностных потребностей в трудовой деятельности и социальной активности посредством приобщения их в общественной и научной деятельности;
- вовлечение молодых людей в предпринимательскую деятельность в агропромышленном комплексе Свердловской области;
- социальная адаптация и психологическое сопровождение молодежи;
- создание системы работы по повышению социального статуса и престижа аграрных профессий, совершенствование работы по поддержанию положительного имиджа аграрных профессий в профессиональных, академических и деловых сообществах.

Целевой группой данного проекта являются обучающиеся 8–11 классов и педагоги общеобразовательных школ Свердловской области.

С целью выработки мер поддержки для развития кадрового потенциала села утверждена государственная программа «Комплексное развитие сельских территорий», которая открывает новые возможности и поможет еще большему числу молодых людей сделать жизненный выбор в пользу села. Проект по созданию и развитию агроклассов на базе школ направлен в том числе и на реализацию данной программы.

Одной из задач Национального проекта «Образование» 2018–2024 (от 24.12.18 г.) является формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, основанной на принципах справедливости, всеобщности и направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию всех обучающихся. Именно эту цель в том числе и преследует проект «Агроклассы: первый шаг в успешное будущее».

Таблица 1

Сведения распределения обучающихся по направлениям подготовки на места в рамках квоты целевого приема за 2017–2019 годы

| Направление подготовки                                               | 2017 год       |         |              | 2018 год       |         |              | 2019 год       |         |              |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|---------|--------------|----------------|---------|--------------|----------------|---------|--------------|
|                                                                      | Форма обучения |         |              | Форма обучения |         |              | Форма обучения |         |              |
|                                                                      | Очная          | Заочная | Очно-заочная | Очная          | Заочная | Очно-заочная | Очная          | Заочная | Очно-заочная |
| Технологические машины и оборудование                                | 0              | 0       | 0            | 4              | 0       | 0            | 5              | 0       | 0            |
| Продукты питания животного происхождения                             | 3              | 0       | 0            | 4              | 0       | 0            | 5              | 0       | 0            |
| Техносферная безопасность                                            | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            |
| Землеустройство и кадастры                                           | 18             | 8       | 0            | 20             | 10      | 0            | 18             | 9       | 0            |
| Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов          | 22             | 10      | 0            | 22             | 12      | 0            | 16             | 9       | 0            |
| Агрономия                                                            | 10             | 7       | 0            | 17             | 11      | 0            | 16             | 12      | 0            |
| Садоводство                                                          | 3              | 0       | 0            | 12             | 0       | 0            | 15             | 0       | 0            |
| Агроинженерия                                                        | 25             | 8       | 0            | 45             | 8       | 0            | 46             | 4       | 0            |
| Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции | 13             | 6       | 0            | 12             | 8       | 0            | 11             | 6       | 0            |
| Ландшафтная архитектура                                              | 1              | 0       | 0            | 9              | 0       | 0            | 11             | 0       | 0            |
| Ветеринарно-санитарная экспертиза                                    | 1              | 3       | 0            | 12             | 3       | 0            | 17             | 3       | 0            |
| Зоотехния                                                            | 6              | 7       | 0            | 13             | 8       | 1            | 14             | 10      | 0            |
| Экономика                                                            | 4              | 0       | 4            | 0              | 0       | 5            | 0              | 0       | 3            |
| Менеджмент                                                           | 1              | 0       | 1            | 1              | 0       | 2            | 0              | 0       | 1            |
| Управление персоналом                                                | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            |
| Товароведение                                                        | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            |
| Туризм                                                               | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            | 0              | 0       | 0            |
| Профессиональное обучение (по отраслям)                              | 0              | 0       | 0            | 3              | 0       | 0            | 3              | 0       | 0            |
| Ветеринария                                                          | 54             | 0       | 1            | 73             | 0       | 2            | 79             | 0       | 4            |
| Всего:                                                               | 216            |         |              | 316            |         |              | 317            |         |              |

Table 1

Information on the distribution of students by training areas to places within the target admission quota for 2017–2019

| Direction of preparation                                         | 2017 year        |          |                        | 2018 year        |          |                        | 2019 year        |          |                        |
|------------------------------------------------------------------|------------------|----------|------------------------|------------------|----------|------------------------|------------------|----------|------------------------|
|                                                                  | Form of training |          |                        | Form of training |          |                        | Form of training |          |                        |
|                                                                  | Full-time        | Distance | Full-time and distance | Full-time        | Distance | Full-time and distance | Full-time        | Distance | Full-time and distance |
| Technological machines and equipment                             | 0                | 0        | 0                      | 4                | 0        | 0                      | 5                | 0        | 0                      |
| Animal food products                                             | 3                | 0        | 0                      | 4                | 0        | 0                      | 5                | 0        | 0                      |
| Technosphere security                                            | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      |
| Land management and cadastres                                    | 18               | 8        | 0                      | 20               | 10       | 0                      | 18               | 9        | 0                      |
| Operation of transport and technological machines and complexes  | 22               | 10       | 0                      | 22               | 12       | 0                      | 16               | 9        | 0                      |
| Agronomy                                                         | 10               | 7        | 0                      | 17               | 11       | 0                      | 16               | 12       | 0                      |
| Gardening                                                        | 3                | 0        | 0                      | 12               | 0        | 0                      | 15               | 0        | 0                      |
| Agricultural engineering                                         | 25               | 8        | 0                      | 45               | 8        | 0                      | 46               | 4        | 0                      |
| Technology of production and processing of agricultural products | 13               | 6        | 0                      | 12               | 8        | 0                      | 11               | 6        | 0                      |
| Landscape architecture                                           | 1                | 0        | 0                      | 9                | 0        | 0                      | 11               | 0        | 0                      |
| Veterinary and sanitary expertise                                | 1                | 3        | 0                      | 12               | 3        | 0                      | 17               | 3        | 0                      |
| Zootechny                                                        | 6                | 7        | 0                      | 13               | 8        | 1                      | 14               | 10       | 0                      |
| Economy                                                          | 4                | 0        | 4                      | 0                | 0        | 5                      | 0                | 0        | 3                      |
| Management                                                       | 1                | 0        | 1                      | 1                | 0        | 2                      | 0                | 0        | 1                      |
| Personnel management                                             | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      |
| Commodity research                                               | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      |
| Tourism                                                          | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      | 0                | 0        | 0                      |
| Professional training (by industry)                              | 0                | 0        | 0                      | 3                | 0        | 0                      | 3                | 0        | 0                      |
| Veterinary medicine                                              | 54               | 0        | 1                      | 73               | 0        | 2                      | 79               | 0        | 4                      |
| Total:                                                           | 216              |          |                        | 316              |          |                        | 317              |          |                        |

Таблица 2

Сведения об организациях, заключивших договор о целевом обучении гражданина в Уральском ГАУ за 2017–2019 гг.

| Наименование организации                                                                                    | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
| Ирбитский молочный завод                                                                                    |      | 3    | 2    |
| Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства                                             |      |      | 14   |
| Птицефабрика «Рефтинская»                                                                                   |      | 2    | 6    |
| Уралплемцентр                                                                                               |      | 1    | 2    |
| Администрация Режевского городского округа                                                                  |      |      | 1    |
| Свердловская областная ветеринарная станция по борьбе с болезнями животных                                  |      | 2    | 6    |
| Администрация Сосновского муниципального района                                                             |      |      | 1    |
| Сухоложская ветеринарная станция                                                                            |      |      | 1    |
| Сысертская ветеринарная станция по борьбе с болезнями животных                                              |      |      | 2    |
| Верхотурская ветеринарная станция                                                                           |      | 1    | 1    |
| Сельскохозяйственный производственный кооператив «8-е Марта»                                                |      |      | 1    |
| Курганский центр ветеринарии                                                                                |      | 1    | 1    |
| Туринская ветеринарная станция                                                                              |      |      | 2    |
| Свердловский референтный центр Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору                |      | 2    | 2    |
| Белоярская ветеринарная станция                                                                             |      | 1    | 2    |
| Артинская ветеринарная станция                                                                              |      | 1    | 1    |
| Федеральное государственное унитарное предприятие «Совхоз Знаменский»                                       |      |      | 1    |
| Полевская ветеринарная станция по борьбе с болезнями животных                                               |      | 1    | 1    |
| Племенной птицеводческий завод «Свердловский»                                                               |      |      |      |
| Администрация Талицкого городского округа                                                                   |      | 2    |      |
| Министерство АПК и продовольствия Свердловской области                                                      | 33   |      |      |
| Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук |      | 19   |      |
| ОАО Учебно-опытное хозяйство «Уралец»                                                                       | 1    | 8    |      |
| СОГУП «Областной центр недвижимости» – филиал БТИ                                                           |      | 2    |      |
| Красноуфимский аграрный колледж                                                                             | 1    | 1    |      |
| Большеистокское ремонтно-техническое предприятие с базой снабжения                                          |      | 9    |      |
| Администрация Каслинского муниципального района                                                             |      | 1    |      |
| Областная ветеринарная лаборатория                                                                          |      | 7    |      |
| ГБУ СО Управление ветеринарии г. Екатеринбурга                                                              |      | 3    |      |
| Россельхознадзор по Свердловской области                                                                    |      | 6    |      |
| Управление образования Асбестовского района                                                                 |      | 1    |      |
| Екатеринбургский энергетический техникум                                                                    |      | 1    |      |
| Уральский ГАУ                                                                                               |      | 1    |      |
| Талицкая ветеринарная станция по борьбе с болезнями животных                                                |      | 2    |      |
| Екатеринбургский зоопарк                                                                                    |      | 2    |      |
| Добрянская СББЖ                                                                                             | 1    |      |      |
| СПК «Киладчевский»                                                                                          |      | 2    |      |
| СПК «Колхоз им. Чапаева»                                                                                    |      | 2    |      |
| ООО «ППР «Свердловский»                                                                                     |      | 2    |      |
| ЗАО «Агрофирма «Патруши»                                                                                    |      | 5    |      |
| КФХ Дворницкий Д. В.                                                                                        |      | 3    |      |
| Индивидуальный предприниматель Мордвинкин Геннадий Семенович                                                |      | 1    |      |
| Крестьянское хозяйство Аникьева Анатолия Владимировича                                                      |      | 2    |      |
| СПК «Глинский»                                                                                              |      | 3    |      |
| ПАО «Каменское»                                                                                             |      | 3    |      |
| ЗАО «Талицкое»                                                                                              |      | 2    |      |
| Крестьянское хозяйство Чурманова Михаила Витальевича                                                        |      | 1    |      |
| ООО «Лебедкинский»                                                                                          |      | 1    |      |
| ИП Мошнин Юрий Алексеевич                                                                                   |      | 1    |      |
| СПК им. Жукова                                                                                              |      | 2    |      |
| АО АПК «Белореченский»                                                                                      |      | 2    |      |
| ООО «Роща»                                                                                                  |      | 1    |      |
| ГУП СО «Совхоз «Шумихинский»                                                                                |      | 3    |      |
| СПК Колхоз «Урал»                                                                                           |      | 2    |      |
| ООО «Ямовский»                                                                                              |      | 1    |      |
| ООО «Деевское»                                                                                              |      | 2    |      |
| ООО «Агрофирма «Байкаловская»                                                                               |      | 1    |      |
| Крестьянское (фермерское) хозяйство Терещенко Алены Валерьевны                                              |      | 1    |      |
| ООО «Бородулинское»                                                                                         |      | 2    |      |
| ПСК «Совхоз Накаръяковский»                                                                                 |      | 1    |      |
| ИП Опалев Е. С. – глава КФХ                                                                                 |      | 2    |      |
| ООО «Агрофирма Манчажская»                                                                                  |      | 1    |      |
| ООО «Розовый лотос»                                                                                         |      | 1    |      |
| АО «Тепличное»                                                                                              |      | 3    |      |
| ООО «БМК»                                                                                                   |      | 1    |      |
| ИП Глава КФХ Овчинников Василий Иванович                                                                    |      | 1    |      |
| ИП Глава КФХ Дергачева Светлана Игоревна                                                                    |      | 1    |      |
| Итого:                                                                                                      | 36   | 100  | 47   |

Table 2

**Information about organizations that have signed a contract for targeted training of a citizen in the Ural State Agrarian University for 2017-2019**

| <i>Name of the organization</i>                                                                                              | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Irbit dairy plant</i>                                                                                                     |             | 3           | 2           |
| <i>Ural research institute of agriculture</i>                                                                                |             |             | 14          |
| <i>Poultry Farm "Reftinskaya"</i>                                                                                            |             | 2           | 6           |
| <i>Uralplemtsent</i>                                                                                                         |             | 1           | 2           |
| <i>Administration of the Rezh urban district</i>                                                                             |             |             | 1           |
| <i>Sverdlovsk regional veterinary station on struggle against illnesses of animals</i>                                       |             | 2           | 6           |
| <i>Administration of the Sosnovskiy municipal district</i>                                                                   |             |             | 1           |
| <i>Sukhoy log veterinary station</i>                                                                                         |             |             | 1           |
| <i>Sysert' veterinary station for the control of animal diseases</i>                                                         |             |             | 2           |
| <i>Verkhotur'e veterinary station</i>                                                                                        |             | 1           | 1           |
| <i>Agricultural production cooperative "March 8<sup>th</sup>"</i>                                                            |             |             | 1           |
| <i>Kurgan veterinary center</i>                                                                                              |             | 1           | 1           |
| <i>Turin veterinary station</i>                                                                                              |             |             | 2           |
| <i>Sverdlovsk reference center of the Federal service for veterinary and phytosanitary surveillance</i>                      |             | 2           | 2           |
| <i>Belovarsk veterinary station</i>                                                                                          |             | 1           | 2           |
| <i>Arti veterinary station</i>                                                                                               |             | 1           | 1           |
| <i>Federal state unitary enterprise "State farm Znamenskiy"</i>                                                              |             |             | 1           |
| <i>Polevskaya veterinary station for the control of animal diseases</i>                                                      |             | 1           | 1           |
| <i>Breeding poultry plant "Sverdlovskiy"</i>                                                                                 |             |             |             |
| <i>Administration of Talitsa city district</i>                                                                               |             | 2           |             |
| <i>Ministry of agriculture and food of the Sverdlovsk region</i>                                                             | 33          |             |             |
| <i>Ural Federal agricultural research center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences</i>                       |             | 19          |             |
| <i>JSC Educational and experimental farm "Uralets"</i>                                                                       | 1           | 8           |             |
| <i>Specialized Regional State Unitary Enterprise "Regional Real Estate Center" – branch of Bureau of Technical Inventory</i> |             | 2           |             |
| <i>Krasnoufimsk agricultural college</i>                                                                                     | 1           | 1           |             |
| <i>Bolshoy Istok repair and technical enterprise with a supply base</i>                                                      |             | 9           |             |
| <i>Administration of the Kasli municipal district</i>                                                                        |             | 1           |             |
| <i>Regional veterinary laboratory</i>                                                                                        |             | 7           |             |
| <i>State budgetary institution of the Sverdlovsk region "Veterinary Administration of the city of Ekaterinburg"</i>          |             | 3           |             |
| <i>Office of the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision in the Sverdlovsk Region</i>                   |             | 6           |             |
| <i>Department of Education of the Asbest region</i>                                                                          |             | 1           |             |
| <i>Ekaterinburg Power Engineering College</i>                                                                                |             | 1           |             |
| <i>Ural State Agrarian University</i>                                                                                        |             | 1           |             |
| <i>Talitsa veterinary station for combating animal diseases</i>                                                              |             | 2           |             |
| <i>Ekaterinburg Zoo</i>                                                                                                      |             | 2           |             |
| <i>Dobryanka station for the fight against animal diseases</i>                                                               | 1           |             |             |
| <i>Agricultural production cooperative "Kilachevsky"</i>                                                                     |             | 2           |             |
| <i>Agricultural production cooperative "Collective Farm named after Chapaev"</i>                                             |             | 2           |             |
| <i>LLC Tribal Poultry Reproducer "Sverdlovskiy"</i>                                                                          |             | 2           |             |
| <i>CJSC "Agricultural company "Patrushi""</i>                                                                                |             | 5           |             |
| <i>Peasant farm Dvornitskiy D. V.</i>                                                                                        |             | 3           |             |
| <i>Individual entrepreneur Mordvinkin Gennady Semenovich</i>                                                                 |             | 1           |             |
| <i>Peasant farm Anikiev Anatoliy Vladimirovich</i>                                                                           |             | 2           |             |
| <i>Agricultural production cooperative "Glinskiy"</i>                                                                        |             | 3           |             |
| <i>PJSC "Kamenskoe"</i>                                                                                                      |             | 3           |             |
| <i>CJSC "Talitskiy"</i>                                                                                                      |             | 2           |             |
| <i>Peasant farm Churmanov Mikhail Vitalievich</i>                                                                            |             | 1           |             |
| <i>LLC "Lebedinskiy"</i>                                                                                                     |             | 1           |             |
| <i>Individual entrepreneur Moshnin Yuriy Alekseevich</i>                                                                     |             | 1           |             |
| <i>JSC Agro-industrial complex named after Zikov</i>                                                                         |             | 2           |             |
| <i>JSC Agro-industrial complex "Belorechenskiy"</i>                                                                          |             | 2           |             |
| <i>LLC "Roshcha"</i>                                                                                                         |             | 1           |             |
| <i>State unitary enterprise of Sverdlovsk region "State farm "Shumikhinsky"</i>                                              |             | 3           |             |
| <i>Agricultural production cooperative Collective Farm "Ural"</i>                                                            |             | 2           |             |
| <i>LLC "Yamovsky"</i>                                                                                                        |             | 1           |             |
| <i>LLC "Deevskoe"</i>                                                                                                        |             | 2           |             |
| <i>LLC "Agrofirma "Baykalovskaya"</i>                                                                                        |             | 1           |             |
| <i>Peasant farm Tereshchenko Alyona Valeryevna</i>                                                                           |             | 1           |             |
| <i>LLC "Borodulin"</i>                                                                                                       |             | 2           |             |
| <i>Production agricultural cooperative "State farm Nakaryakovskiy"</i>                                                       |             | 1           |             |
| <i>Individual entrepreneur Opalev E. S. – the head of farm</i>                                                               |             | 2           |             |
| <i>LLC "Agrofirm Manchazhskaya"</i>                                                                                          |             | 1           |             |
| <i>LLC "Rozovyy lotos"</i>                                                                                                   |             | 1           |             |
| <i>JSC "Teplichnoe"</i>                                                                                                      |             | 3           |             |
| <i>LLC "BMK"</i>                                                                                                             |             | 1           |             |
| <i>Individual entrepreneur – head of peasant farm Ovchinnikov Vasilij Ivanovich</i>                                          |             | 1           |             |
| <i>Individual entrepreneur – head of peasant farm Dergacheva Svetlana Igorevna</i>                                           |             | 1           |             |
| <b>Total:</b>                                                                                                                | <b>36</b>   | <b>100</b>  | <b>47</b>   |

Основным источником высококвалифицированных кадров для сельского хозяйства Свердловской области является Уральский ГАУ, в его составе имеется факультет среднего профессионального образования. В целях повышения качества обучения и в связи с модернизацией и развитием производства осуществляется опережающее обучение, постоянно совершенствуется учебно-материальная база, оснащаются учебно-производственные мастерские, лаборатории, применяются инновационные педагогические технологии, к преподаванию привлекаются практики, прошедшие все ступени профессии. Однако для создания высококвалифицированного специалиста требуется еще и обратная связь от сельхозтоваропроизводителей, которые должны высказать свои требования к уровню квалификации специалиста.

Выпускники агроклассов являются потенциальными абитуриентами Уральского ГАУ. Кроме того, выпускники агроклассов могут воспользоваться договором на целевое обучение. Целевая подготовка – это целевая контрактная подготовка специалистов, представляющая собой прием абитуриентов в рамках плана набора по отдельному курсу.

Министерство агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области совместно с Уральским ГАУ осуществляет целевую подготовку специалистов с высшим и средним профессиональным образованием по очной форме обучения.

Основная проблема, волнующая многих абитуриентов, – как не ошибиться с профессией и сделать правильный выбор. На самом деле немногие точно знают, кем хотят стать. По результатам социологического опроса в университете среди студентов, аграрную профессию выбрали случайно и по обстоятельствам не связанным с заинтересованностью специальностью 26 % опрошенных, но в процессе обучения у большинства студентов отношение к выбранной специальности поменялось в лучшую сторону. У студентов старших курсов во время производственной практики приходит осознание нужности и важности выбранной профессии, а главное – желание работать по специальности.

Многие предприятия Свердловской области согласны сотрудничать с Уральским ГАУ и принимать студентов на практики, после чего с удовольствием принимают молодых специалистов в ряды своих сотрудников. Что касается вопроса о целевом обучении, в соответствии с федеральным законом № 337-ФЗ от 3 августа 2018 года договор о целевом обучении с федеральным государственным органом, органом государственной власти субъекта Российской Федерации, органом местного самоуправления, юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем вправе заключить гражданин, поступающий на обучение по образовательной программе среднего профессионального или высшего образования либо обучающийся по соответствующей образовательной программе. Поэтому считаем целесообразным информировать студентов о возможности заключения договора целевого обучения (например, с 3 курса) с дальнейшим распределением студента на работу после получения диплома государственного образца. Возможность соединить потребности организаций

в кадрах и вопрос об обеспечении студента местом практики и дальнейшего трудоустройства может выразиться в разработке и создании online-платформы.

Online-платформа – это виртуальная информационная среда, позволяющая обеспечить организацию трудовыми ресурсами, а студентов – местом работы.

Такая платформа может выполнять сразу несколько функций:

- 1) отвечать требованиям цифровизации экономики;
- 2) наладить взаимодействие министерства АПК и потребительского рынка Свердловской области с аграрным университетом для:
  - обеспечения АПК Свердловской области квалифицированными кадрами;
  - расширения базы организаций для сотрудничества;
  - повышения уровня трудоустройства выпускников по профессии;
  - реализации государственных программ направленных на развитие сельских территорий.

Учитывая обзор и технические требования к платформе, стоит отметить ее возможность трансформировать механизмы реализации государственных программ, публиковать научные проекты конкретных студентов, которыми могут заинтересоваться работодатели, а самое главное – продвинуть будущего специалиста и, возможно, обеспечить его местом прохождения практики или даже работы. Модератором платформы может быть отдел практик и трудоустройства Уральского ГАУ.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

За последние годы на федеральном уровне приняты серьезные судьбоносные для АПК страны нормативно-правовые документы, и импортозамещение постепенно уступает место экспортоориентированному сельскохозяйственному производству. Утверждены и действуют следующие документы:

- Федеральный закон РФ «О развитии сельского хозяйства» от 29.12.2006 г. № 264-ФЗ с изменениями и дополнениями;
- Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 № 966 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы»;
- Указ Президента РФ № 20 от 21.01.2020 г. «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»;
- Постановление Правительства РФ от 22.04.2019 г. № 479 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы».

Это крайне необходимо и своевременно для обеспечения поступательного интенсивного развития отрасли. Но успешное развитие АПК напрямую зависит от кадрового обеспечения сельского хозяйства. Поэтому на федеральном уровне должна быть утверждена «Стратегия развития аграрного образования в РФ до 2030 г.», разработанная Министерством сельского хозяйства России. В решении вопросов о подготовке в деле закрепления и обеспечения организации АПК квалифицированными кадрами может помочь государственная программа, которая определит

организационно-экономический механизм подготовки квалифицированных кадров для агропромышленного комплекса страны.

На региональном уровне Свердловской области необходимо разработать и утвердить долгосрочную отраслевую целевую программу «Обеспечение квалифицированными кадрами организаций АПК Свердловской области на 2020–2030 гг.», включающую в себя развитие системы

непрерывного образования «школа – колледж – вуз», апробированного в Уральском ГАУ инновационного проекта «Агроклассы», системы целевого приема абитуриентов и целевого обучения старших курсов, когда студенты более ориентированы в выбранной профессии, а также использование современной онлайн-платформы для более качественной организации практик и трудоустройства выпускников.

### Библиографический список

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
2. Воронин Б. А., Фатеева Н. Б. Государственная политика в аграрной сфере Российской Федерации // Аграрный вестник Урала. 2014. № 7 (125). С. 84–87.
3. Воронин Б. А., Воронина Я. В., Фатеева Н. Б., Петрова Л. Н. Актуальные проблемы социально-экономического развития сельских территорий (на примере Свердловской области) // Аграрный вестник Урала. 2017. № 9 (163). С. 14.
4. Донник И. М., Карпухин М. Ю., Воронин Б. А. [и др.] Формирование квалифицированного специалиста, патриота и гражданина в аграрном вузе. Екатеринбург, 2016. 264 с.
5. Иншаков В. А. Формирование социально-профессионального статуса молодых специалистов сельского хозяйства в регионе [Электронный ресурс]. URL: <http://cheloveknauka.com/formirovanie-sotsialno-professionalnogo-statusa-molodyh-spetsialistov-selskogo-hozyaystva-v-regione> (дата обращения: 25.08.2019).
6. Концепция государственной молодежной политики Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2001/vestniksf141-10/vestniksf141-10090.htm> (дата обращения: 25.08.2019).
7. Кучеров А. С. О закрепляемости молодых специалистов в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-form-vzaimodeystviya-agrarnyh-vuzov-selskih-shkol-i-selskohozyaystvennyh-tovaroproduzvoditeley-kak-usloviye> (дата обращения: 25.08.2019).
8. Nabokov V. I., Mingalev V. D., Pustuyev A. L., Sharapova V. M., Grytsova O. A., Rubayeva O. D., Razorvin I. V. Marketing information analysis on educational service quality in terms of innovative activity // The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAS. 2018. March Special Edition. Pp. 31–38.
9. Kulagina N. A., Bobryshev A. N., Sulumov S. K., Chaykovskaya L. A., Smirnova A. V. Personnel Potential Of The Agrarian Sector Of The Economy Of The Southern Russia: Regularities And Prospects Of Development // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Science. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 1321–1328.
10. Khokhlova M. G. Youth labour market: European experience in Russian context // World Economy and International Relations. 2019. Vol. 63. No. 9. Pp. 118–128.
11. Малышева Н. И. Привлечение и закрепление молодых специалистов на предприятии: проблемы и пути решения [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ceninauku.ru/page\\_31235.htm](http://www.ceninauku.ru/page_31235.htm) (дата обращения: 29.04.2019).
12. Мануковская М. В., Корыстин М. И., Климова Е. А. Адаптации молодых специалистов в новом коллективе [Электронный ресурс]. URL: [http://www.vsuet.ru/science/conference2015/2015\\_11\\_11\\_sbornik.pdf](http://www.vsuet.ru/science/conference2015/2015_11_11_sbornik.pdf) (дата обращения: 29.04.2019).
13. Молодые сельские специалисты «Tverlife.ru» [Электронный ресурс] // Сайт Минсельхоза России. URL: <http://www.mcx.ru/news/news/show/35420.htm> (дата обращения: 25.11.2019).
14. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2016 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс] // Информационно-правовой портал Гарант.ру. URL: <http://base.garant.ru/71795738/> (дата обращения: 26.11.2019).
15. Организация профориентационной работы и взаимодействие аграрных вузов России с сельскими школами: науч. изд. М.: Росинформагротех, 2014. 49 с.
16. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства. URL: <http://www.mcx.ru> (дата обращения: 25.11.2019).
17. Петрова Л. Н., Куимова В. А., Шарипова Н. Ф. Особенности закрепления кадрового потенциала на предприятиях АПК // Теория и практика управления сельским хозяйством: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения доктора экономических наук, профессора А. Л. Пустуева. Екатеринбург, 2019. С. 353–356.
18. Проблемы и перспективы сельских территорий: позиция молодежи [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mpcentre.ru> (дата обращения: 25.11.2019).
19. Скобелина М. С. Некоторые факторы, влияющие на трудоустройство современных выпускников [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-factory-vliyayushchie-na-trudoustroystvo-sovremennyh-vypusnikov> (дата обращения: 25.11.2019).
20. Фатеева Н. Б., Петрова Л. Н., Шарипова Н. Ф. Государственная политика в области обеспечения устойчивого развития сельских территорий // Экономика и управление: современные проблемы: материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции «Тенденции развития гуманитарного и социально-экономического образования в высшей школе». Екатеринбург, 2018. Том 2. С. 156–161.

**Об авторах:**

Наталья Борисовна Фатеева<sup>1</sup>, старший преподаватель, ORCID 0000-0001-7459-8816, AuthorID 651839;  
+7 (343) 221-41-12, [natbor73@mail.ru](mailto:natbor73@mail.ru)

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

## Features of training for the agricultural sector of the Sverdlovsk region

N. B. Fateeva<sup>1</sup>✉

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

✉ E-mail: [natbor73@mail.ru](mailto:natbor73@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of the research is to identify the problems of providing qualified personnel for agricultural enterprises of the agro-industrial complex of the Sverdlovsk region and suggest ways to solve them. For this, it is necessary to conduct a serious and thorough study of it, through sociological, analytical and statistical **methods**. As the requirements for workers, specialists and managers increase, the need for improving the forms and methods of their training, creating an effective system of continuing professional education for all categories of workers increases. It is known that the source of replenishment of labor resources for agricultural enterprises (and other fields of activity) is young people and, in particular, graduates of higher and secondary educational institutions **Results** of the study: in order to conduct an objective assessment of providing agricultural enterprises in the Sverdlovsk region with young specialists, it is first necessary to determine the level of their interest in a future profession and the desire to work in the industry. Choosing a research method, a sociological survey we conducted it among students of the Ural State Agrarian University in the second quarter of 2019. Also, information was collected and analyzed on admission to places under the targeted admission quota in the areas of training and specialties at the Ural State Agrarian University for 2017–2019. Having studied the issue of career guidance for schoolchildren, it is necessary to strengthen the revival of agricultural classes and pay special attention to settlements in which there is a shortage of highly qualified personnel in agriculture. It is proposed to develop an online platform that will provide an opportunity to combine the needs of organizations in personnel and the issue of providing the student with a place of practice and further employment. **The scientific novelty** of the study consists in a set of measures, based on comprehensive monitoring of the state of personnel potential in the agricultural sector and includes not only socially significant areas, but also real mechanisms for their solution

**Keywords:** agro-industrial complex, personnel potential, analysis, monitoring, training, provision of personnel for agriculture and agro-industrial complex, program and target regulation, rural labor resources.

**For citation:** Fateeva N. B. Osobennosti podgotovki kadrov dlya APK Sverdlovskoy oblasti [Features of training for the agricultural sector of the Sverdlovsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 80–89. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-80-89. (In Russian.)

**Paper submitted:** 02.06.2020.

### References

1. Vedomstvennyy proekt “Tsifrovoye sel’skoye khozyaystvo” [Departmental project “Digital Agriculture”]. Moscow: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2019. 48 p. (In Russian.)
2. Voronin B. A., Fateeva N. B. Gosudarstvennaya politika v agrarnoy sfere Rossiyskoy Federatsii [State policy in the agricultural sector of the Russian Federation] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 7 (125). Pp. 84–87. (In Russian.)
3. Voronin B. A., Voronina Ya. V., Fateeva N. B., Petrova L. N. Aktual’nye problemy sotsial’no-ekonomicheskogo razvitiya sel’skikh territoriy (na primere Sverdlovskoy oblasti) [Actual problems of socio-economic development of rural territories (on the example of the Sverdlovsk region)] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 9 (163). P. 14. (In Russian.)
4. Donnik I. M., Karpukhin M. Yu., Voronin B. A., et al. Formirovanie kvalifitsirovannogo spetsialista, patriota i grazhdanina v agrarnom vuze [Formation of a qualified specialist, patriot, and citizen in an agricultural university]. Ekaterinburg, 2016. 264 p. (In Russian.)
5. Inshakov V. A. Formirovanie sotsial’no-professional’nogo statusa molodykh spetsialistov sel’skogo khozyaystva v regione [Formation of the socio-professional status of young agricultural specialists in the region] [e-resource]. URL: <http://cheloveknauka.com/formirovanie-sotsialno-professionalnogo-statusa-molodyh-spetsialistov-selskogo-hozyaystva-v-regione> (appeal date: 25.08.2019). (In Russian.)
6. Kontseptsiya gosudarstvennoy molodezhnoy politiki Rossiyskoy Federatsii [The concept of state youth policy of the Russian Federation] [e-resource]. URL: <http://budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2001/vestniksf141-10/vestniksf141-10090.htm> (appeal date: 25.08.2019). (In Russian.)

7. Kucherov A. S. O zakreplaemosti molodykh spetsialistov v se'skokkhozyaystvennom proizvodstve [About the consolidation of young specialists in agricultural production] [e-resource]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-form-vzaimodeystviya-agrarnykh-vuzov-selskikh-shkol-i-selskikhkhozyaystvennykh-tovaroizvoditeley-kak-uslovie> (appeal date: 25.08.2019). (In Russian.)
8. Nabokov V. I., Mingalev V. D., Pustuyev A. L., Sharapova V. M., Grytsova O. A., Rubayeva O. D., Razorvin I. V. Marketing information analysis on educational service quality in terms of innovative activity // The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAS. 2018. March Special Edition. Pp. 31–38.
9. Kulagina N. A., Bobryshev A. N., Sulumov S. K., Chaykovskaya L. A., Smirnova A. V. Personnel Potential Of The Agrarian Sector Of The Economy Of The Southern Russia: Regularities And Prospects Of Development // Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Science. 2018. Vol. 9. No. 6. Pp. 1321–1328.
10. Khokhlova M. G. Youth labour market: European experience in Russian context // World Economy and International Relations. 2019. Vol. 63. No. 9. Pp. 118–128.
11. Malysheva N. I. Privlechenie i zakreplenie molodykh spetsialistov na predpriyatii: problemy i puti resheniya [Attracting and retaining young specialists in the enterprise: problems and solutions] [e-resource]. URL: [http://www.ceninauku.ru/page\\_31235.htm](http://www.ceninauku.ru/page_31235.htm) (appeal date: 29.04.2019). (In Russian.)
12. Manukovskaya M. V., Korystin M. I., Klimova E. A. Adaptatsii molodykh spetsialistov v novom kollektive [Adaptations of young specialists in a new team] [e-resource]. URL: [http://www.vsuet.ru/science/conference2015/2015\\_11\\_11\\_sbornik.pdf](http://www.vsuet.ru/science/conference2015/2015_11_11_sbornik.pdf) (appeal date: 29.04.2019). (In Russian.)
13. Molodye sel'skie spetsialisty "Tverlife.ru" [e-resource] // Ofitsial'nyy internet-portal Ministerstva sel'skogo khozyaystva. URL: <http://www.mcx.ru/news/news/show/35420.htm> (appeal date: 25.11.2019). (In Russian.)
14. Natsional'nyy doklad "O khode i rezul'tatakh realizatsii v 2016 godu Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, sy'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody" [National report "About the progress and results of the implementation in 2016 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013–2020"] [e-resource] // Informatsionno-pravovoy portal Garant.ru. URL: <http://base.garant.ru/71795738/> (appeal date: 26.11.2019). (In Russian.)
15. Organizatsiya proforientatsionnoy raboty i vzaimodeystvie agrarnykh vuzov Rossii s sel'skimi shkolami: nauch. izd. [Organization of career guidance work and the interaction of agricultural universities in Russia with rural schools: scientific edition]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2014. 49 p. (In Russian.)
16. Ofitsial'nyy internet-portal Ministerstva sel'skogo khozyaystva [Official website of the Ministry of Agriculture]. URL: <http://www.mcx.ru> (appeal date: 25.11.2019). (In Russian.)
17. Petrova L. N., Kuimova V. A., Sharipova N. F. Osobennosti zakrepleniya kadrovogo potentsiala na predpriyatiyakh APK [Features of securing human resources at agricultural enterprises] // Teoriya i praktika upravleniya sel'skim khozyaystvom: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letiyu so dnya rozhdeniya doktora ekonomicheskikh nauk, professora A. L. Pustueva. Ekaterinburg, 2019. Pp. 353–356. (In Russian.)
18. Problemy i perspektivy sel'skikh territoriy: pozitsiya molodezhi [Problems and prospects of rural areas: the position of youth] [e-resource]. URL: <http://www.mpcentre.ru>. (appeal date: 25.11.2019). (In Russian.)
19. Skobelina M. S. Nekotorye faktory, vliyayushchie na trudoustroystvo sovremennykh vypusnikov [Some factors affecting the employment of modern graduates] [e-resource]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-factory-vliyayushchie-na-trudoustroystvo-sovremennykh-vypusnikov>. (appeal date: 25.11.2019). (In Russian.)
20. Fateeva N. B., Petrova L. N., Sharipova N. F. Gosudarstvennaya politika v oblasti obespecheniya ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy [State policy in the field of sustainable development of rural territories] // Ekonomika i upravlenie: sovremennye problemy: materialy Vserossiyskoy natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Tendentsii razvitiya gumanitarnogo i sotsial'no-ekonomicheskogo obrazovaniya v vysshey shkole", 2018. T. 1. Pp. 156–161. (In Russian.)

#### Authors' information:

Natalya B. Fateeva<sup>1</sup>, senior lecturer, ORCID 0000-0001-7459-8816, AuthorID 651839; +7 (343) 221-41-12, [natbor73@mail.ru](mailto:natbor73@mail.ru)

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

## Государственное планирование как инструмент поступательного развития сельского хозяйства

М. А. Холодова<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Федеральний Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Россия

✉ E-mail: kholodovama@rambler.ru

**Аннотация.** Цель. Исследование направлено на изучение и обоснование направлений совершенствования системы государственного планирования и адаптации методологии ее использования к тенденциям современной экономической реальности. **Методы.** Методический аппарат исследований по заявленной проблеме основан на методах экономического и сравнительного анализа, экспертных оценок. Изложены методологические аспекты разработки государственного территориального плана развития сельского хозяйства. **Результаты и практическая значимость.** В статье изучены особенности становления системы государственного планирования в аграрном секторе экономики. Исследован механизм формирования программно-целевого подхода в отечественной системе государственного планирования. Обоснована необходимость использования инструментов государственного планирования в условиях адаптации аграрного сектора экономики к тенденциям турбулентности мировой и национальной экономики. Аргументировано, что отсутствие действенных научно обоснованных инструментов системы государственного регулирования экономики становится основным фактором сдерживающим развитие отрасли сельскохозяйственного производства страны. Результаты исследования свидетельствуют, что в современных условиях применение инструментов государственного планирования должно носить системный характер, включать в себя макро- и микроэкономические аспекты. Концептуальные положения исследования и его практические выводы могут быть использованы хозяйствующими субъектами с целью повышения качества принятия управленческих решений, а также органами государственной власти различных уровней управления как инструмента научного предвидения и вариантного анализа для стабилизации работы аграрного сектора экономики в условиях новой экономической реальности. **Научная новизна.** Разработана модель территориального государственного планирования развития аграрного сектора экономики России, представленная системой ключевых элементов государственного стратегического планирования: планы, прогнозы, программы и проекты, и адаптированная к условиям новой экономической реальности. Тенденции пандемии позволили подчеркнуть еще раз гипотезу автора о том, что государственное планирование является инструментом поступательного развития сельского хозяйства в современных условиях.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, государственное планирование, программно-целевое планирование, территориальное планирование, проектное управление.

**Для цитирования:** Холодова М. А. Государственное планирование как инструмент поступательного развития сельского хозяйства // Аграрный вестник Урала. 2020. № 08 (199). С. 90–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-90-98.

**Дата поступления статьи:** 03.06.2020.

### Постановка проблемы (Introduction)

Усиление тенденций глобальной турбулентности, стремительные геополитические и геоэкономические изменения социально-экономической картины мира на фоне распространения коронавирусной инфекции COVID-19, определяемые отечественными и зарубежными экономистами как *постпандемическая реальность*, привели к формированию новых представлений об использовании инструментов государственного регулирования аграрного сектора экономики [13, с. 33].

Развитие аграрной отрасли и всей национальной экономики России на современном этапе определяется тенденциями их адаптации к условиям постпандемической реальности. Инерционный характер сельскохозяйственного производства, медленно реагирующий на влияние пандемии в краткосрочном периоде и не спеша выходя-

щий из очередного затяжного кризисного состояния, в долгосрочной перспективе требует активизации использования инструментов и механизмов, направленных на сглаживание амплитуды колебаний рыночного механизма хозяйствования и неравномерного развития его отраслей в регионах, повышения их конкурентоспособности, поиска магистральной траектории экономического развития аграрного сектора в целом, среди которых центральное место занимает стратегическое планирование в системе государственного регулирования АПК [2, с. 19], [4, с. 90–91], [5, с. 12–13], [11]. В современных условиях применение данного инструмента государственного регулирования аграрного сектора экономики должно носить системный характер, включать в себя макро- и микроэкономические аспекты. Экономисты-аграрники разделяют точку зрения о том, что формирование научной платфор-

мы стратегического планирования должно основываться на теоретико-методологических подходах к изучению экономических кризисов, обеспечивающих стабилизацию устойчивого развития экономических систем, масштабность и потенциал которых соответствует отечественной агропродовольственной системе.

Следует отметить, что кризисы подрывают основу функционирования устаревших структур и институтов, открывая путь новым современным формам экономического взаимодействия. Так, кризисные явления глобальной и национальной экономики, включая их пандемический синдром, в долгосрочной перспективе будут сохранять и совершенствовать «родовые признаки» ядра системы стратегического планирования – его концептуальные основы, трансформируя подходы государственного регулирования отрасли при адаптации к последствиям постпандемической реальности.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время система государственного планирования является основным инструментом реализации социально-экономической политики в аграрной сфере. Ключевые приоритеты развития агропродовольственного рынка страны находят отражение в реализации государственных программ [6, с. 53–54], [7, с. 22], [10, с. 53–57].

Практика программирования в современной России берет начало с принятия в 1995 г. Федерального закона «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития», в котором было определено содержание системы прогнозов и программ социально-экономического развития страны и ее регионов, основные этапы их разработки, ключевые элементы и структура. С этого периода программы как плановые документы получили в России широкое распространение. Например, за последнее десятилетие разработано и было утверждено около 40 федеральных целевых программ. Однако большая их часть либо была не реализована, либо не принесла ожидаемого эффекта как по причине должного финансового обеспечения, так и из-за отсутствия сформированной, достаточно полноценной и приспособленной к условиям рыночной структурной трансформации системы социально-экономического планирования и прогнозирования в стране и соответствующей ей нормативно-правовой базы. Неоднозначность понимания значения и необходимости государственного планирования современной экономики на уровне общества и в научных кругах создавали определенные трудности при попытках его возрождения. Поэтому на протяжении двух последующих десятилетий вплоть до 2014 года государственные программы разрабатывались в условиях отсутствия сформированной системы государственного планирования [3, с. 10–16], [8, с. 48–49], [14, с. 24–27], [15, с. 7–14].

Следует отметить, что существующая на данный момент совокупность разработанных и действующих федеральных целевых программ является лишь фрагментом системы государственного планирования, который без системного стратегического характера вносит определенные диспропорции в развитие отрасли. Поэтому необходимость использования инструментов государственного

планирования на современном этапе обусловлена обеспечением сбалансированности и пропорциональности развития сельского хозяйства как единого целого в условиях постпандемической реальности.

### Методология и методы исследования (Methods)

Обоснованы методологические аспекты разработки государственного территориального планирования на основе использования ключевых элементов системы государственного стратегического планирования, среди которых планы, прогнозы, программы и проекты, адаптированные к условиям новой экономической реальности.

Методический аппарат исследований по заявленной проблеме основан на монографическом, абстрактно-логическом методах и методе сравнительного анализа.

### Результаты (Results)

Становление отечественной системы государственного планирования экономисты-аграрники связывают с принятием Федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации» в 2014 году, предусматривающем формирование на всех уровнях управления соответствующих структур и механизмов реализации. Сложный и многогранный набор планово-прогнозных документов по ключевым направлениям деятельности, предложенных в законе, среди которых целеполагание, прогнозирование, планирование на среднесрочный и краткосрочный периоды, программирование, не позволил к 2016 году сформировать соответствующие нормативно-правовую и методическую основы по их реализации в стране, в связи с чем окончательные сроки их разработки и утверждения были перенесены на более поздний срок [1, с. 19–21], [3, с. 10–13].

Следует отметить, что первые шаги в системе государственного планирования социально-экономических процессов аграрной сферы были сделаны значительно раньше. Так, в 2006 году Минсельхозом России в рамках Федерального закона «О развитии сельского хозяйства» был разработан и реализован Национальный проект «Развитие АПК», выполнение мероприятий которого повысило инвестиционную активность и конкурентоспособность животноводства, увеличило потребление основных продуктов питания на душу населения и стимулировало положительную динамику экономического роста в аграрной сфере в долгосрочной перспективе. Кроме того, Нацпроект заложил фундаментальную основу для формирования первой в стране отраслевой Госпрограммы развития сельского хозяйства на 2008–2012 годы, отразившей в своей структуре приоритетные цели, ориентиры, индикаторы развития отрасли на среднесрочную перспективу и обязательства государства по поддержке сельскохозяйственных товаропроизводителей. Однако из-за отсутствия должного опыта разработки таких документов первая госпрограмма была несовершенна как по структуре, так и по механизму оказания бюджетной поддержки.

Так, при недостаточном уровне государственной поддержки аграрного сектора только незначительная ее доля приходилась непосредственно на сельхозтоваропроизводителей, зачастую оказывалась косвенная поддержка банковскому сектору и страховым компаниям. Ключевым

направлением госпрограммы было определено возмещение процентной ставки по кредитам, на долю которого приходилось до 80 % предоставляемых субсидий. Кроме того, инвестиции активно использовались в скороспелых отраслях, среди которых свиноводство и птицеводство, а другие направления не получили должного развития, например, отрасли молочного и мясного скотоводства [1, с. 21–22], [13, с. 35–45].

В целях преодоления имеющихся недостатков и совершенствования инструментов планирования в системе государственного регулирования сельскохозяйственного производства, усиления их комплексного и целевого характера в рамках долгосрочной госпрограммы 2013–2020 годов был введен новый механизм распределения бюджетных средств на поддержку экономически значимых региональных программ, который изначально был апробирован на отраслях мясного и молочного скотоводства. Особенностью нового механизма распределения бюджетных средств явился тот факт, что финансовые ресурсы из федерального бюджета выделялись на региональную отраслевую программу в целом. Это способствовало повышению эффективности использования государственной поддержки и совершенствованию планово-прогнозной работы на уровне субъектов РФ. Данный методологический подход позволил структурировать госпрограмму, выделив и закрепив в ее разделах отрасли и подотрасли агропромышленного комплекса, которым предусматривалось оказание финансовой поддержки государства.

Тенденции глобализации мировой экономики и санкционный режим России со странами запада также внесли свой отпечаток на структуру госпрограммы, которая, в первую очередь, была направлена на обеспечение продовольственной безопасности страны и построена на принципах продуктового подхода.

Особенностью долгосрочной госпрограммы являлось и то, что в нее впервые была включена подпрограмма «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие». В качестве приоритетных также были отмечены подпрограммы «Развитие мясного скотоводства», «Поддержка малых форм хозяйствования».

Однако новый формат госпрограммы не был лишен недостатков. Так, фрагментарный характер системы государственного стратегического планирования, отсутствие методических рекомендаций и опыта по разработке макроэкономических планов, прогнозов и программ вынуждали органы государственной власти на всех уровнях осуществлять управление развитием отрасли сельскохозяйственного производства в режиме реального времени, исходя из сложившейся ситуации, исключая возможность экономического предвидения, позволяющего действовать на опережение. Следовательно, Минсельхоз России был лишен качественных методов обоснования долгосрочных сценариев развития аграрного производства на основе прогнозирования. Кроме того, по мнению академика Г. В. Беспяхотного, постоянная корректировка и включение в госпрограмму тактических задач, вызывали необходимость вносить изменения в запланированные мероприятия [3, с. 12–16].

Так, при корректировке госпрограммы в 2016 году были выделены дополнительные цели, связанные с повышением финансовой устойчивости предприятий АПК и устойчивым развитием сельских территорий. Наблюдалась трансформация и структуры документа, например, механизм кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей, заложенный в основу отраслевых подпрограмм, был выделен в две самостоятельные подпрограммы: «Развитие финансово-кредитной системы агропромышленного комплекса» и «Стимулирование инвестиционной деятельности». Появилась подпрограмма «Экспорт продукции АПК», направленная на повышение конкурентоспособности отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей на мировом рынке сырья и продовольствия и расширение рынков сбыта.

В редакции госпрограммы в 2017 году ранее поставленные цели были не только переформулированы, но и конкретизированы и изменили вектор своего достижения, получив количественные оценки. В системе государственной поддержки сельскохозяйственного производства России были обновлены принципы и подходы к субсидированию. Так, основными нововведениями стали консолидация мер господдержки на основе «единой субсидии» для регионов и механизм льготного кредитования [1, с. 19–20], [2, с. 8–10], [9, с. 24–25].

Однако обновленные принципы и подходы к субсидированию не были направлены на устранение основных недостатков в системе государственного планирования. Например, выделяемые бюджетные ресурсы по новым правилам не были согласованы и взаимоувязаны с нормативными и плановыми показателями развития аграрного производства, в том числе в субъектах Российской Федерации, потенциальными потребностями заемщиков.

В 2018 году для усиления целевой направленности и повышения эффективности расходования бюджетных средств Правительство РФ утвердило пять государственных программ в качестве «пилотных» по переводу на проектные методы, в том числе Госпрограмму развития сельского хозяйства на 2013–2020 годы, пролонгировав срок ее действия до 2025 года и изменив структуру. Так, в проектную часть вошли приоритетные проекты отрасли, получившие статус ведомственных, а в процессную часть включены направления, их обеспечивающие.

Тенденции распространения COVID-19 в России также нанесли свой отпечаток на механизм реализации государственной поддержки отрасли и основные мероприятия по адаптации сельскохозяйственного производства России к условиям пандемии. В частности, в мае 2020 года Министерством сельского хозяйства России в рамках программно-целевого подхода управления отраслью запланировано увеличение финансирования программы реализации сельскохозяйственной техники со скидкой на 4,5 млрд руб.; намечена докапитализация Росагролизинга на 6 млрд руб.; определен перечень системообразующих сельскохозяйственных организаций, в который вошли 77 компаний из 30 субъектов РФ. Приоритет отдается формированию логистической и сбытовой инфраструк-

туры в сельском хозяйстве; наращиванию экспорта и сокращению импорта агропродовольственной продукции; разработке и освоению ресурсосберегающих технологий, биологизации сельского хозяйства; развитию малоформатного сектора экономики и сельскохозяйственной кооперации, сельскохозяйственного машиностроения, микробиологической промышленности, семеноводства, производства средств защиты растений, ветпрепаратов, науки и образования [11].

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В научном аграрном экономическом сообществе разделяют точку зрения, что необходимым инструментом государственного регулирования сельскохозяйственного производства и адаптацией его к последствиям постпандемии является не только видоизменение организационно-экономического механизма распределения бюджетных средств, но и разработка научного обеспечения системы государственного стратегического планирования.

Исследования показали, что в настоящее время в России методология формирования системы индикативного стратегического планирования подвержена трансформации как по уровням власти, так и по субъектам и объектам управления [16], [17, с. 475–480].

Так, основу формирования методологии системы государственного планирования сельского хозяйства в России составляет программно-целевой подход в рамках проектного управления. Ключевым инструментом регулирования и обеспечения поступательного развития аграрного производства и сельских территорий выступает организационно-экономический механизм оказания государственной поддержки.

На федеральном, региональном и муниципальном уровнях управления механизм оказания государственной поддержки сельскому хозяйству имеет свои особенности. Они определяются, прежде всего, приоритетными направлениями устойчивого развития аграрного сектора и выбором способов их достижения.

Однако, несмотря на постоянно обновляемые механизмы оказания бюджетной поддержки сельскохозяйственным товаропроизводителям, эти попытки не решают большую часть накопившихся проблем. Применение инструментов государственного стратегического планирования в АПК происходит в условиях проб и ошибок. Данная негативная тенденция обусловлена отсутствием научно-методологических основ стратегического планирования в системе государственного регулирования сельскохозяйственного производства. Прежде всего, это касается методологии построения системы целей (дерева целей), на реализацию которых направлены ведомственные программы развития сельского хозяйства.

Так, согласно методологии экономического планирования, ключевая цель развития аграрного сектора должна быть структурирована на подцели, каждая из которых имеет право быть относительно обособленной и органично вписываться в процесс достижения конечной цели. Обоснование цели развития аграрного производства страны и ее подцелей должно быть описано в виде количественных

и качественных показателей, заданий, нормативов. Необходимо отметить, что с методологической точки зрения система целей госпрограммы и этапы ее достижения ограничиваются ресурсным потенциалом отрасли, эффективность использования которого определяет конечный результат. Следовательно, систему целей, ресурсов и количественных экономических оценок конечных результатов можно представить в виде замкнутого треугольника, в рамках которого должна функционировать система целей и соответствующая ей адекватная система ведомственных социально-экономических программ, обеспечивающих устойчивое развитие аграрного производства. Данный треугольник делает процесс формирования социально-экономических программ многоэтапным и итеративным.

Кроме того, аспекты территориального планирования аграрного производства до сих пор не нашли отражения в нормативно-правовых актах, определяющих фундаментальную базу системы государственного стратегического планирования. В результате наблюдается количественное обоснование целевых показателей государственных программ на основе субъективных оценок, не учитывающее планы территориального развития субъектов Российской Федерации, возникают разногласия по поводу достижения этих показателей, имеет место существенная дифференциация регионов по уровню их социально-экономического развития, появляется все большее количество депрессивных сельских территорий.

Рассмотрим предлагаемую нами научно обоснованную модель территориального планирования развития аграрного сектора экономики России в рамках госпрограммы на основе проектного подхода (рис. 1), включающую в себя ключевые элементы системы государственного стратегического планирования: планы, прогнозы, программы и проекты.

Перечисленные элементы системы государственного стратегического планирования в настоящее время носят фрагментарный характер и применяются разрозненно, что противоречит теории и методологии экономического планирования.

Так, разработка модели территориального планирования развития аграрного производства в рамках проектного подхода преследует ключевую цель – обеспечить приоритет регионам с наилучшими условиями развития отраслей АПК. Государственные программы на принципах проектного управления при этом должны выступать инструментом нивелирования рентных условий производства, различий в социально-экономическом развитии сельских территорий и доходов сельского населения. Для достижения выделенных подцелей на первом этапе Министерству сельского хозяйства России совместно с представителями аграрной экономической науки необходимо разработать генеральный план размещения и специализации сельскохозяйственного производства в контексте пространственного развития по зонам и регионам, произвести типологию сельских территорий.

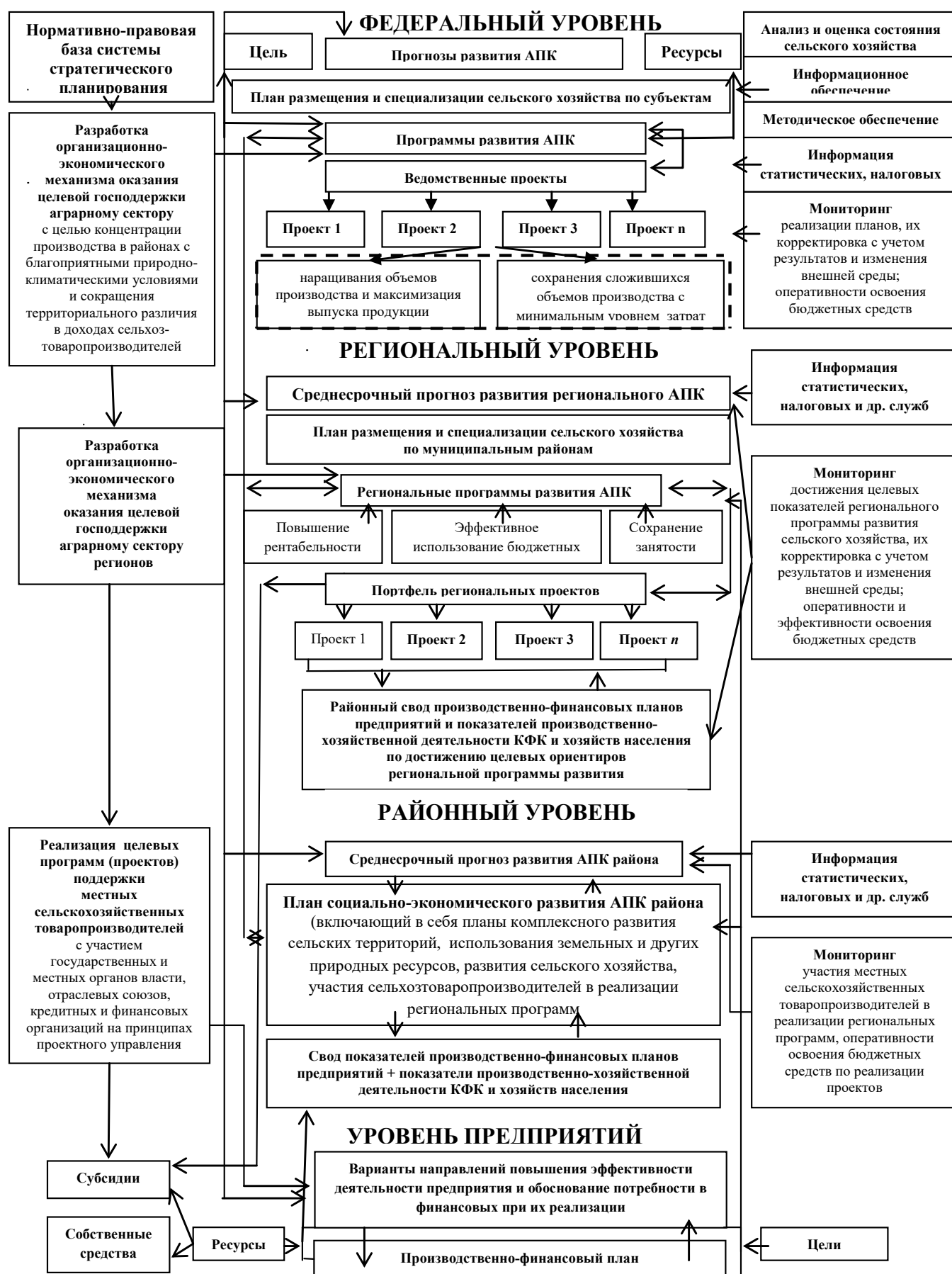


Рис. 1. Модель формирования системы государственного территориального планирования сельского хозяйства России на принципах проектного управления (разработано по материалам исследования)

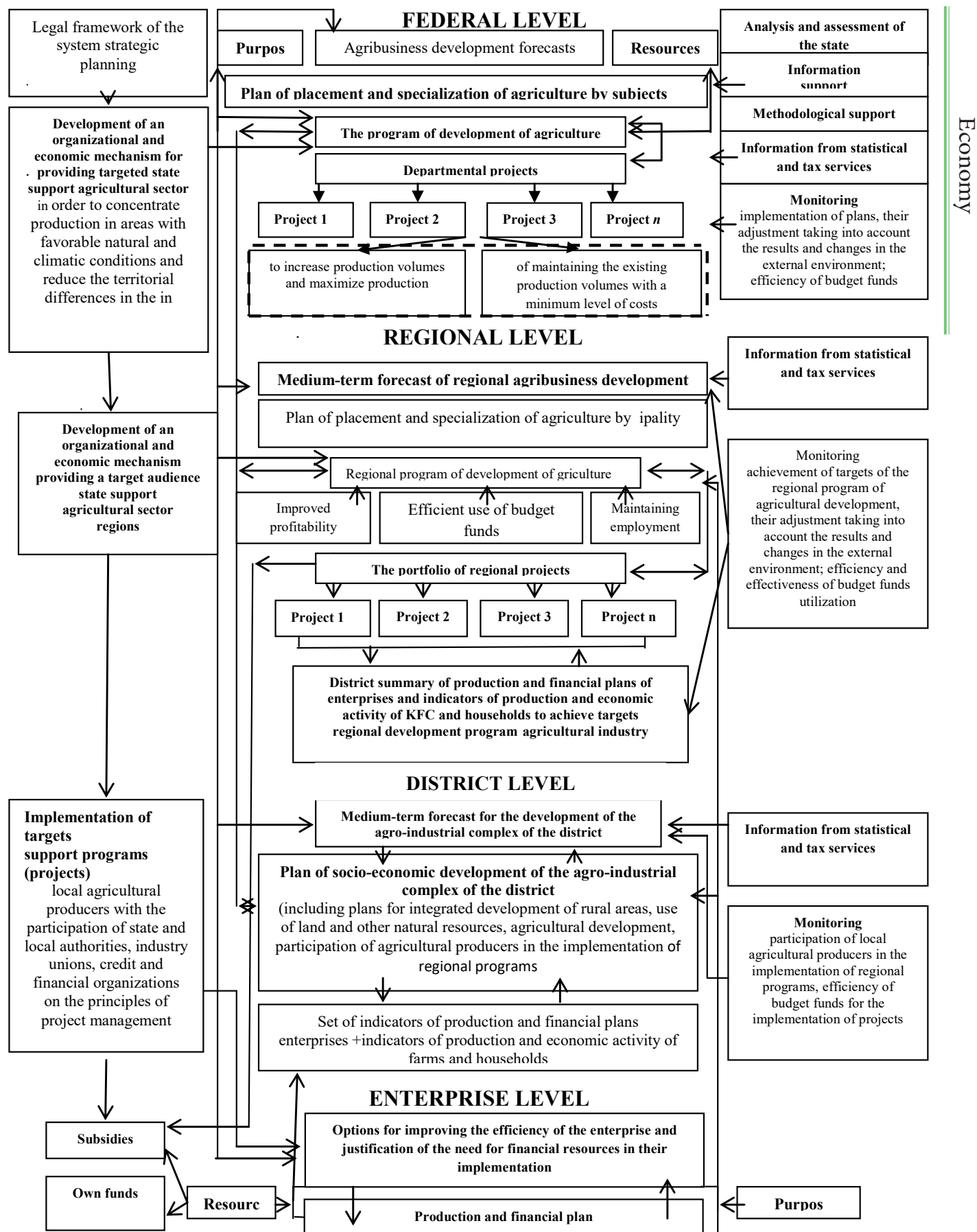


Fig. 1. Model of system formation state territorial planning of agriculture Russia on the principles of project management (developed based on research materials)

Итоги проделанной работы послужат фундаментальной основой для организации территориального планирования в рамках госпрограмм. Затем Министерство сельского хозяйства страны должно приступить к количественной оценке целевых показателей. Для приоритетных отраслей, по которым ожидается существенный рост производства либо сохранение сложившейся динамики и при этом требуются серьезные структурные изменения касательно специализации и концентрации производства, на федеральном уровне необходимо разработать ведомственные целевые программы. Главным критерием оптимальности обоснования технико-экономических параметров ведомственных программ при расширенном воспроизводстве выступает максимизация объемов выпуска основных видов сельскохозяйственной продукции. В приоритетных отраслях, где намечается сохранение сложившегося уровня производства, критерием оптимальности выступает минимизация затрат при заданном объеме выпуска. При этом для каждого региона дифференцированно устанавливаются плановые объемы производства. Приоритет отдается зонам с благоприятными условиями для развития той или иной отрасли сельского хозяйства [3, с. 12–16], [4, с. 90–93].

Одновременно с разработкой ведомственных целевых программ на федеральном уровне обосновываются прогнозные сценарии развития аграрного сектора экономики страны с учетом новых условий экономической реальности. Их наличие позволит объективно оценить количественные параметры ведомственных целевых программ и внести соответствующие своевременные корректировки [9].

Следующий этап территориального планирования предполагает разработку региональных программ развития сельского хозяйства, опирающихся как на стратегию развития региона, так и на целевые показатели объемов производства, установленные на федеральном уровне и их ресурсное обеспечение. Мы разделяем точку зрения академика Г. В. Беспяхотного, что критериями оптимальности технико-экономических параметров региональных программ как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе должны выступать показатели эффективного использования бюджетных средств, повышения рентабельности отраслей АПК, сохранения занятости сельского населения [3, с. 16].

В связи с этим разнонаправленные критерии развития сельского хозяйства в регионах Российской Федерации предполагают разработку и обоснование прогнозных сценариев развития регионального АПК с учетом объективных оценок функционирования сельскохозяйственных товаропроизводителей различных форм хозяйствования, оказывающих синергетический эффект на развитие отрасли. Следует отметить, что показатели прогноза аграрного производства также выступают в качестве целевых ориентиров для бюджетного планирования расходов как на федеральном, так и на региональном уровнях.

На данном этапе территориального планирования разработанные программы развития регионального АПК обязательно должны пройти процедуру согласования в режиме диалога с федеральным центром. В свою очередь, региональные органы власти выполняют те же действия по отношению к сельским административным районам, которые непосредственно взаимодействуют с сельскохозяйственными товаропроизводителями различных форм хозяйствования, обеспечивающими выполнение целевых показателей региональных программ по приоритетным направлениям АПК. Основным инструментом усиления мотивации хозяйствующих субъектов всех форм к достижению конечных результатов госпрограммы выступает государственная финансовая поддержка, механизм распределения которой требует серьезного изменения в условиях постпандемической экономики. Так, приоритет должен быть отдан малоформатному сектору аграрного бизнеса. Критерий распределения бюджетных средств должен быть направлен в сторону выравнивания различий в уровне развития различных групп сельскохозяйственных товаропроизводителей. Организация планирования на принципах проектного управления на уровне районов позволит не только выявить узловые проблемы по отдельной группе сельскохозяйственных товаропроизводителей, но и вывести практически все хозяйства на передовой уровень развития, решить вопросы социального развития сельских территорий. Для этого необходимо разработать портфель проектов, ориентированных на разные группы хозяйств с участием представителей региональных и муниципальных органов власти, отраслевых союзов, кредитно-финансовых организаций. В частности, в портфель проектов на местном уровне могут входить проекты по развитию малых форм хозяйствования, диверсификации сельской экономики, сельскохозяйственной кооперации, продвижению региональных продовольственных брендов, формированию устойчивого производства основных видов сельскохозяйственной продукции на основе применения ресурсосберегающих технологий и биологизации процессов ее производства, поддержки доходов фермеров [1, с. 22], [11], [12, с. 35–37].

Применение на практике разработанной модели территориального планирования развития отраслей сельского хозяйства на принципах проектного подхода не только позволяет активизировать деятельность органов государственной власти, руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций в усилении мотивации последних в реализации федеральных и региональных программ развития аграрного сектора экономики, но и способствует наиболее эффективному распределению бюджетных средств, сбалансированности ресурсного обеспечения госпрограмм и усилению их целевой направленности при адаптации аграрного сектора к постпандемической реальности.

#### Библиографический список

1. Беспяхотный Г. В. Финансирование государственных программ по импортозамещению в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 1. С. 19–22.
2. Беспяхотный Г. В. Планирование в АПК – научное обеспечение // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 10. С. 8–12.
3. Беспяхотный Г. В. Планирование развития АПК и кооперации // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2019. № 2. С. 10–16.

4. Болдырев А. В., Шепитько Р. С. Планирование в системе регулирования сельского хозяйства // Аграрный научный журнал. 2016. № 1. С. 90–93.
5. Голубев А. В., Голубева А. А., Смоленинова Н. А. Вызовы и перспективы развития агропродовольственного комплекса России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 8. С. 12–19.
6. Камбарова С. Р. Концептуальные положения современной системы планирования на предприятиях АПК // Региональные проблемы преобразования экономики. 2016. № 2. С. 53–61.
7. Косолапова М. Системно-воспроизводственная методология оценки и прогнозирования развития аграрной экономической системы // АПК: экономика и управление. 2018. № 1. С. 22–27.
8. Личко К. П., Воронина А. Ю., Насекина Е. Ю. О методологии стратегического планирования развития агропродовольственного комплекса // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». 2015. № 5. С. 48–52.
9. Михеева Н. Н. Долгосрочные прогнозы регионального развития: анализ результатов и проблемы разработки // Проблемы прогнозирования. 2018. № 5. С. 24–38.
10. Невская Н. А. Государственное экономическое планирование в России: история и современность // Известия УрГЭУ. 2015. № 1 (57). С. 53–60.
11. Петриков А. В. Адаптация агропродовольственного сектора к постпандемической реальности [Электронный ресурс] // Развитие АПК в условиях постпандемической экономики: материалы онлайн-конференции в рамках работы Московского академического экономического форума 2020. URL: <http://www.viapi.ru/download/2020/20000521-Petrikov-pres.pdf> (дата обращения: 27.05.2020).
12. Ткач А. В., Жукова О. И. Кооперативное предпринимательство в укреплении продовольственной безопасности // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 3. С. 35–41.
13. Холодов О. А., Холодова М. А. Развитие сельского хозяйства в современных условиях российской экономики // Вестник ПГТУ. 2019. № 3. С. 32–45. DOI: 10.25686/2306-2800.2019.3.32.
14. Чекалин В., Серков А. Научные аспекты выбора стратегии развития АПК России // АПК: экономика, управление. 2015. № 10. С. 24–30.
15. Шутько А., Шутько С. Экономическая политика: проблемы воспроизводства и импортозамещения // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 5. С. 7–15.
16. Stephen K. Wegren. Institutional impact and agricultural change in Russia // Journal of Eurasian Studies. 2012. Vol. 3. Iss. 2. Pp. 193–202. DOI: 10.1016/j.euras.2012.03.010.
17. Uzun V., Shagaida N., Lerman Z. Russian agriculture: growth and institutional challenges // Land Use Policy. 2019. Vol. 83. Pp. 475–487. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.02.018.

#### Об авторах:

Марина Александровна Холодова<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, начальник отдела экономики и нормативов, ORCID 0000-0001-9808-8263, AuthorID, 517993; +7 906 183-90-31, [kholodovama@rambler.ru](mailto:kholodovama@rambler.ru)

<sup>1</sup> Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Россия

## State planning as a tool for progressive development of agriculture

M. A. Kholodova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russia

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

**Abstract. Purpose.** The research is aimed at studying and substantiating the directions of improving the state planning system and adapting the methodology of its use to the trends of modern economic reality. **Methods.** The methodological apparatus of research on the stated problem is based on methods of economic and comparative analysis, expert assessments. Methodological aspects of the development of the state territorial plan for agricultural development are described. **Results and practical significance.** The article examines the features of the formation of the state planning system in the agricultural sector of the economy. The mechanism of forming a program-target approach in the national system of state planning is studied. The necessity of using state planning tools in the conditions of adaptation of the agricultural sector of the economy to the trends of turbulence in the world and national economy is substantiated. It is argued that the lack of effective scientific-based tools for the system of state regulation of the economy is becoming the main factor hindering the development of the agricultural production sector of the country. The results of the study show that in modern conditions, the use of state planning tools should be systematic, including macro- and microeconomic aspects. The conceptual provisions of the study and its practical conclusions can be used by economic entities to improve the quality of management decision-making, as well as by public authorities at various levels of management as a tool for scientific foresight and variant analysis to stabilize the agricultural sector of the economy in the new economic reality. **Scientific novelty.** The developed model of state territorial planning of development of agrarian sector of economy of Russia, presented the key elements of the state strategic planning: plans, forecasts, programmes and projects, and

adapted to the new economic reality. The trends of the pandemic allowed us to emphasize once again the author's hypothesis that state planning is a tool for the progressive development of agriculture in modern conditions.

**Keywords:** agriculture, state planning, program and target planning, territorial planning, project management.

**For citation:** Kholodova M. A. Gosudarstvennoe planirovanie kak instrument postupatel'nogo razvitiya sel'skogo khozyaystva [State planning as a tool for progressive development of agriculture] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 08 (199). Pp. 90–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-199-8-90-98. (In Russian.)

**Paper submitted:** 03.06.2020.

### References

1. Bepakhotnyy G. V. Finansirovaniye gosudarstvennykh programm po importozameshcheniyu v sel'skom khozyaystve [Financing of state programs for import substitution in agriculture] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2016. No. 1. Pp. 19–22. (In Russian.)
2. Bepakhotnyy G. V. Planirovaniye razvitiya APK i kooperatsii [Planning in the agro-industrial complex-scientific support] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2017. No. 10. Pp. 8–12. (In Russian.)
3. Bepakhotnyy G. V. Finansirovaniye gosudarstvennykh programm po importozameshcheniyu v sel'skom khozyaystve [Planning of agribusiness development and cooperation] // Fundamental & applied researches of coop sector of economics. 2019. No. 2. Pp. 10–16. (In Russian.)
4. Boldyrev A. V., Shepi'ko R. S. Planirovaniye v sisteme regulirovaniya sel'skogo khozyaystva [The planning in the system of regulation of agriculture] // The agrarian scientific journal. 2016. No. 1. Pp. 90–93. (In Russian.)
5. Golubev A. V., Golubeva A. A., Smoleninova N. A. Vyzovy i perspektivy razvitiya agroproduktov'stvennogo kompleksa Rossii [Challenges and prospects for the development of the agro-food complex in Russia] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2018. No. 8. Pp. 12–19. (In Russian.)
6. Kambarova S. R. Kontseptual'nyye polozheniya sovremennoy sistemy planirovaniya na predpriyatiyakh APK [Conceptual provisions of the modern planning system at agribusiness enterprises] // Regional problems of transforming the economy. 2016. No. 2. Pp. 53–61. (In Russian.)
7. Kosolapova M. Sistemno-voisproizvodstvennaya metodologiya otsenki i prognozirovaniya razvitiya agrarnoy ekonomicheskoy sistemy [System-reproduction methodology for assessing and forecasting the development of the agricultural economic system] // AIC: economy, management. 2018. No. 1. Pp. 22–27. (In Russian.)
8. Lichko K. P., Voronina A. Yu., Nasekina Ye. Yu. O metodologii strategicheskogo planirovaniya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [About the methodology of strategic planning for the development of the agro-industrial complex] // Vestnik of the Federal state educational institution of higher professional education "Moscow State Agroengineering University named after V. P. Goryachkin". 2015. No. 5. Pp. 48–52. (In Russian.)
9. Mikheyeva N. N. Dolgosrochnyye prognozy regional'nogo razvitiya: analiz rezul'tatov i problemy razrabotki [Long-term forecasts of regional development: analysis of results and problems of development] // Studies on Russian Economic Development. 2018. No. 5. Pp. 24–38. (In Russian.)
10. Nevskaya N. A. Gosudarstvennoye ekonomicheskoye planirovaniye v Rossii: istoriya i sovremennost' [State economic planning in Russia: history and modernity] // Journal of New Economy. 2015. No. 1 (57). Pp. 53–60. (In Russian.)
11. Petrikov A. V. Adaptatsiya agroproduktov'stvennogo sektora k postpandemicheskoy real'nosti [Adapting the agri-food sector to the post-pandemic reality] [e-resource] // Razvitiye APK v usloviyakh postpandemicheskoy ekonomiki: materialy onlayn-konferentsii v ramkakh raboty Moskovskogo akademicheskogo ekonomicheskogo foruma 2020. URL: <http://www.viapi.ru/download/2020/20000521-Petrikov-pres.pdf> (appeal date: 27.05.2020). (In Russian.)
12. Tkach A. V., Zhukova O. I. Kooperativnoye predprinimatel'stvo v ukreplenii proizvod'stvennoy bezopasnosti [Cooperative entrepreneurship in strengthening food security] // Economics of agriculture of Russia. 2018. No. 3. Pp. 35–41. (In Russian.)
13. Kholodov O. A., Kholodova M. A. Razvitiye sel'skogo khozyaystva v sovremennykh usloviyakh rossiyskoy ekonomiki [Development of agriculture in modern conditions of the Russian economy] // Vestnik of Volga State University of Technology. 2019. No. 3. Pp. 32–45. DOI: 10.25686/2306-2800.2019.3.32. (In Russian.)
14. Chekalin V., Serkov A. Nauchnyye aspekty vybora strategii razvitiya APK Rossii [Scientific aspects of choosing a strategy for the development of the Russian agro-industrial complex] // AIC: economy, management. 2015. No. 10. Pp. 24–30. (In Russian.)
15. Shut'ko A., Shut'ko S. Ekonomicheskaya politika: problemy voisproizvodstva i importozameshcheniya [Economic policy: problems of reproduction and import substitution] // Economics of agriculture of Russia. 2015. No. 5. Pp. 7–15. (In Russian.)
16. Wegren Stephen K. Institutional impact and agricultural change in Russia // Journal of Eurasian Studies. 2012. Vol. 3. Iss. 2. Pp. 193–202. DOI: 10.1016/j.euras.2012.03.010.
17. Uzun V., Shagaida N., Lerman Z.. Russian agriculture: Growth and institutional challenges // Land Use Policy. 2019. Vol. 83. Pp. 475–487. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.02.018.

### Authors' information:

Marina A. Kholodova<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of economics and standards, ORCID 0000-0001-9808-8263, AuthorID 517993; +7 906 183-90-31, [kholodovama@rambler.ru](mailto:kholodovama@rambler.ru)

<sup>1</sup> Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russia

