

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

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS

2020
№06(197)

Содержание

Агротехнологии

- А. В. Абрамчук, М. Ю. Карпукхин,
С. Е. Сапарклычева, В. В. Чулкова* 2
Сравнительная оценка эффективности рассадного
способа при интродукции нигеллы дамасской
(*Nigella damascena* L.) на Среднем Урале

- С. М. Джигилов, Э. Д. Солдатов,
Л. Р. Гулуева, И. Э. Солдатова* 10
Способ решения проблемы деградации горных пастбищ
Центрального Кавказа

- S. Mishra, M. Tarafdar, R. K. Singh* 17
Chemical and mechanical methods on fruit setting
and pomological traits of Chinese jujube
(*Ziziphus jujuba* Mill.)
under Czech agro climatic condition

- Н. В. Степных, Е. В. Нестерова,
С. Д. Гилев, А. М. Заргарян* 26
Повышение эффективности растениеводства
за счет оптимизации сроков полевых работ

- О. А. Юсова, П. Н. Николаев,
И. В. Сафонова, Н. И. Анисков* 38
Анализ сортов овса омской селекции
по сбору белка с единицы площади

Биология и биотехнологии

- Л. П. Игнатьева, А. Ф. Контэ, А. А. Сермягин* 49
К вопросу оценки эффективности линейного разведения
скота симментальской породы разного происхождения

- А. В. Красников, Д. А. Артемьев,
Е. С. Красникова, С. В. Козлов* 58
Использование микроспектрального анализа
для оценки морфофункционального статуса
иммунокомпетентных клеток при ретровирусных
заболеваниях крупного рогатого скота

- Т. И. Кузьмина* 66
Партеногенетическое развитие
эмбрионов *Bos taurus* из ооцитов,
созревших в различных системах культивирования

- А. В. Паштецкая, А. П. Марынич,
П. С. Остапчук, С. А. Емельянов* 73
Взаимосвязь между развитием внутренних органов
у молодняка овец и биохимическими показателями
сыворотки крови

Экономика

- В. И. Волков, В. И. Набоков, Н. К. Юлдашев* 81
Обеспечение квалифицированными кадрами
предприятий аграрной сферы
агропромышленного комплекса региона

- С. Г. Головина, Л. Н. Смирнова* 89
Об эффективности деятельности
сельскохозяйственных кооперативов в России

Contents

Agrotechnologies

- A. V. Abramchuk, M. Yu. Karpukhin,
S. E. Saparklycheva, V. V. Chulkova*
Comparative performance assessment
seedling method for the introduction
of *Nigella damascena* L. in the Middle Urals

- S. M. Dzhibilov, E. D. Soldatov,
L. R. Guluyeva, I. E. Soldatova*
The way to solve the problem of degradation
of mountain pastures of the Central Caucasus

- S. Mishra, M. Tarafdar, R. K. Singh*
Chemical and mechanical methods on fruit setting
and pomological traits of Chinese jujube
(*Ziziphus jujuba* Mill.)
under Czech agro climatic condition

- N. V. Stepnykh, E. V. Nesterova,
S. D. Gilev, A. M. Zargaryan*
Improving crop production efficiency by optimizing
the timing of field work

- O. A. Yusova, P. N. Nikolaev,
I. V. Safonova, N. I. Aniskov*
Analysis of oats varieties of Omsk selection
for the collection of protein per unit area

Biology and biotechnologies

- L. P. Ignatieva, A. F. Conte, A. A. Sermyagin*
To the question of evaluating the efficiency of linear
breeding in Simmental cattle breed different origin

- A. V. Krasnikov, D. A. Artemiev,
E. S. Krasnikova, S. V. Kozlov*
Application of a multispectral assay for evaluation
of the morphofunctional status
of immunocompetent cells
in cattle with retroviral diseases

- T. I. Kuzmina*
Partenogenetic development
of *Bos taurus* embryos from oocytes matured
in different culture systems

- A. V. Pashtetskaya, A. P. Marynich,
P. S. Ostapchuk, S. A. Emelyanov*
Relationship between the development
of internal organs in young sheep
and biochemical parameters of blood serum

Economy

- V. I. Volkov, V. I. Nabokov, N. K. Yuldashev*
Provision of qualified personnel
for agricultural enterprises
of the agro industrial complex of the region

- S. G. Golovina, L. N. Smirnova*
About the efficiency of agricultural
cooperatives' functioning in Russia

Сравнительная оценка эффективности рассадного способа при интродукции нигеллы дамасской (*Nigella damascena* L.) на Среднем Урале

А. В. Абрамчук¹✉, М. Ю. Карпухин¹, С. Е. Сапарклычева¹, В. В. Чулкова¹

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: fito41@mail.ru

Аннотация. Интродукция позволяет не только расширить ассортимент лекарственных растений, но и снизить остроту проблемы их импортозамещения. В 2018–2019 гг. в учхозе «Уралец», на коллекционном участке Уральского государственного аграрного университета, было проведено исследование по оценке эффективности рассадного способа при интродукции нигеллы дамасской. **Цель исследования** – изучить формирование продуктивности нигеллы дамасской в условиях Среднего Урала. **Задачи исследования** сводились к изучению важнейших аспектов роста и развития нигеллы дамасской: фенологических фаз и сроков их наступления, динамики высоты и среднесуточного прироста, продуктивности. **Методы исследования.** В ходе эксперимента все наблюдения и учеты проводились по общепринятым методикам. В схему опыта включены 3 варианта, которые различались по срокам посева семян нигеллы дамасской на рассаду: I – посев 20 марта (контроль); II – посев 30 марта; III – посев 10 апреля. **Результаты.** В течение первых 2–3 недель после высадки рассады в открытый грунт прирост растений был минимальный, его величина варьировалась по вариантам от 0,14 (III вариант) до 0,31 (I вариант) мм в сутки. Самый ранний переход растений в генеративную стадию развития отмечен в I варианте, где фаза бутонизации наступила на 9 дней раньше, чем во II, и на 22 дня раньше, чем в III варианте. Период массового цветения продолжался до середины августа, единичное цветение – до конца сентября. Самые крупные семена (масса 100 семян – 0,31–0,36 г) были получены в I варианте – 66,48 г/м², существенно ниже показатели в III варианте – 11,16 г/м². Максимальная семенная продуктивность сформирована в I варианте – 100,57 г/м², минимальная – в III варианте – 38,93 г/м². **Научная новизна.** Впервые изучена эффективность рассадного способа возделывания нигеллы дамасской – ценного лекарственного растения – в условиях Среднего Урала. Установлен оптимальный вариант, позволяющий получать высокую семенную продуктивность.

Ключевые слова: нигелла дамасская, эффективность рассадного способа, фенологические фазы, продуктивность.

Для цитирования: Абрамчук А. В., Карпухин М. Ю., Сапарклычева С. Е., Чулкова В. В. Сравнительная оценка эффективности рассадного способа при интродукции нигеллы дамасской (*Nigella damascena* L.) на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. 2020. № 6 (197). С. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-2-9.

Дата поступления статьи: 02.05.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Современные синтетические препараты часто оказывают побочным действием, вследствие чего их применение становится рискованным или даже просто опасным [1, с. 5], [2, с. 7]. В настоящее время, несмотря на успехи химии в синтезе лекарств, наметилась тенденция более широкого использования в медицине лекарственных растений [3, с. 10], [4, с. 3]. Новые эфирномасличные растения, возделываемые на Среднем Урале: агастан [5, с. 6], лофант [6, электронный ресурс], пажитник [7, с. 4], к этой группе относится и нигелла.

Нигелла (чернушка, *Nigella* L.) принадлежит к семейству **лютиковых** – *Ranunculaceae* Juss. Название «нигелла» произошло от латинского слова «нигер», что значит «черный» (по угольно-черной окраске семян). Родина нигеллы – Средиземноморье [8, с. 60], [16, с. 1915]. В диком виде произрастает в Малой Азии, Иране, Афганистане, Пакистане, Индии, Китае, Северной Африке. Встречается на Украине, в Закавказье, Средней Азии [9, с. 322]. Извест-

но около 20 видов, из них в мировой практике используются в качестве пищевых и лекарственных только 4 вида: нигелла дамасская (*N. damascena*) – растет в Европейской части и на Кавказе; нигелла посевная (*N. sativa*); нигелла индийская (*N. indica*) – в Индии, Афганистане, Пакистане; нигелла железистая (*N. grandiflora*) – встречается в Туркменистане и Китае [9, с. 322]. В лекарственных целях чаще всего используются 2 вида: нигелла посевная и нигелла дамасская. **Нигелла посевная** распространена в Литве, на юге и западе Украины, в Молдавии, Крыму и Закавказье, встречается на Кавказе. В литературе имеются сведения, что нигелла посевная эффективна при онкологических заболеваниях. Одним из основных действующих веществ, содержащихся в эфирном масле семян, является тимохинон, который обладает противоопухолевым действием в отношении большого числа линий раковых клеток. Выявлен значительный положительный антидерматофитный и антиоксидантный эффект масла нигеллы [15, с. 540].

Нигелла дамасская – однолетнее травянистое растение высотой 40–60 см с прямыми, но разветвленными стеблями. Листья ажурные, дважды-трижды-перисто-рассеченные на очень узкие линейные дольки. Цветки довольно крупные (диаметр 2–4 см), окруженные нитевидно-рассеченными листьями, располагаются по одному на длинных цветоножках. Плод – пятикамерная коробочка (листовка), семена трехгранные, угольно-черные. Созревают семена неравномерно, период созревания длительный, полная зрелость наступает в сентябре – октябре [9, с. 323]. В качестве лекарственного сырья используется вся надземная биомасса: верхушки генеративных побегов, листья, цветки и семена.

Семена содержат алкалоиды – демасцин (0,1–0,3 %) и эфирное масло (0,37–0,5 %); углеводороды; стероиды, макроэлементы (мг/г): К – 8,8; Са – 8,2; Mg – 3,3; Fe – 0,06; микроэлементы (мкг/г): Mn – 20,6; Cu – 9,6; Zn – 29,7; Se – 0,32; I – 0,07 и др. [10, с. 92]. В семенах отмечается повышенное содержание: витаминов А, В, Р, Е; жирного масла (35–40 %), в его состав входят 30 компонентов, сапонины, эфирное масло [11, с. 58]. Выделен фермент липаза, из которого получен препарат нигедаза, рекомендованный при панкреатитах, хронических гастритах и гепатитах. Семена – эффективное средство при диабете, бронхиальной астме и мочекаменной болезни. Традиционно применяется при заболеваниях, связанных с проблемами дыхательной системы, желудка, почек, печени, сердечно-сосудистой системы, повышения иммунитета и улучшения общего состояния организма.

Надземная часть растения обладает желчегонным, кровоочистительным, мочегонным и слабительным действиями. В эксперименте эфирное масло оказывает антибактериальное, противовирусное, противоопухолевое, фунгицидное действия; настой из надземной части замедляет сердечную деятельность, рекомендуется при сухом кашле, хроническом бронхите.

Нигелла дамасская – ценное пряно-ароматическое растение, семена отличаются сильным ароматом с оттенком земляники; широко используется в Юго-Восточной Азии в качестве пряности. Кроме того, нигелла дамасская широко применяется в консервной промышленности, хлебопекарном производстве, кулинарии, для ароматизации желе, компотов, пудингов; при засолке огурцов, квашеной капусты. Известно, что пряности причисляются к эффективнейшим лекарственным растениям [12, с. 9]. Пищевое применение пряностей позволяет повысить сопротивляемость широчайшего контингента ко многим болезнетворным воздействиям, в частности к инфекциям [12, с. 11].

Нигелла дамасская – декоративное растение, в культуре – с 1542 г. Применяется в ландшафтном дизайне: в бордюрах, клумбах, мавританских газонах, миксбордерах, в оформлении каменистых садов [9, с. 321]. Наиболее широко используются следующие сорта нигеллы дамасской: *Кэмбридж Блу* – (*Cambridge Blue*) – побеги до 90 см высотой с голубыми полумахровыми цветками; *Мисс Джекилл Роуз* (*Miss Jekyll Rose*) – побеги высотой до 50 см с цветками красно-розового побеги до 90 см высотой с голубыми полумахровыми цветками; *Персиан Джуэлз* (*Persian Jewels*) – сортосмесь с цветками белого, голубого, лилового

цвета; *Дворф Муди Блу* (*Dwarf Moody Blue*) – растения карликовые, высота не превышает 20 см, окраска цветков голубая [9, с. 322].

На протяжении многих столетий нигелла дамасская (как надземная масса, так и семена) использовалась в медицинских целях в Азии, на Ближнем Востоке и в Африке. В настоящее время ее начали культивировать во многих странах мира, в России нигелла дамасская относится к новым возделываемым лекарственным растениям.

Нигелла дамасская – растение теплолюбивое, отличается довольно медленным развитием, длительным прохождением фенологических фаз [11, с. 56], [14, с. 160]. Рекомендации по вопросам технологии возделывания нигеллы в природно-климатических условиях Среднего Урала, где наблюдаются частые возвраты холодов, особенно в весенний и раннелетний периоды, отсутствуют и требуют их изучения. Актуальна проблема изучения сроков посева и их влияния на продуктивность нигеллы дамасской.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследование проводилось на коллекционном участке лекарственных растений Уральского государственного аграрного университета, расположенном в Белоярском районе Свердловской области, на черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом средней мощности. Этот тип почв характеризуется глубоким залеганием карбонатного горизонта и признаками оподзоливания. Мощность горизонта А – 40–45 см, АВ₁ – 60–80 см. Содержание гумуса в среднем составляет 6,1 %. По профилю содержание его падает и в горизонте АВ составляет около 2,0 %. Поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием (в соотношении 1:4). Реакция среды близка к нейтральной (рН 6,5). Почва участка отличается довольно высокой обеспеченностью макроэлементами – фосфором, калием, азотом. В качестве предшественника использовался черный пар.

Исследование по интродукции нигеллы дамасской кафедры растениеводства и селекции Уральского ГАУ проводила в течение 2017–2019 гг. 4 мая 2017 г. семена посеяли в открытый грунт, период появления всходов сильно растянут (отмечена низкая энергия прорастания), всходы появились неодновременно, через 21–35 дней после посева. Растения отличались крайне медленным развитием, переход в фазу цветения наблюдался в августе, формирование плодов – в сентябре, зрелых семян получить не удалось. В 2018–2019 гг. использовался рассадный способ возделывания нигеллы. В схему опыта включены 3 варианта, которые различались по срокам посева семян нигеллы дамасской на рассаду: I – посев 20 марта, взятый за контроль; II – посев 30 марта; III – посев 10 апреля. Лабораторная всхожесть семян колебалась от 87 до 91 %. Высадка рассады в открытый грунт по годам исследования осуществлялась 8–10 мая, как только почва достигала физической спелости. Рассадные образцы растений (перед высадкой) существенно отличались по внешнему облику: растения в I и II вариантах имели хорошо развитую розетку листьев (по 5–7 листьев, стебли отсутствовали), а в III варианте были сформированы только семядольные листья. Способ посадки широкорядный, ширина междурядий – 50 см, расстояние между растениями в рядке – 16,7 см (12 растений / 1 м², или 120 000 растений на 1 га). Площадь делянки –

3 м² (3×1 м), повторность трехкратная. После высадки рассады в открытый грунт проводили рыхление междурядий с последующим мульчированием низинным торфом. В первой половине вегетации – 2 междурядные обработки; прополки – по мере появления сорных растений. Результаты, полученные в процессе исследования в 2018–2019 гг., оказались очень близкими, различия находились в пределах ошибки опыта, вследствие чего в статье приводятся данные, полученные в 2019 г.

Цель исследования – изучить формирование продуктивности нигеллы дамасской в природно-климатических условиях Среднего Урала. **Задачи исследования** сводились к изучению важнейших аспектов роста и развития нигеллы дамасской: фенологических фаз и сроков их наступления; динамики высоты и среднесуточного прироста. Изучение особенностей роста и развития нигеллы проводили по общепринятой методике.

Продуктивность надземной биомассы определяли во всех вариантах одновременно – 23 июля, когда большая часть растений находилась в фазе массового цветения. Учетная площадь составила 1 м², повторность трехкратная. Семенную продуктивность определяли в три срока, плоды (коробочки) собирали вручную на одних и тех же растениях по мере их созревания: в I варианте – 20.08, 30.08, 10.09; во II и III вариантах – 30.08, 10.09, 20.09; учетная площадь – 2 м², повторность трехкратная. Статистическую обработку полученных результатов проводили по Б. А. Доспехову [13, с. 262–268].

Результаты (Results)

При интродукции растений одной из важнейших характеристик является величина вегетационного периода (скорость прохождения фаз вегетации). В природно-климатических условиях Среднего Урала предпочтение отдается растениям с быстрым прохождением фенологиче-

Таблица 1
Фенологические фазы развития нигеллы дамасской, 2019 г.

Варианты опыта (сроки посева семян на рассаду)	Фазы вегетации (даты наступления)				
	Бутонизация	Цветение		Плодоношение	
		Начало	Массовое	Начало	Массовое
I вариант – 20 марта (контроль)	26 мая	6 июня	17 июня	10 июля	20 июля
II вариант – 30 марта	4 июня	18 июня	1 июля	23 июля	1 августа
III вариант – 10 апреля	16 июня	2 июля	14 июля	7 августа	19 августа

Table 1
Phenological phases of development of *Nigella damascena* L., 2019

Experience options (timing of sowing seeds for seedlings)	Vegetation phases (dates of onset)				
	Budding	Flowering		Fructification	
		The beginning	Mass	The beginning	Mass
I variant – 20th March (control)	26 May	6 June	17 June	10 July	20 July
II variant – 30th March	5 June	18 June	1 July	23 July	1 August
III variant – 10th April	17 June	2 July	14 July	5 August	17 August

Таблица 2
Структурный состав надземной биомассы нигеллы дамасской, 2019 г.
(зеленая масса, в среднем на 1 растение, учет 23 июля)

Варианты опыта (сроки посева семян на рассаду)	Надземная биомасса, г							
	Листья		Цветки и бутоны		Стебли		Плоды	
	г	%	г	%	г	%	г	%
I вариант – 20 марта (контроль)	37,4	33,5	7,2	6,5	40,4	36,2	26,6	23,8
II вариант – 30 марта	40,3	39,4	20,4	20,0	38,7	37,8	2,9	2,8
III вариант – 10 апреля	32,5	39,1	15,5	18,6	35,2	42,3	–	–

Table 2
Structural composition of aboveground biomass of *Nigella damascene* L., 2019
(green mass, average per 1 plant, accounting for July 23)

Experience options (timing of sowing seeds for seedlings)	Aboveground biomass, g							
	Leaves		Flowers and buds		Stems		Fruits	
	g	%	g	%	g	%	g	%
I variant – 20th March (control)	37.4	33.5	7.2	6.5	40.4	36.2	26.6	23.8
II variant – 30th March	40.3	39.4	20.4	20.0	38.7	37.8	2.9	2.8
III variant – 10th April	32.5	39.1	15.5	18.6	35.2	42.3	–	–

ских фаз, входящим в группу скороспелых. Это особенно важно для растений, у которых в качестве лекарственного сырья используются семена. Растения с длительным вегетационным периодом не успевают сформировать хорошо выполненные кондиционные семена, что негативно влияет не только на их посевные качества, но и на качество лекарственного сырья. В эксперименте вегетационный период нигеллы состоит из двух этапов: *лабораторный* (формирование рассады от посева семян до высадки рассады в открытый грунт), его продолжительность различна в изучаемых вариантах – 50 дней в I варианте, 40 дней во II варианте, 29 дней в III варианте; *полевой* (от высадки рассады в открытый грунт до конца вегетации). В целом величина вегетационного периода варьировалась по вариантам от 175 дней (I и II варианты) до 163 дней (III вариант).

В процессе исследования установлено, что самый ранний переход растений в генеративную стадию развития характерен для I варианта, где фаза бутонизации наступила на 9 дней раньше, чем во II, и на 22 дня раньше, чем в III варианте (таблица 1).

Период активного цветения продолжался до середины августа, единичное цветение – до конца сентября, практически до наступления осенних заморозков, особенно это характерно для III варианта, где развитие растений шло значительно медленнее, чем в других вариантах.

Кроме того, в нашем исследовании было изучено влияние сроков посева на среднесуточный прирост растений нигеллы дамасской. Максимальный среднесуточный прирост во всех вариантах был отмечен в фазе массового цветения, его величина варьировалась от 1,28 см (III вариант) до 1,43 см (I вариант). Высота растений в этой фазе развития колебалась от 53 (III вариант) до 67 см (I вариант). В III варианте хорошо выражен сдвиг интенсивного развития на более поздний срок. Во всех вариантах наблюдается довольно медленное отрастание растений в начальных фазах вегетации. В течение первых 2–3 недель после высадки рассады в открытый грунт прирост растений был минимальным, его величина колебалась по вариантам от 0,14 мм до 0,31 мм в сутки.

Таблица 3
Структурный состав семян нигеллы дамасской, 2019 г. (свежесобранные семена)

Варианты опыта (сроки посева семян на рассаду)	Сроки учета	Масса 100 семян, г							
		Крупные (0,31–0,36)		Средние (0,25–0,30)		Мелкие (0,19–0,24)		< 0,19	
		г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²	%
I вариант – 20 марта (контроль)	20.08	41,89	35,6	25,18	21,4	0,59	0,5	–	–
	30.08	19,18	16,3	18,59	15,8	0,24	0,2	–	–
	10.09	5,41	4,6	6,12	5,2	0,47	0,4	–	–
	Итого	66,48	56,5	49,89	42,4	1,3	1,1	–	–
II вариант – 30 марта	30.08	23,07	21,4	13,69	12,7	3,77	3,5	0,43	0,4
	10.09	18,76	17,4	13,26	12,3	1,40	1,3	1,40	1,3
	20.09	10,13	9,4	18,22	16,9	3,02	2,8	0,64	0,6
	Итого	51,96	48,2	45,17	41,9	8,19	7,6	2,47	2,3
III вариант – 10 апреля	30.08	1,85	3,9	5,18	10,9	2,57	5,4	0,37	0,8
	10.09	6,27	13,2	6,84	14,4	2,47	5,2	0,94	2,0
	20.09	3,04	6,4	12,35	26,0	3,14	6,6	2,47	5,2
	Итого	11,16	23,5	24,37	51,3	8,18	17,2	3,78	8,0

Table 3
Structural composition of *Nigella damascena* L. seeds, 2019 (freshly picked seeds)

Experience options (timing of sowing seeds for seedlings)	Timing of accounting	Seed weight, g							
		Large (0.31–0.36)		Medium (0.25–0.30)		Small (0.19–0.24)		< 0.19	
		g/m ²	%	g/m ²	%	g/m ²	%	g/m ²	%
I variant – 20th March (control)	20.08	41.89	35.6	25.18	21.4	0.59	0.5	–	–
	30.08	19.18	16.3	18.59	15.8	0.24	0.2	–	–
	10.09	5.41	4.6	6.12	5.2	0.47	0.4	–	–
	Total	66.48	56.5	49.89	42.4	1.3	1.1	–	–
II variant – 30th March	30.08	23.07	21.4	13.69	12.7	3.77	3.5	0.43	0.4
	10.09	18.76	17.4	13.26	12.3	1.40	1.3	1.40	1.3
	20.09	10.13	9.4	18.22	16.9	3.02	2.8	0.64	0.6
	Total	51.96	48.2	45.17	41.9	8.19	7.6	2.47	2.3
III variant – 10th April	30.08	1.85	3.9	5.18	10.9	2.57	5.4	0.37	0.8
	10.09	6.27	13.2	6.84	14.4	2.47	5.2	0.94	2.0
	20.09	3.04	6.4	12.35	26.0	3.14	6.6	2.47	5.2
	Total	11.16	23.5	24.37	51.3	8.18	17.2	3.78	8.0

Таблица 4

Семенная продуктивность нигеллы дамасской, 2019 г.

Варианты опыта (сроки посева семян на рассаду)	Коэффициент усушки	Семенная продуктивность					
		Свежесобранные семена			Сухие семена (влажность семян 13–14 %)		
		Продуктив- ность, г/м ²	Отклонение от контроля (–)		Продуктив- ность, г/м ²	Отклонение от контроля (–)	
			г/м ²	%		г/м ²	%
I вариант – 20 марта (контроль)	1,17	117,67	–	–	100,57	–	–
II вариант – 30 марта	1,19	107,79	–9,88	8,4	90,58	–9,99	9,9
III вариант – 10 апреля	1,22	47,49	–70,18	59,6	38,93	–61,64	61,3
НСР ₀₅		5,83	–	–	3,07	–	–

Table 4

Seed productivity of *Nigella damascena* L., 2019

Experience options (timing of sowing seeds for seedlings)	Shrinkage coefficient	Seed productivity					
		Freshly picked seeds			Dry seeds (seed moisture 13–14 %)		
		Productivity, g/m ²	Deviation from control (–)		Productivity, g/m ²	Deviation from control (–)	
			g/m ²	%		g/m ²	%
I variant – 20th March (control)	1.17	117.67	–	–	100.57	–	–
II variant – 30th March	1.19	107.79	–9.88	8.4	90.58	–9.99	9.9
III variant – 10th April	1.22	47.49	–70.18	59.6	38.93	–61.64	6.3
LSD ₀₅		5.83	–	–	3.07	–	–

Как правило, наибольшее содержание биологически активных веществ (БАВ) отмечается в листьях и соцветиях, значительно ниже – в стеблях и побегах. В эксперименте определение структурного состава надземной биомассы проводили в фазе массового цветения нигеллы дамасской. Для этого в каждом варианте срезали растения на 1 м² в трех повторностях, в лаборатории отделяли от растений листья, соцветия, стебли и побеги разных порядков, также выделяли плоды в вариантах, где они к периоду учета начали формироваться. Результаты, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице 2. Из-за разных сроков посева семян на рассаду к моменту учета (23 июля) надземная биомасса существенно различалась по структурному составу. Наибольшее участие плодов в надземной биомассе (как в абсолютных, так и в относительных величинах) отмечено в I варианте при раннем сроке посева семян на рассаду. Во II варианте растения находились в фазе массового цветения, и только намечился переход в фазу плодоношения. В III варианте из-за более позднего посева семян на рассаду растения существенно отставали в своем развитии на период учета: меньше сформировано цветков и бутонов; отсутствуют плоды в надземной биомассе. Общая продуктивность надземной биомассы в среднем на 1 растение варьировалась в пределах: I вариант – 111,6 г; II вариант – 102,3 г; III вариант – 83,2 г.

В качестве лекарственного сырья у нигеллы дамасской чаще используются семена, которые собирают в фазе массового плодоношения (август – сентябрь). Плод у нигеллы дамасской – коробочка (листовка), образованная сросшимися почти до вершины листовками. В опыте доминируют коробочки пятикамерные, значительно реже встречаются коробочки шестикамерные и очень редко – семикамерные.

Период созревания семян длительный, сильно растянут по времени. Первые зрелые плоды в опыте начали появляться в нижних ярусах растения в 1–2 декадах августа. В среднем за вегетационный период было сформировано от 18,7 до 26,3 шт. коробочек на одно растение. Масса коробочек варьировалась от 0,3 до 1,2 г; длина колебалась от 1,5 до 2,9 см (3,2), диаметр – от 0,9 до 1,8 (2,0) см. Число семян в коробочке колебалось от 91,5 до 114,7 шт.

Полученные семена по массе делили на 4 группы: крупные (0,31–0,36 г); средние (0,25–0,30 г); мелкие (0,19–0,24 г); масса менее 0,19 г. В процессе исследования выявлена четкая зависимость массы 100 семян от сроков посева нигеллы на рассаду (таблица 3).

Самые крупные семена (масса 100 семян 0,31–0,36 г) и довольно высокая их продуктивность (66,48 г/м², 56,5 %) были получены в контрольном варианте. Показатели во II варианте – на 14,52 г/м² ниже, чем в I варианте. В III варианте доминируют семена из средней фракции – 51,3 %, у которых масса 100 семян составляет 0,25–0,30 г, довольно много мелких семян – 25,2 % (11,96 г/м²).

Сроки посева семян оказали существенное влияние на семенную продуктивность нигеллы дамасской (таблица 4). Максимальную продуктивность обеспечил I вариант – 117,67 г/м², несколько ниже – во II варианте – 107,79 г/м². Особенно выделяется III вариант, где продуктивность свежесобранных семян в 2,48 раза ниже, чем в контрольном варианте, и в 2,27 раза ниже, чем во II варианте.

Продуктивность как свежесобранных, так и сухих семян во II и III вариантах получена достоверно ниже, чем в контроле, отклонения существенно превышают величину НСР₀₅. В ходе эксперимента установлены сильная корреляционная зависимость и высокий коэффициент детерминации между сроками посева семян на рассаду и

продуктивностью нигеллы дамасской (по зеленой массе $r = +0,97$; $dxу = 93\%$; по семенам $r = +0,98$; $dxу = 95\%$). Корреляционные связи, выявленные в процессе исследования, указывают на эффективность раннего срока посева семян на рассаду при возделывании нигеллы дамасской в агроклиматических условиях Среднего Урала.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По итогам проведенного исследования, можно сделать вывод о том, что в природно-климатических условиях Среднего Урала нигеллу дамасскую целесообразно возделывать рассадным способом. Сравнительный анализ результатов показал, что сроки посева семян на рассаду

оказывают хорошо выраженное влияние на весь производственный процесс нигеллы дамасской.

Для получения качественных семян с высокой продуктивностью наиболее эффективен ранний срок посева (20 марта). В этом варианте растения прошли все этапы онтогенеза, полностью реализовали свой потенциал: лучше развиты, существенно выше среднесуточный прирост, активнее проходили все фазы вегетации; фаза массового плодоношения наступила в период, благоприятный (по метеословиям) для формирования семян. Близкие результаты получены во II варианте, где посев семян проведен на 10 дней позже (30 марта).

Библиографический список

- Ильина Т. А. Лекарственные растения: большая иллюстрированная энциклопедия. М.: «Э», 2017. 304 с.
- Ильина Т. А. Лечебные растения: иллюстрированный справочник-определитель. М.: Эксмо, 2017. 352 с.
- Большая иллюстрированная энциклопедия. Лекарственные растения. СПб.: СЗКЭО, 2017. 224 с.
- Все о лекарственных растениях. СПб.: СЗКЭО, 2016. 192 с.
- Абрамчук А. В., Карпухин М. Ю. Рост и развитие *Agastache rugosa*. о. Kuntze под влиянием возрастающих доз азотных удобрений // Аграрный вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 5–9.
- Сапаркльчева С. Е. Виды лофанта, интродуцируемые на Среднем Урале [Электронный ресурс] // Вестник биотехнологии: электронный научный журнал. 2020. № 1 (22). URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2020/1/176> (дата обращения: 26.04.2020).
- Абрамчук А. В., Карпухин М. Ю., Сапаркльчева С. Е., Мингалев С. К. Особенности формирования продуктивности пажитника греческого (*Trigonella foenum-graecum* L.) в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2019. № 2 (181). С. 4–9.
- Исакова А. Л., Прохоров В. Н. Особенности роста и развития нигеллы дамасской (*Nigella damascena*) и нигеллы посевной (*Nigella sativa*) в условиях Беларуси // Вестник БГСХА. 2015. № 2. С. 60–64.
- Карташева Г. Г., Карпухин М. Ю. Садово-парковое и ландшафтное искусство. Екатеринбург, 2013. 612 с.
- Пехова О. А., Данилова И. Л., Тимашева Л. А., Серебрякова О. А. Особенности определения содержания эфирного масла в семенах нигеллы // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы IV международной научно-практической конференции. Симферополь, 2019. С. 91–94.
- Кузнецов С. А. Влияние срока сева на продуктивность чернушки дамасской в предгорной зоне Крыма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (54). С. 56–58.
- Барнаулов О. Д. Лекарственные свойства пряностей. СПб.: Информ-Навигатор, 2015. 288 с.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. М.: Альянс. 2014. С. 262–268.
- Шиш С.Н., Шутова А.Г., Спиридович Е.В., Мазец Ж.Э. Особенности онтогенеза (*Nigella sativa* L.) при интродукции в Беларуси // Лекарственные растения Ботанического сада: материалы научно-практической конференции, посвященной 70-летию Ботанического сада Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова. Москва, 2016. С. 160–162.
- Balikci E. Antidermatophyte and antioxidant activities of *Nigella sativa* alone and in combination with enilconazole in treatment of dermatophytosis in cattle // Veterinarni Medicina. 2016. Vol. 61. No. 310. Pp. 539–545.
- Kiran M. R., Naruka I. S., Nayma S., Bepari A. R. Effect of Sowing Time and Plant Geometry on Growth, Yield and Quality of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2019. Vol. 8. No. 5. Pp 1915–1921.

Об авторах:

Анна Васильевна Абрамчук¹, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры растениеводства и селекции, ORCID 0000-0002-7908-4416, AuthorID 94812; +7 953 005-68-44, fito41@mail.ru

Михаил Юрьевич Карпухин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе и инновациям, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; mkarpukhin@yandex.ru

Светлана Евгеньевна Сапаркльчева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства и селекции, ORCID 0000-0003-0463-7749, AuthorID 651975; +7 922 295-23-58, s.e.saparklycheva@mail.ru

Валентина Викторовна Чулкова¹, доцент, заведующая кафедрой растениеводства и селекции, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367; +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Comparative performance assessment seedling method for the introduction of *Nigella damascena* L. in the Middle Urals

A. V. Abramchuk¹✉, M. Yu. Karpukhin¹, S. E. Saparklycheva¹, V. V. Chulkova¹

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail.ru: fito41@mail.ru

Abstract. Introduction allows not only to expand the range of medicinal plants, but also to reduce the severity of the problem of their import substitution. In 2019, a study was conducted at the “Uralets” agricultural farm, on the collection spot of the Ural state agrarian University, to assess the effectiveness of the seedling method for the introduction of *Nigella damascena*. **The purpose of the research:** to study the formation of productivity of *Nigella damascena* in the Middle Urals. **The research objectives** were to study the most important aspects of the growth and development of *Nigella damascena*: phenological phases and their onset dates; dynamics of height and average daily growth, productivity. **Method of research.** During the experiment all observations and records were made according to generally accepted methods. The scheme of the experiment includes 3 options that differ in the timing of sowing seeds of *Nigella damascena* for seedlings: I – seeding on March 20th (control); II – seeding on March 30th; III – seeding on April 10th. **Results.** During the first two to three weeks, after planting seedlings in the open ground, the growth of plants was minimal, its value varied in variants from 0.14 (III variant) to 0.31 (I variant) mm per day. The earliest transition of plants to the generative stage of development was noted in I variant, where the budding phase occurred 9 days earlier than in 2 and 22 days earlier than in III variant. The period of mass flowering lasted until mid-August, single flowering – until the end of September. The largest seeds (weight of 100 seeds – 0.31–0.36 g) were obtained in I var. – 66.48 g/m², significantly lower than in III variant – 11.16 g/m². The maximum seed productivity is formed in I variant – 100.57 g/m², the minimum in III variant – 38.93 g/m². **Scientific novelty.** For the first time, the effectiveness of the seedling method of cultivation of *Nigella damascena* – a valuable medicinal plant in the Middle Urals has been studied. The optimal variant allowing to obtain high seed productivity is established.

Keywords: *Nigella damascena*, efficiency of seedling method, phenological phases, productivity.

For citation: Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu., Saparklycheva S. E., Chulkova V. V. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti rassadnogo sposoba pri introduktsii nigelly damasskoy (*Nigella damascena* L.) na Srednem Urale [Comparative evaluation of the effectiveness of the seedling method for the introduction of *Nigella damascena* L. in the Middle Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 2–9. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-2-9. (In Russian.)

Paper submitted: 02.05.2020.

References

1. Ilyina T. A. Lekarstvennye rasteniya: bol'shaya illyustrirovannaya entsiklopediya [Medicinal plants: A large illustrated encyclopedia]. Moscow: “E”, 2017. 304 p. (In Russian.)
2. Ilyina T. A. Lechebnye rasteniya: illyustrirovannyi spravochnik-opredelitel' [Medicinal plants: an illustrated guide-determinant]. Moscow: Eksmo, 2017. 352 p. (In Russian.)
3. Bol'shaya illyustrirovannaya entsiklopediya. Lekarstvennye rasteniya [Great illustrated encyclopedia. Medicinal plants]. Saint Petersburg: SZKEO, 2017. 224 p. (In Russian.)
4. Vse o lekarstvennykh rasteniyakh [All about medicinal plants]. Saint Petersburg: SZKEO, 2016. 192 p. (In Russian.)
5. Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu. Rost i razvitie Agastache rugosa. o. Kuntze pod vliyaniem vozrastayushchikh doz azotnykh udobreniy [Growth and development of *Agastache rugosa*. o. Kuntze under the influence of increasing doses of nitrogen fertilizers] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 4 (158). Pp. 5–9. (In Russian.)
6. Saparklycheva S. E. Types of lofant introduced in the Middle Urals [e-resource] // Bulletin of biotechnologies: electronic scientific journal. 2020. No. 1 (22). URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2020/1/176> (appeal date: 26.04.2020). (In Russian.)
7. Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu., Saparklycheva S. E., Mingalev S. K. Osobennosti formirovaniya produktivnosti pazhitnika grecheskogo (*Trigonella foenum-graecum* L.) v usloviyakh Srednego Urala [Features of the formation of productivity of Greek fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in the Middle Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 2 (181). Pp. 4–9. (In Russian.)
8. Isakova A. L., Prokhorov V. N. Osobennosti rosta i razvitiya nigelly damasskoy (*Nigella damascena*) i nigelly posevnoy (*Nigella sativa*) v usloviyakh Belarusi [Features of the growth and development of *Nigella damascene* and *Nigella sativa* in Belarus] // Bulletin of BSAA. 2015. No. 2. Pp. 60–64. (In Russian.)
9. Kartasheva G. G., Karpukhin. M. Yu. Sadovo-parkovoe i landshaftnoe iskusstvo [Gardening and landscape art]. Ekaterinburg, 2013. 612 p. (In Russian.)
10. Pekhova O. A., Danilova I. L., Timasheva L. A., Serebryakova O. A. Osobennosti opredeleniya sodержaniya efirnogo masla v semenakh nigelly [Features of determining the content of essential oil in nigella seeds] // Sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya agrarnoy nauki: materialy IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Simferopol, 2019. Pp. 91–94. (In Russian.)

11. Kuznetsov S. A. Vliyanie sroka seva na produktivnost' chernushki damasskoy v predgornoy zone Kryma [Influence of the sowing period on the productivity of *Nigella damascena* in the foothill zone of the Crimea] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 4 (54). Pp. 56–58. (In Russian.)
12. Barnaulov O. D. Lekarstvennye svoystva pryanostry [Medicinal properties of spices]. Saint Petersburg: Inform-Navigator, 2015. 288 p. (In Russian.)
13. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnyk dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results): a textbook for higher agricultural educational institutions. Stereotype. ed., reprint. from the 5th ed., ext. and reslave]. Moscow: Alyans, 2014. Pp. 262–268. (In Russian.)
14. Shish S. N., Shutova A. G., Spiridovich E. V., Mazets J. E. Features of ontogenesis (*Nigella sativa* L.) during introduction in Belarus // Lekarstvennye rasteniya Botanicheskogo sada: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu Botanicheskogo sada Pervogo Moskovskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta imeni I. M. Sechenova. Moscow, 2016. Pp. 160–162. (In Russian.)
15. Balikci E. Antidermatophyte and antioxidant activities of *Nigella sativa* alone and in combination with enilconazole in treatment of dermatophytosis in cattle // Veterinarni Medicina. 2016. Vol. 61. No. 310. Pp. 539–545.
16. Kiran M. R., Naruka I. S., Nayma S., Bepari A. R. Effect of Sowing Time and Plant Geometry on Growth, Yield and Quality of Black Cumin (*Nigella sativa* L.) // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2019. Vol. 8. No. 5. Pp. 1915–1921.

Authors' information:

Anna V. Abramchuk¹, candidate of biological sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0002-7908-4416, AuthorID 94812; +79530056844, fito41@mail.ru

Mihail Yu. Karpukhin¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, vice-rector for research and innovation, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; mkarpukhin@yandex.ru

Svetlana E. Saparklycheva¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0003-0463-7749, AuthorID 651975; +7 922 295-23-58, s.e.saparklycheva@mail.ru

Valentina V. Chulkova¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367, +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа

С. М. Джибилов¹, Э. Д. Солдатов¹, Л. Р. Гулуева[✉], И. Э. Солдатова¹

¹ Северо-Кавказский научно исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Владикавказского научного центра Российской академии наук, Михайловское, Россия

✉ E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Аннотация. Авторы представили результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, на основании которых создано новое приспособление, облегчающее восстановление деградированных горных пастбищ после бессистемного использования при чрезмерном стравливании травостоя. **Цель исследования** – разработать новый способ улучшения и опытный образец навесного оборудования, который позволит производить подсев многолетних трав в разреженный травостой и на оголенные участки почвы для повышения одерненности. **Объектом исследования являются** рабочие органы: высевающие аппараты, оригинальной конструкции, разбросные конусы, сетчатые полозья. **Новизна технического решения** состоит в том, что авторы статьи разработали новый ресурсосберегающий способ улучшения горных кормовых угодий с применением модернизированной сеялки, оснащенной съемными рабочими органами для автоматического, адресного подсева семян, осуществляющими подсев семян только на деградированных и оголенных участках, пропуская участки с нормальным травостоем. **Испытания проводились** на горном стационаре, расположенном на юго-восточной экспозиции Даргавской котловины РСО-Алания, на высоте 1650 м над уровнем моря с уклоном 10°, на шести делянках учетной площадью 360 м². Два варианта в трехкратной повторности. Первый вариант – естественное обсеменение, второй – подсев трав агрегатом. Делянки расположены поперек склона рандомизированно. **Установлено**, что при концентрации 17,2 МДж энергии в 1 кг сухого вещества корма общий сбор на контрольном участке составил 29,7 ГДж, а на подсеянном опытном поле – 85,3 ГДж. Выявлено, что изменения травостоя оказали влияние на накопление биомассы фитоценоза. Так, урожай надземной кормовой массы при подсеве трав в первый год наблюдений составил 18,2 ц/га сухой массы, что в 5 раз выше, чем на контроле. За вегетационный период третьего года наблюдений урожай на подсеянном участке составил 49,6 ц/га сухой массы против 17,3 ц/га на контроле. **Ключевые слова:** горы, луга и пастбища, травостой, посев семян, приспособление, высевающий аппарат.

Для цитирования: Джибилов С. М., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р., Солдатова И. Э. Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 10–16. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16.

Дата поступления статьи: 04.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Бессистемное использование горных пастбищ при чрезмерном стравливании травостоя привело к изменению экологического равновесия агроландшафтов, при котором 80–85 % угодий Центрального Кавказа находятся в состоянии различной степени деградации. Изменения климата в сочетании с нарушением технологий природопользования являются ключевыми факторами экологического состояния горных агросистем [1, с. 9]. В результате происходит деградация земель и образуется эрозия. В этом состоянии угнетаются ценные, высокопитательные, хорошо поедаемые растения, что приводит к выпадению из травостоя рыхлокустовых злаков и бобовых, на смену которым приходят плотнокустовые и корневищные, их сменяют сорные и ядовитые, образуются оголенные участки поверхности почвы, провоцируя развитие эрозионных процессов [2, с. 1065].

На участках с изреженным травостоем смыв почвы достигает 500–900 м³/га, а при нормальной эрозии смыв не превышает темпов почвообразования и составляет

2–3 м³/га. Противостоять таким процессам может единственный природный фактор – растительность, почвозащитная роль которой во многом зависит от видового состава и проективного покрытия травостоя.

Так, злаково-бобовые травосмеси в соотношении (3–4):1 формируют мощную корневую систему, обеспечивающую плотный дерновый покров почвы, способствуя механической устойчивости [3, с. 151]. Проективное покрытие непосредственно влияет на величину эрозии, так как оберегает поверхность почвы от прямого попадания на землю дождевой капли, снижая ее кинетическую энергию и тем самым предотвращая почвенный всплеск.

Сильно сбитые пастбища, как правило, расположены на южных, приречных частях склонов и бросовых пахотных землях, где щелевание и внесение минеральных удобрений не всегда дают положительный результат при восстановлении травостоя, предотвращении поверхностного стока и смыва почвы [4, с. 406].

Однако серийных образцов техники для выполнения этого технологического процесса поверхностного улучше-

ния горных кормовых угодий не существует. В настоящее время для подсева трав используют габаритные зернотравяные сеялки СЗ-3.6А; СЗТ-3.6А; СЗПП-4, использование которых в горной зоне затруднено. На горных склонах, как правило, деградированные части исключаются из использования для самовосстановления [5, с. 1396].

Восстановление деградированных горных кормовых угодий методом выключения из использования (предоставление отдыха) осуществляется в течение долгого времени [6, с. 3]. В первые 1–2 года происходит развитие сорной и бурьянистой растительности, затем разрастаются корневищные злаковые травы. После этого угодье покрывается рыхлокустовыми многолетними злаковыми травами, одновременно разрастаются и многолетние бобовые травы. Это длительный процесс, занимающий до 10 лет, что экономически невыгодно, особенно для развивающихся фермерских хозяйств [7, с. 3098].

Для быстрого восстановления деградированных горных кормовых угодий и повышения плодородия почвы большое значение имеет создание видовой структуры травостоя с мощной корневой системой рыхлокустовых злаков и бобовых трав, способствующих созданию мелкокомковатой структуры почв, экологической устойчивости агроэкосистем.

Поэтому разработка и создание сеялки для адресного подсева травосмесей в решении возникшей проблемы является актуальной [8, с. 22].

Целью исследований при решении данной проблемы явилось испытание опытного образца сеялки для адресного подсева семян многолетних аборигенных трав, обеспечивающей снижение расхода семян, их плотного соприкосновения с почвенным покровом при воздействии прикатывающих катков на изреженных и оголенных участках горных кормовых угодий.

Научная новизна исследований состоит в том, что впервые чизельный культиватор оснащается съемными рабочими органами для автоматического адресного подсева семян многолетних трав на горных кормовых угодьях, обеспечивающих формирование структуры хозяйственно-ботанических групп фитоценоза, повышающих продуктивность и средообразующую роль, снижая эрозионные процессы [3, с. 151].

В задачи исследований входило:

- 1) дать характеристику хозяйственно-ботанических групп, плотности и накопления биомассы травостоя деградированного горного пастбища;
- 2) провести восстановление травостоя методом естественного самообсеменения (предоставление отдыха) и использованием опытного образца модульного агрегата для автоматического адресного подсева семян многолетних трав;
- 3) установить агроэнергетическую и экологическую эффективность восстановительного процесса.

Практическая значимость состоит в том, что адресный высев семян позволят снизить их расход, повысить приживаемость, ускорить восстановительные процессы продуктивности и хозяйственно-ботанических групп травостоя пастбищ [9, с. 57] за счет оборудования высевающего аппарата опорным полозом и роликом со штоком, регули-

рующим высев при движении на оголенных и изреженных участках.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились в Даргавской котловине РСО-Алания на склоне южной экспозиции с уклоном 10–12°. Деградированное пастбище: 34–45 % покрытия – разнотравно-злаковый, ксеро-мезофитный травостой пастбищного типа с доминирующими растениями: манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris*), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), бутень Прескотта (*Chaerophyllum prescottii* Dc.), василек луговой (*Centaurea jacea* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum*), мятлик альпийский (*Poa alpine* L.), овсяница овечья (*Festuca ovina*), астрагал альпийский (*Astragalus alpinus* L.), расположенное на высоте 1580–1600 м н. у. м. лугово-степного пояса.

Почва опытного участка относится к горно-луговой субальпийской выщелоченной суглинистой на элювии глинистых сланцев. В слое 0–20 см содержится 3,11 % гумуса; 0,37 % общего азота; P_2O_5 – 4,31 мг/100 г сухой массы почвы; K_2O – 21,06 мг/100 г; плотность почвы 1,39 г/см³; $pH_{\text{сол.}}$ – 5,01.

Исследования проводились на шести делянках с учетной площадью 360 м². Два варианта в трехкратной повторности. Первый вариант – естественное обсеменение, второй – подсев трав агрегатом. Делянки расположены поперек склона рандомизированно.

После проведения культурно-технических мероприятий (уборки камней и старики, срезания кочек, выкорчевки кустарников и боронования) в фазу начала кущения при высоте естественного травостоя 6–10 см с помощью испытываемого агрегата провели подсев обработанных семян.

Пятикомпонентная травосмесь, в состав которой вошли мезофитные виды трав: костер безостый (*Bromus inermis*) – 10 кг; овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds) – 8 кг; райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.) – 6 кг; клевер луговой (*Trifolium pretense* L.) – 6 кг; клевер белый (*Trifolium repens* L.) – 4 кг (общей массой 34 кг/га).

Подбор травосмеси проводился с учетом изменения климатических условий в зоне проведения исследований в сторону увеличения суммы осадков за вегетационный период (в среднем на 214 мм за последние 5 лет наблюдений); предотвращения водной и ветровой эрозии, т. к. растения, обладающие мощной корневой системой (в сочетании с аборигенными видами) формируют плотную дернину, задерживая сток воды и смыв почвы; того, что продукты разложения корневых остатков и опада оказывают положительное влияние на структуру почвы, ее гумусовый баланс и азотный фонд.

Адресный подсев деградированного опытного поля сократил расход травосмеси на 58 %, или на 19,7 кг. Прикатывание семян, благоприятные погодные условия обеспечили дружное прорастание семян и развитие всходов.

Бобовые травы, как правило, хорошо приживаются на бедных питательными веществами почвах, так как, вступая в симбиоз с клубеньковыми бактериями, усваивают азот воздуха, обеспечивая себе рост и развитие [13, с. 714], [14, с. 239].

В наших исследованиях выживаемость бобового компонента была выше злакового. Уже к концу первого года вегетации доля бобового компонента при подсеве агрегатом выросла, по сравнению с контролем с 1,5 до 38,7 %.

При этом бобовые обеспечили лучшие условия для развития злаковых, получающих азот, накапливаемый в почве. Это позволило увеличить долю злакового компонента по годам исследований с 24,1 % на контроле до 36,4–55,3 %, постепенно угнетающего бобовые травы, снизив их содержание до 29,4 % в травостое.

Результаты (Results)

Применение посевного аппарата позволило повысить продуктивность горных кормовых угодий, производительность труда, снизить затраты семян на подсев и создать

благоприятные условия для работников сельскохозяйственного производства горной зоны. С применением данного посевного аппарата одновременно повышается экологическая устойчивость склоновых участков к водной и ветровой эрозии [10, с. 1].

Впервые на чизельном культиваторе реализуется новый способ (рис. 1). Культиватор оснащается съемными рабочими органами для автоматического, адресного подсева семян трав на луга и пастбища горной зоны, обеспечивающими повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий, снижение эрозионных процессов и повышение устойчивости агроландшафтов к эрозионным процессам [11, с. 106].

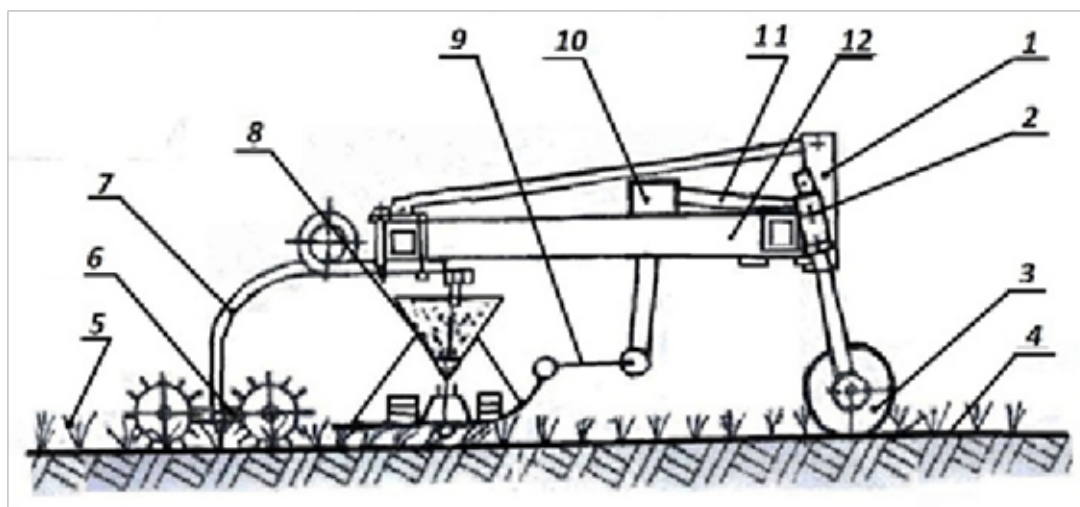


Рис. 1. Агрегат для подсева семян трав на разреженный фитоценоз:

1 – замок автосцепки; 2 – регулировочное устройство; 3 – опорно-регулирующее колесо; 4 – оголенные участки; 5 – травостой; 6 – секция прикатывающих катков; 7 – пружинистые стойки Viderstadt; 8 – высевальные аппараты; 9 – кронштейны; 10, 11 – шарнирные тяги; 12 – рама культиватора

Fig. 1. A unit for sowing grass seeds on a rare phytocenosis:

1 – automatic coupler lock; 2 – adjusting device; 3 – supporting and adjusting wheel; 4 – bare sections; 5 – grass; 6 – section packer rollers; 7 – spring racks "Viderstadt"; 8 – sowing devices; 9 – brackets; 10, 11 – articulated traction; 12 – cultivator frame

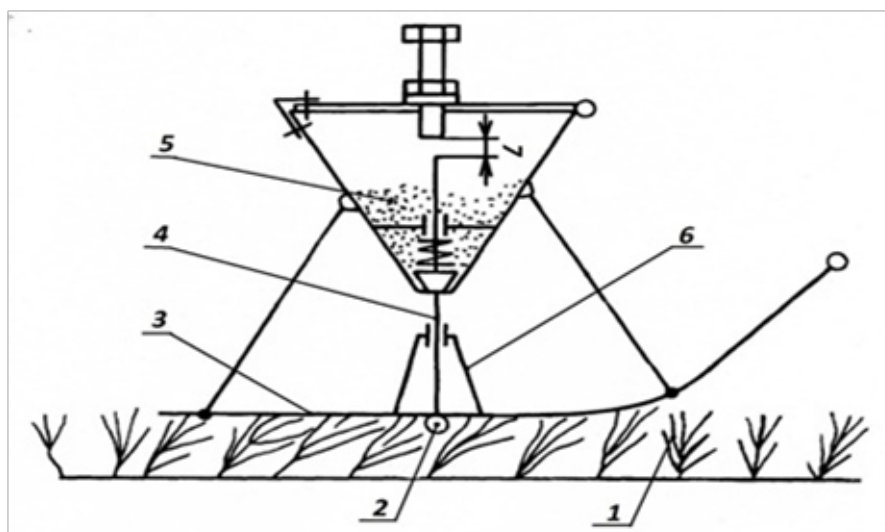


Рис. 2. Способ автоматического, адресного подсева семян трав:

1 – травяной покров; 2 – ролик; 3 – сетчатый полоз; 4 – ствол; 5 – семена трав; 6 – разбросной конус

Fig. 2. The method of automatic, targeted sowing of grass seeds:

1 – grass cover; 2 – roller; 3 – net snake; 4 – stem; 5 – seeds of herbs; 6 – scatter cone

Известны способы посева семян трав включающие разбросной высев семян. Например, способ подсева трав в дернину на склоновых землях (патент РФ № 2168294, А01В 79/02, 10.06.2001), включающий подсев трав в необработанную дернину с последующей культивацией и одновременным формированием валиков по бокам проходов агрегата, идущего следом планировщика. Однако данное техническое решение требует дополнительных затрат на проходы агрегатов и семенной материал.

Технический результат предлагаемого решения – снижение затрат на семенной материал, улучшение травостоя на поврежденных участках [12, с. 257]. Техническое решение задачи состоит в том, что высев семян производится адресно [3, с. 151], а именно на участках с поврежденным, ослабленным травостоем за счет оборудования высев-

яющего аппарата опорным полозом и роликом со штоком (рис. 2).

Подсев трав производят весной после отрастания травяного покрова 1 до 5–6 см или осенью (в зависимости от рекомендуемого срока высева семян) при той же высоте травостоя. Высевающие аппараты оборудуют сетчатым полозом 3 и опорным роликом 2 со штоком 4.

Адресный высев семян производят при переходе полоза с опорным роликом на оголенный или ослабленный участок. При этом происходит контакт ролика с твердой поверхностью, и шток ролика, поднимаясь вверх, открывает семенам 5 выход на разбросной конус 6. Сетчатый полоз обеспечивает плавное движение и устойчивость высевающего аппарата. На рис. 3 изображен высевающий рабочий орган в сборе.



Рис. 3. Высевающий рабочий орган:

1 – сетчатый полоз; 2 – разбросной конус семян; 3 – семенной ящик; 4 – крышка семенного ящика; 5 – винт регулировки нормы высева семян с ручкой контргайкой; 6 – стойка крепления семенного ящика

Fig. 3. Sowing working body:

1 – net snake; 2 – scattering cone of seeds; 3 – seed box; 4 – a cover of a seed box; 5 – screw for adjusting the seeding rate with a handle lock-nut; 6 – a rack of fastening of a seed box

Таблица 1

Изменения фитоценоза под действием способов восстановления

Варианты опыта	Плотность травостоя, количе- ство побегов, шт/м²			Накопление надземной массы, ц/га, СВ			Накопление подземной массы, ц/га, СВ		
	Годы исследований								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Контроль	120	635	910	3,7	8,9	17,3	5,6	16,0	36,3
Подсев	740	1890	2370	18,2	32,8	49,6	32,8	59,1	104,2
<i>m = 1,75/2,31</i> <i>HCP = 3,04/4,42</i>									

Table 1

Phytocenosis changes under the influence of recovery methods

Experience options	Grass density, number of shoots, pcs/m²			Accumulation above ground mass, c/ha, DM			The accumulation of underground mass, c/ha, DM		
	Years of research								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
The control	120	635	910	3.7	8.9	17.3	5.6	16.0	36.3
Seeding	740	1890	2370	18.2	32.8	49.6	32.8	59.1	104.2
m = 1,75/2,31									
LSD = 3,04/4,42									

Установлено, что многолетние бобовые и злаковые травы лучше противостоят неблагоприятным условиям и успешно совместно борются с бурьянистыми однолетниками и двулетними сорняками. На контрольном участке доля разнотравья за период наблюдений снизилась на 14,5 %, а доля злаково-бобового компонента составила 40,1 %. При этом подсев трав и их совместное развитие сформировали злаково-бобово-разнотравный фитоценоз, где доля двух первых компонентов составила 84,7 %, сократив сорное разнотравье с 74,4 до 15,3 %, хотя некоторые виды разнотравья с хорошими кормовыми качествами пополняют рацион животных, улучшая поедаемость пастбищного корма.

Изменение хозяйственно-ботанических групп оказало влияние на плотность травостоя, обеспечив проективное покрытие почвы с 42 до 90–100 %, которое уже в первый год составило 740 побегов на 1 м² против 120 побегов на 1 м² на контрольном участке. К концу вегетации третьего года наблюдений этот показатель увеличился до 2370 шт/м² против 910 шт/м² на контрольном участке с преобладанием сорной растительности (таблица 1).

Выявлено, что изменения травостоя оказали влияние на накопление биомассы фитоценоза. Так, урожай надземной кормовой массы при подсевах трав в первый год наблюдений составил 18,2 ц/га сухой массы, что в 5 раз выше, чем на контроле. За вегетационный период третьего года наблюдений (при умеренном использовании пастбищ овцами) урожай на подсеянном участке составил 49,6 ц/га сухой массы против 17,3 ц/га на контроле.

При этом в кусте злаковой травы каждый побег наращивает собственные корни, увеличивая хорошо развитую мочковатую корневую систему, особенно в верхнем слое

почвы, формируя плотную дернину, противостоящую эрозийным процессам. В наших исследованиях фактор накопления подземной массы в 104,2 ц/га превышал показатели контрольного варианта в 2,9 раза [16, с. 192].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

При использовании данных химических анализов и соответствующих энергетических коэффициентов была определена окупаемость затрат сбором валовой энергии. При концентрации 17,2 МДж энергии в 1 кг сухого вещества корма общий сбор на контрольном участке составил 29,7 ГДж, а на подсеянном опытном поле – 85,3 ГДж. При затратах на культурно-технические мероприятия 3,2 ГДж на контроле и дополнительных на подсев, составивших на опытном участке 7,1 ГДж, можно дать агроэнергетическую оценку изучаемых технологий: на контроле – 9,3, а на опытном участке – 12,0, что указывает на разницу в возмещении антропогенных затрат.

Если учесть, что стоимость 1 ГДж энергии составляет 83 рубля, то разница между контролем и опытным полем составляет 4465,4 рубля, а с учетом экономии 19,7 кг семян стоимостью 4137 рублей – 8602 руб/га. Помимо этого, формирование плотной дернины при накоплении 104,2 ц/га корневой массы – основной фактор экологической устойчивости горных агроландшафтов, обеспечивающих безопасность окружающей среды [15, с. 658].

Следовательно, при ускоренном восстановлении деградированных горных кормовых угодий необходимо проводить подсев трав. При этом использование модульного агрегата адресного подсева не только экономически выгодно, но и способствует сохранению и улучшению экологического состояния горных агроландшафтов.

Библиографический список

1. Солдатов И. Э., Солдатов Э. Д. Создание высокопродуктивных сенокосов и пастбищ в горной зоне Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 3. С. 9–14.
2. Басаев Б. Б., Бекузарова С. А. Способ создания долгодетных культурных пастбищ на склоновых землях // Сборник СКНИИГПСХ. Владикавказ, 2015. С. 25.
3. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Бестаев С. Г., Пораева З. Х., Кумсиев Э. И. Устройство для автоматического, адресного подсева семян трав // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 2. С. 151–156.
4. Бораева З. Б., Луценко Г. В. Создание культурных пастбищ на склоновых землях // Сборник СКНИИГПСХ. Владикавказ, 2014. С. 76.
5. Мамиев Д. М. Перспективы развития биологического земледелия в РСО-Алания // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 9 (97). С. 1396–1402. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402.
6. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р. Способ восстановления горных кормовых угодий // Аграрный вестник Урала. 2018. № 7 (174). С. 15–20.
7. Scotton M. Mountain meadow restoration: the effect of seeding rates, climate and soil on plant density and cover // Science of the Total Environment. 2019. No. 651. Pp. 3090–3098. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.192.
8. Новоселов С. И., Кузьминых А. Н., Еремеев Р. В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота // Плодородие. 2019. № 6 (111). С. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.06.
9. Аканова Н. И., Визирская М. М. Эффективные агрохимические средства повышения рентабельности растениеводства // Плодородие. 2019. № 2 (107). С. 57–60. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.18.
10. Коробейник И. А. Совершенствование конструкции пропашного культиватора для обработки почв засоренных камнями: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Владикавказ, 2014. 23 с.
11. Джибилов С. М., Гулуева Л. Р., Коробейник И. А. Агрегат для сгребания камней с одновременным автоматическим подсевом трав на горные луга и пастбища Северного Кавказа // Известия Горского государственного аграрного университета. 2018. Т. 55. № 1. С. 106–112.

12. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. Vol. 269. Pp. 257–269. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.01.028.
13. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 714–720.
14. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // *Indian Journal of Ecology*. 2017. T. 44. No. 2. Pp. 239–243.
15. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters // *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 658–666.
16. Программа и методика проведения научных исследований по луговодству (по Межведомственной координационной программе НИР Россельхозакадемии на 2011–2015 гг.) / Под ред. А. А. Кутузовой, К. Н. Приваловой. М., 2011. 192 с.

Об авторах:

Сергей Майрамович Джибиллов¹, кандидат технических наук, заведующий лабораторией механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Эдуард Дмитриевич Солдатов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом рационального использования горных кормовых угодий, ORCID 0000-0002-0227-0835, AuthorID 760282

Людмила Романовна Гулуева¹, ведущий конструктор лаборатории механизации сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

Ирина Эдуардовна Солдатова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории горного луговодства и животноводства, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID 760267

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Владикавказского научного центра Российской академии наук, Михайловское, Россия

The way to solve the problem of degradation of mountain pastures of the Central Caucasus

S. M. Dzhibilov¹, E. D. Soldatov¹, L. R. Guluyeva¹, I. E. Soldatova¹

¹ North Caucasus Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture – the Branch of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoe, Russia

E-mail: luda_gulueva@mail.ru

Abstract. The authors presented the results of research and development, on the basis of which a new device was created that facilitates the restoration of degraded mountain pastures after unsystematic use with excessive grass grazing. **The purpose of the study** is to develop a new method of improvement and a prototype of attachments that will allow the seeding of perennial grasses in sparse grass and bare areas of the soil, which will increase stiffness. **The object of the study** are the working bodies: sowing devices, the original design, scatter cones, net runners. The novelty of the technical solution lies in the fact that the authors of the article developed a new resource-saving method for improving mountain fodder land using a modernized seeder equipped with removable working bodies for automatic, targeted seed sowing, sowing seeds only in degraded and bare areas, skipping areas with normal grass stand. **The tests were carried out** at a mountain hospital, located on the southeastern exposition of the Dargavsky depression of the North Ossetia-Alania, at an altitude of 1650 m above sea level with a slope of 10°, in six plots, with a recorded area of 360 m² two options in triplicate. The first option is natural seeding, and the second is the seeding of grasses by the aggregate. The plots are located across the slope randomized. **It was found that** at a concentration of 17.2 MJ of energy in 1 kg of dry matter of feed, the total collection in the control plot was 29.7 GJ, and in the seeded experimental field – 85.3 GJ. It was revealed that changes in the grass stand influenced the accumulation of biomass of phytocenosis. So, the crop of the aboveground fodder mass, when sowing grasses, in the first year of observations was 18.2 c/ha of dry weight, which is 5 times higher than in the control. During the growing season of the third year of observations, the yield in the sown area was 59.1 c/ha of dry weight against 17.3 c/ha in the control.

Keywords: the mountains, meadows and pastures, grass stands, sowing seeds, adaptation, sowing apparatus.

For citation: Dzhibilov S. M., Soldatov E. D., Guluyeva L. R., Soldatova I. E. Sposob resheniya problemy degradatsii gornykh pastbishch Tsentral'nogo Kavkaza [The way to solve the problem of degradation of mountain pastures of the Central Caucasus] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020. No. 06 (197). Pp. 10–16. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16. (In Russian.)

Paper submitted: 04.03.2020.

References

1. Soldatova I. E., Soldatov E. D. Sozdanie vysokoproduktivnykh senokosov i pastbishch v gornoy zone Severnogo Kavkaza [Creation of highly productive hayfields and pastures in the mountainous zone of the North Caucasus] // Journal of Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2017. T. 54. No. 3. Pp. 9–14. (In Russian.)
2. Basaev B. B., Bekuzarova S. A. Sposob sozdaniya dolgoletnikh kul'turnykh pastbishch na sklonovykh zemlyakh [The way to create long-term cultural pastures on sloping lands] // Sbornik SKNIIGPSH. Vladikavkaz, 2015. P. 25. (In Russian.)
3. Dzhibilov S. M., Gulueva L. R., Bestaev S. G., Poraeva Z. H., Kumsiev E. I. Ustroystvo dlya avtomaticheskogo, adresnogo podseva semyan trav [Device for automatic, targeted sowing of grass seeds] // Journal of Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2016. T. 53. No. 2. Pp. 151–156. (In Russian.)
4. Boraeva Z. B., Lushchenko G. V. Sozdanie kul'turnykh pastbishch na sklonovykh zemlyakh [Creation of cultural pastures on sloping lands] // Sbornik SKNIIGPSH. Vladikavkaz, 2014. P. 76. (In Russian.)
5. Mamiev D. M. Perspektivy razvitiya biologicheskogo zemledeliya v RSO-Alaniya. [Prospects for the development of biological farming in North Ossetia-Alania] // Scientific Life. 2019. Vol. 14. No. 9 (97). Pp. 1396–1402. DOI: 10.35679/1991-9476-2019-14-9-1396-1402. (In Russian.)
6. Dzhibilov S. M., Gulueva L. R. Sposob vosstanovleniya gornykh kormovykh ugodiy [The method of restoration of mountain grassland] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 7 (174). Pp. 15–20. (In Russian.)
7. Scotton M. Mountain meadow restoration: the effect of seeding rates, climate and soil on plant density and cover // Science of the Total Environment. 2019. No. 651. Pp. 3090–3098. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.192.
8. Novoselov S. I., Kuzminykh A. N., Ereemeev R. V. Plodorodie pochvy i produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zavisimosti ot osnovnoy obrabotki i sevooborota. [Soil fertility and crop productivity depending on the main cultivation and crop rotation] // Plodorodie. 2019. No 6 (111). Pp. 22–25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.06. (In Russian.)
9. Akanova N. I., Vizirskaya M. M. Effektivnye agrokhimicheskie sredstva povysheniya rentabel'nosti rastenievodstva [Effective agrochemical means of increasing the profitability of crop production] // Plodorodie. 2019. No. 2 (107). Pp. 57–60. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.18. (In Russian.)
10. Korobeynik I. A. Sovershenstvovanie konstruktivnykh propashnogo kul'tivatora dlya obrabotki pochv zasorenykh kamnyami: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Improvement of the design of the tilled cultivator for processing soils clogged with stones: abstract of dis. ... cand. techn. sciences]. Vladikavkaz, 2014. 23 p. (In Russian.)
11. Dzhibilov S. M., Gulueva L. R., Korobeynik I. A. Agregat dlya sgrebaniya kamney s odnovremennym avtomaticheskim podsevom trav na gornye luga i pastbishcha Severnogo Kavkaza [The unit for raking stones with simultaneous automatic sowing of grasses on mountain meadows and pastures of the North Caucasus] // Journal of Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2018. T. 55. No. 1. Pp. 106–112. (In Russian.)
12. Zhang Zh., Yu K., Siddique K., Nan Zh. Phenology and sowing time affect water use in four annual herbs of the warm season under semi-arid conditions // Agricultural and Forest Meteorology. 2019. Vol. 269. Pp. 257–269. DOI: 10.1016/j.agricrop.2019.01.028.
13. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Adaptive energy-saving cultivator equipped with the simultaneous adjuster of sections for working stony soils // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 714–720.
14. Kyul E. V., Apazhev A. K., Kudzaev A. B., Borisova N. A. Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards // Indian Journal of Ecology. 2017. T. 44. No. 2. Pp. 239–243.
15. Kudzaev A. B., Urtaev T. A., Tsgoev A. E., Korobeynik I. A., Tsgoev D. V. Study of elastic composite rods for creating fuses of tilters // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2017. T. 8. No. 11. Pp. 658–666.
16. Programma i metodika provedeniya nauchnykh issledovaniy po lugovodstvu (po Mezhdovedomstvennoy koordinatsionnoy programme NIR Rossel'khozakademii na 2011–2015 gg.) [The program and methodology for conducting scientific research on meadow cultivation (according to the Interdepartmental Coordination Program of Research of the Russian Agricultural Academy for 2011–2015)] / Under the editorship of A. A. Kutuzova, K. N. Privalova. Moscow, 2011. 192 p.

Authors' information:

Sergey M. Dzhibilov¹, candidate of technical sciences, head of the laboratory of mechanization agricultural production, ORCID 0000-0003-3597-0720, AuthorID 750961

Eduard D. Soldatov¹, candidate of agricultural sciences, head of the department of rational use of mountain forage land, ORCID 0000-0002-0227-0835, AuthorID 760282

Lyudmila R. Guluyeva¹, leading designer of the laboratory of mechanization of agricultural production, ORCID 0000-0002-1089-3688, AuthorID 591784; +7 (8672) 23-03-42, luda_gulueva@mail.ru

Irina E. Soldatova¹, candidate of biological sciences, senior researcher of laboratory of grassland and livestock, ORCID 0000-0002-1683-6908, AuthorID 760267

¹ North Caucasus Research Institute of Mining and Piedmont Agriculture – the Branch of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Mikhailovskoe, Russia

Chemical and mechanical methods on fruit setting and pomological traits of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) under Czech agro climatic condition

S. Mishra[✉], M. Tarafdar¹, R. K. Singh¹

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Sam Higginbottom University of Agriculture, Technology and Sciences, Allahabad, India

✉E-mail: mishrasaket1@gmail.com

Abstract. The aim of this research was conducted to improve fruit set using different types of treatments and to find out the best treatment on the basis of number of fruits and pomological traits. For the research, ten years old 12 Lang cultivar of jujube trees and 3 seedlings from open pollinated of Ukraine genotypes were used. The tree spacing was 3.50×1.26 m. Spraying of Borax showed that average numbers of fruits were higher than the other treatments, average values of height, weight, width and thickness were also higher than the other treatments. On the other hand Urea and Girdling gave poor results in both years. In case of seedlings, different treatments for fruit setting have not given good results. Spraying with different treatments did not affect fruit-setting and pomological characteristics as well, in a larger scale. In 2006, bud breaking started in jujube cultivars on 28th April and in seedlings on 6th May. In 2007, bud breaking started in jujube cultivars 11 days earlier and 10 days earlier on 26th April in seedling. In jujube cultivars, there were some variations in the dates of flowering during 2006; the average date of flowering was 26th June in 2006 for all cultivars of jujube. In seedlings, flowering started on 6th July 2006. During 2007 flowering started in jujube cultivar jujube cultivars started flowering 12 days earlier and seedlings 22 days earlier. During 2006, fruit set started in jujube cultivars and seedlings, on 12th July and 14th July respectively. During 2007, fruit set started in jujube cultivars and seedlings on 1st July and 10th July respectively. In 2007 fruit set in jujube cultivars started 11 days earlier and in seedlings 4 days earlier. During 2006, ripening started in jujube cultivars and seedlings on 26th Sept. During 2007 ripening started in jujube cultivars and seedlings on 2nd and 10th Sep. respectively. In 2007, ripening started in jujube cultivars 24 days earlier and seedlings 16 days earlier. Statistical evaluations of the data showed the differences between 2006 and 2007.

Keywords: jujube, cultivars, seedlings, flowering, fruit setting, timing.

For citation: Mishra S., Tarafdar M., Singh R. K. Chemical and mechanical methods on fruit setting and pomological traits of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) under Czech agro climatic condition // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 17–25. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-17-25.

Paper submitted: 25.05.2020.

Introduction

Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) is a deciduous fruit tree having Rhamnaceae family that ripens its fruit in autumn. It is grown in the temperate and subtropical areas of the Northern Hemisphere, especially the drier parts of north China. Chinese jujube appears to be principally diploid ($2n = 2x = 24$), although some polyploidy plants have been propagated as cultivars, whereas Indian jujube is tetraploid ($2n = 2x = 48$). As it is a plant well adapted to the climate in this region, lasts for long time, and fits in long-term intercropping systems; Chinese jujube has become more popular in different parts of China, especially in the dry northern parts. It is considered to be an ideal economic crop for arid and semiarid areas where common fruit trees do not grow well [12]. Accordingly, the International Centre for Underutilized Crops in Southampton, U. K., identified Chinese jujube as a crop with substantial growth potential in 2006 [1]. Recently, its cultivation has witnessed an increase in other regions in the world such as the southwest Europe, the Middle East, and India. The

fruit of Chinese jujube is rich in nutritive substances and has high medicinal value. Beside fresh consumption of the pulp, it can be dried or processed to be used in confectionary recipes in bread, cakes, and candy [9]. In addition to its nutritional uses, Chinese jujubes have been used as a traditional medicine [13]. In particular, the seeds are known for their sedative effect [10], which has been connected to the flavonoids available in the seeds. Consequently, products of Chinese jujube are being distributed as functional food, which in the United States, are available at health food stores [17]. Since FAO stat does not maintain statistics on this crop, it was referred to the Agris, Agricola and CABI tabloid data base to have insight of the statistical aspects of the Chinese jujube and related research in literature [14]. It was found that China and Korea were the two leading countries in the research on Chinese jujube. According to the China Agricultural Yearbook, China is the largest producer whose production has increased by 16 % annually since 2003 and reached approximately 7.4 million tons in 2013. Beside China, the crop is grown commercially mainly in Korea

whose growing area is 4676 ha, while the annual production is 20 thousand tons approximately [1]. Smaller areas of production can be found scattered in the dry regions of Thailand [14], France [17], Italy [3]. In other countries, if Chinese jujube are found, they would be used mainly for germplasm research or ornamental purposes [12]. Cultural practice of the Chinese jujube farming depends mainly on hand labor [15]. Particularly, the shortage of labor is required during the limited harvesting season leads to an increase in labor cost, which is one of the major problems facing farmers [2]. In fact, this labor intensive harvesting practice have become increasingly serious that it may threaten the stability of its cultivation and weaken the international competitiveness of the Chinese jujube industry.

It is worth mentioning that for intensive planting, some engineering technologies have been already employed to save labor and improve production. For example, digging machines are used for tree transplanting [11]; and branch pruning tools are utilized to control the number, length and opening of branches to improve lighting conditions and increase leaf area index [5]. One example of these tools is a knife designed specifically for jujube branch pruning after studying the mechanical properties of the branch [4]. At the same time, researches to fully automate pruning are ongoing [5].

Ecology and Climatic Requirements

Chinese jujube is a deciduous fruit tree, typically possessing thorny branches. Their leaves are ovate-acute, with three conspicuous veins at the base and finely toothed margins. They can withstand extreme arid conditions and produce reasonable yields. Many famous Chinese jujube cultivars are cultivated in Northwest China, which is well known for its arid climate.

In Northwest China, the annual precipitation is usually below 200 mm in arid, 200–450 mm in semi-arid, and 450–650 mm in sub-humid regions. Jujube can grow and thrive in a wide range of temperatures. Usually it could tolerate cold winters and survive temperatures as low as -20°C . This enables jujube to grow in mountains or deserts, and in cold regions. In addition, under different climatic conditions, jujube cultivars are diverse for traits, such as fruit shape, flavor, color, botany traits, and propagation ability [11]. Most species of *Ziziphus* can be found in low rainfall areas. The climatic and ecological background to the three important cultivated species is shown in the table [16]. Ecological requirements of the main jujube species are given in the table 1.

Reproductive Biology

The small flowers are produced in great abundance in spring and early summer. Although the flowers are perfect, the plants come in two mating types—one in which flowers open in the morning and the second in which flowers open in the afternoon. Most or all plants appear to be self – incompatible, but some cultivars are capable of setting large crop of fruit when planted in isolation. The stones of these when opened, seldom contain viable seeds. Some cultivars, even when planted among many other clones for cross – pollination, produce only seedless fruit, although stones are present. Some cultivars produce little or no fruit without cross pollination. The flowers are very fragrant and attract numerous insects of many species. Each stone potentially contains two seeds. The plant's flower relatively late in the spring and the fruit require 2–5 months to mature. If squirrels and crows are abundant, they can remove much of the fruit before it ripens [7].

Table 1
Ecological requirement of the main jujube species

	<i>Z. mauritiana</i>	<i>Z. jujube</i>	<i>Z. spina chhristi</i>
Latitude	30°N to 30°S	300C to 510N	00 to 200N
Altitude (m)	< 1500	Up to 2800	< 1000
Eco region	Warm Lowland plains	Cool highlands	Mediterranean dry lands
Minimum temperature	4 to 12 °C	–100 to 200 °C	–5 to 20 °C
Maximum temperature	39 to 45 °C	360 °C	50 °C
Rainfall (mm)	> 300	200 to 450	Ca 100
Soil type	Shallow to deep and soil	Alluvial plains hills	Poor soils of arid areas
Alkalinity	< 45 ESP	Highly tolerant	Some tolerance

Table 2
Climatic characteristics of warm region T4 [19, Pp. 232–233]

Parameters	Climatic characters of warm region T4
Number of summer days	60–70
Number of days with mean temperature > 100 °C	170–180
Number of days with frost	100–110
Number of ice days	30–40
Mean January temperature	–2...–3 °C
Mean July temperature	19–20 °C
Mean April temperature	9–10 °C
Mean October temperature	9–10 °C
Mean number of days with precipitation < 1 mm	80–90
Sum of precipitation in the vegetation period	300–350 mm
Sum of precipitation in the winter period	200–300 mm
Number of days with snow cover	40–50
Number of cloudy days	110–120
Number of cloudless days	50–60

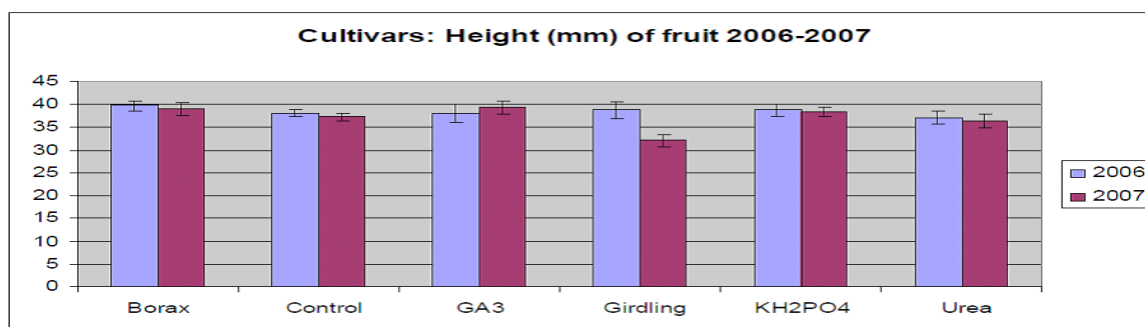


Fig. 1. Effect of different treatments on the height [mm] of fruit in *Ziziphus jujuba* Mill.

In Indian jujube, seedlings begin to bear fruit in the third or fourth year. In south – East Asia; it flowers with shoot growth in the wet season. As with Chinese jujube, the cultivars can be assigned to two groups based on anthesis time, those in which anthesis occur in the morning and those with anthesis in the afternoon. The stigma is receptive on the day of anthesis. The pollen is sticky and hence is not transferred by wind. In India, the honeybee and the house fly are the main pollinating insects, but many other insects are attracted to the flowers. The cultivars are self-incompatible, and some cultivar combinations are cross-incompatible. Only a small percentage of the flowers produces mature fruit, but this can be sufficient for a full crop [7].

Pollination

Generally, pollination is used mainly for breeding purpose. By pollinating the flowers on plants by hand, are assured a number of things: it assures pollination of the female flower and it will increase the likelihood of pollinating all segments of the female flower. Multi-segmented stigmas exist in the flowers of many plants. Chinese jujube are deciduous and can tolerate cold winters to –28 degrees F. They have a low chilling requirement allowing them to produce fruit in areas having mild winters. Long, hot summers are necessary to ripen good fruit crops. Flowers are small, approximately, 1/5 inch diameter, white, somewhat fragrant, and produced in large numbers in leaf axils. Flowering period extends over several months from late spring into summer [8]. Most jujube cultivars produce some fruit without cross pollination, but reports from California indicate yields are much higher when two or more different cultivars are planted together. Pollination is done by bees and flies.

Fruit growth and development

Immediately after fruit set, there is a very heavy fruit drop due to lack of ovule formation. The fruit development period varies from 108 to 180 days depending on cultivars and location, and shows a double sigmoid growth pattern.

As the fruit grows, there are increases in length, breath, weight, soluble solids, sugars and ascorbic acid and decreases in acidity, starch, phenolics and specific gravity [8].

Methods

This work is part of my PhD. research. The investigation on are being carried out at the Department of Pomology, Faculty of Horticulture in Lednice, Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno, Czech Republic.

Climatic characteristics

According to Quitt's classification, Lednice belongs to the warm region T4 [19, Pp. 232–233]. Climatic characteristics are given in the table 2.

The altitude of Lednice is approximately 170 meters above the sea level. Lednice enjoys the temperate climatic conditions prevailing in the south-eastern part of the Czech Republic, the south Moravia region. The average annual temperature in Lednice is 9.2 °C. In 2006 and 2007 the average annual temperature was 10 °C and 11.2 °C respectively. Average annual temperature during the vegetation period was 15.7 °C. In 2006 and 2007 the average temperature during the vegetation period was 17.2 °C and 17.7 °C respectively (Rožnovský and Litschmann 2008). The **average annual temperature** according to the Climate Atlas of Czechia is 9–10 °C [19, Pp. 24–25]. Map is given in the figure below (fig. 1).

Average coolest month was January –1.9 °C. The coolest month in 2006 and 2007 was January –5.8 °C and December 0.4 °C respectively. Average hottest month was July 19.1 °C. The hottest month in 2006 and 2007 was July 23.5 °C and 21.3 °C respectively. Length of the summer (average temperature above 15 °C) in 2006 and 2007 was 131 days and 119 days respectively. Number of summer days (average day temperature higher than 25 °C) in 2006 and 2007 was 14 and 11 respectively. In 2006 there were 277 days without frost (Rožnovský and Litschmann 2008).

The annual rain fall in Lednice is 480 mm. In 2006 and 2007 the annual rain fall was 579.4 mm and 584.4 mm respectively. During vegetation the annual rainfall in 2006 and 2007 was 401.7 mm and 343.3 mm respectively (Rožnovský and Litschmann 2008). The average annual precipitation according to the Climate Atlas of Czechia is 450 – 500 mm [19, Pp. 68–69]. Map is given in the figure (fig. 2).

Fruit setting in Jujube

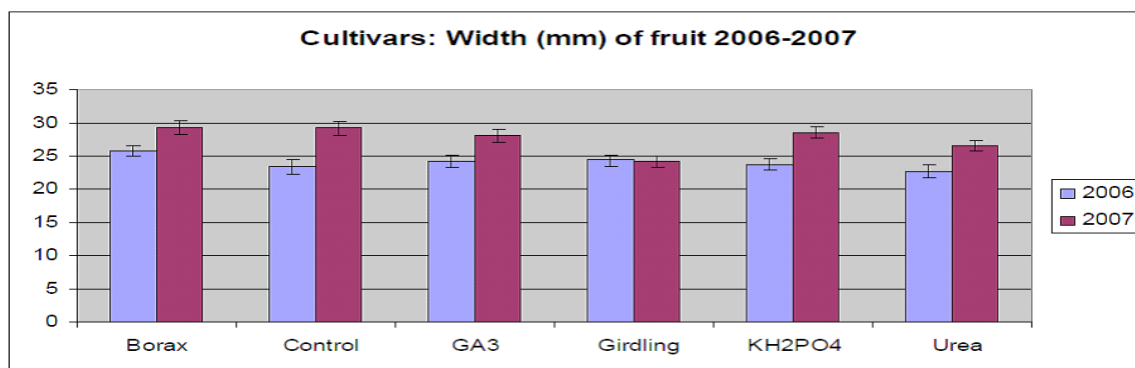
The aim of this research was conducted to improve fruit set using different types of treatments and to find out the best treatment on the basis of number of fruits and pomological traits. Fruit-set was improved using the following methods [6]:

1. Spraying on flowers during full blooming season (25 %-50 % flowers are open),

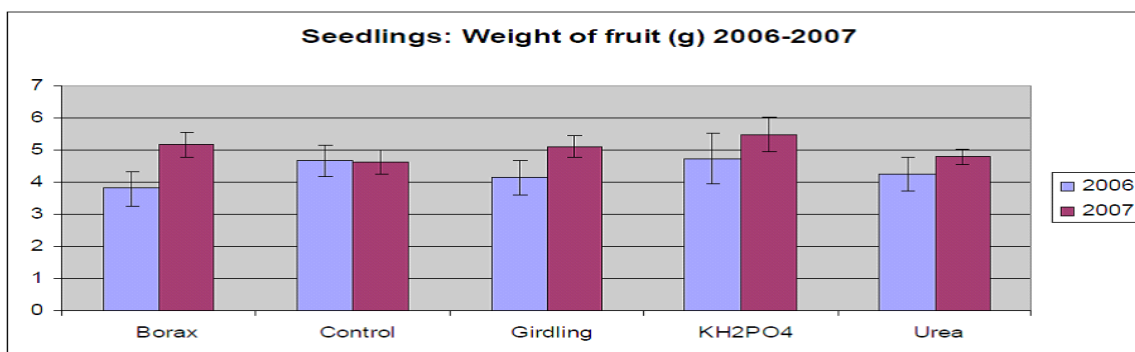
2. Girdling during blooming season (approximately 30 % flowers are opening), main stem ring-girdling (removing the bark of 3–5 mm wide strip of bark, depending on the diameter of the tree) just like in apple tree. For the improvement of fruit set different types of treatments could be used. For the purpose of this research, six treatments were selected to improve pollination [6]). Twelve trees of the cultivar “Lang” were used for the trial.

Two plants were used for each treatment:

- Borax: 0.3 %;
- Urea: 0.5 %;
- KH₂PO₄ 0.4 %

Fig. 2. Effect of different treatments on the width (mm) of fruit in *Ziziphus jujuba* Mill.Table 3
Effect of different treatments on the weight [g] of fruit in seedlings of *Ziziphus jujuba* Mill.

Treatment	2006	½ conf	2007	½ conf
Borax	18.300	0.9373	19.6500	0.649121678
Control	19.7000	0.7454	19.5000	0.492030551
Girdling	19.2500	0.6420	19.8000	0.517161772
KH ₂ PO ₄	18.850	1.1492	20.0500	0.616325493
Urea	18.7000	0.8736	19.1000	0.39886136
Average	19.0	0.9	19.6	0.5

Fig. 3. Effect of different treatments on the weight [g] of fruit in seedlings of *Ziziphus jujuba* Mill.

- GA₃: 5–10 ppm (or mg/L);
- Girdling;
- Control.

For the same trial in **seedlings**, five treatments were selected. Three trees were used for the treatments. Five branches on the tree were selected, each for different treatment:

- Borax: 0.3 %;
- Urea: 0.5 %;
- KH₂PO₄ 0.4 %
- Girdling;
- Control.

Treatments were sprayed on Jujube twice a year. First, when 25 % flowers were open and again when 50 % flowers were open. For evaluation of fruit setting there were counted flowers on the trees. Usually counting started from the first week of July till the last week of August.

Cultivars. In 2006, 100 flowers were counted per tree, two trees for each treatment. In 2007, 300 flowers were counted per tree (three branches, 100 flowers/branch), two trees for each treatment.

Seedlings. In 2006 and 2007 as well, 100 flowers were counted per branch, each branch with different treatment. Total yield was counted only from 2 plants, not from 3 as in the case of cultivars. In the case of Urea treatment, the branch of the

third seedling was grafted. A pomological description based on shape, color, weight, thickness, height and width was made for each different treatment, twenty fruits were evaluated for each treatment.

Results

Fruit setting in cultivars

For evaluation of fruit setting there were counted flowers on the trees (selected branches / treatment). The results from the year 2006 show that these treatments don't affect on shape, colour and height, in 2007 height was affected. **Shape** of fruit was oval in 2006 and also in 2007 was the same as well, regardless the treatment. **Color** was brown in 2006 and 2007 as well, regardless the treatment. Regarding number of fruits, there were statistically highly significance differences between treatments. There were no significance differences between Girdling, Borax, KH₂PO₄, and GA₃. There were highly significance differences between Urea and Control. Results are given below.

The weight of fruit from the different treatments in 2006; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 14.4 g, 11.8 g, 12.9 g, 13.6 g, 13.3 g and 8.8 g respectively. The average weight of fruit from the different treatments in 2007; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 15.4 g, 15.2 g, 13.8 g, 8.9 g, 13.5 g and 12.1 g respectively.

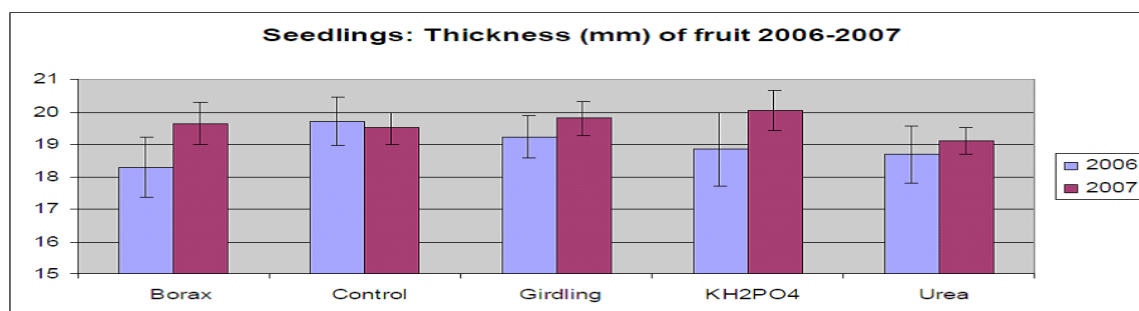


Fig. 4. Effect of different treatments on the thickness [mm] of fruit in seedlings of *Ziziphus jujuba* Mill.

Table 4
Effect of different treatments on the thickness [mm] of fruit in seedlings of *Ziziphus jujuba* Mill.

Treatment	2006	$\frac{1}{2} \text{ conf}$	2007	$\frac{1}{2} \text{ conf}$
Borax	3.8100	0.5383	5.1700	0.375364815
Control	4.6650	0.4930	4.6200	0.368702564
Girdling	4.1350	0.5335	5.1100	0.349867646
KH ₂ PO ₄	4.7350	0.7889	5.4950	0.525668447
Urea	4.2750	0.5185	4.8000	0.23227654
Average	4.3	0.6	5.00	0.4

Treatments affect weight of fruit. In 2006 there were statistically highly significance differences between Urea and other treatments as well as between Control and Borax, in 2007 there were differences between Girdling and other treatments as well as between the Urea, KH₂PO₄ and Borax, Control. Results are given below (table 3, fig. 3).

The thickness of fruit from the different treatments in 2006: Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 28.4 mm, 26.7 mm, 27.3 mm, 27.9 mm, 27.3 mm and 25.4 mm respectively. The average thickness of fruit from the different treatments in 2007; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 26.4 mm, 26.2 mm, 25.6 mm, 22.2 mm, 25.9 mm and 24.2 mm respectively. Treatments affect thickness of fruit. In 2006 there were statistically highly significance differences between Urea and other four treatments, in 2007 between Girdling and other four treatments and Control. The difference between Urea and GA₃, KH₂PO₄, Borax and Control was also statistically highly significant. Results are given below (table 4, fig. 4).

The height of fruit from the different treatments in 2007 Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 38.9 mm, 37.2 mm, 39.4 mm, 32.0 mm, 38.4 mm and 36.3 mm respectively. In 2007 treatments affect height of fruit. There were statistically highly significance differences between Girdling and other four treatments and Control. There were the differences between Urea and other three treatments (KH₂PO₄, Borax and GA₃) as well as between Control and GA₃. Results are given below (table 5, fig. 5). In 2006 height was not affected by the treatments.

The width of fruit from the different treatments in 2006; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 25.7 mm, 23.4 mm, 24.2 mm, 24.4 mm, 23.7 mm and 22.6 mm respectively. The average width of fruit from the different treatments in 2007; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 29.25 mm, 29.2 mm, 28.0 mm, 24.2 mm, 28.5 mm and 26.5 mm respectively. Treatments affect width of fruit. In 2006 there were statistically highly significance differences between Urea, Control, KH₂PO₄ and Borax. In 2007 there were differ-

ences between Girdling and other four treatments and Control as well as between Urea and other three treatments (KH₂PO₄, Borax and GA₃) and Control. Results are given below (table 6, fig. 6).

The total yield of fruit from the different treatments in 2006; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 9500, 1650, 6216, 3128, 4340 and 650g respectively. The total yield of fruit from the different treatments in 2007; Borax, Control, GA₃, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 8820, 8020, 17500, 1600, 4250 and 4650g respectively. Treatments also affect total yield of fruit in *Ziziphus jujuba* Mill. (table 7). Results showed that in 2006 Borax gave the best yield (9500 g) and Urea gave poor result (650 g). In 2007 GA₃ gave the best result (17500 g) and Girdling gave the poor result (1600 g). Total yield from all the treatments was 25484g in 2006 and 44840 g in 2007.

Two years evaluation of different treatments for fruit setting has given good results. On the basis of results it shows that Borax is the best treatment for fruit setting and pomological characteristics as well.

Fruit setting in seedlings

The results from the both years show that the treatments don't affect shape neither on color.

Shape of fruit was round in 2006 and also in 2007 was the same as well, regardless the treatment.

Color was golden-yellow in 2006 and 2007 as well, regardless the treatment.

Regarding **number of fruits**, in 2007, there is no significant difference between treatments. There is significant difference between Urea and Girdling, Urea and KH₂PO₄. There is no difference between Control and Borax certainly. Results are given below (table 8, fig. 7).

The weight of fruit from the different treatments in 2006: Borax, Control, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 3.8, 4.6, 4.1, 4.7, and 4.2 g respectively. The average weight of fruit from the different treatments in 2007; Borax, Control, Girdling, KH₂PO₄ and Urea were 5.1, 4.6, 5.1, 5.4, and 4.8 g respectively.

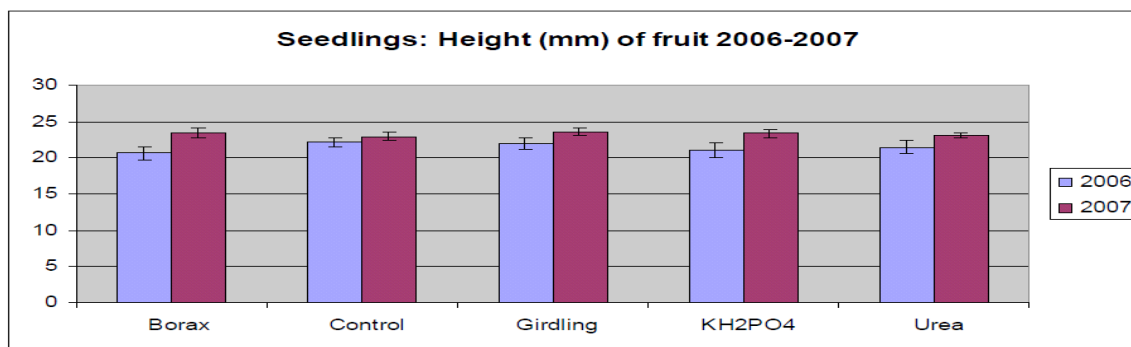


Fig. 5. Effect of different treatments on the height [mm] of fruit in seedlings of Ziziphus jujuba Mill.

Table 5

Effect of different treatments on the height (mm) of fruit in seedlings of Ziziphus jujuba Mill.

Treatment	2006	½ conf	2007	½ conf
Borax	20.6500	0.9271	23.400	0.633391227
Control	22.2000	0.5600	22.9500	0.57705771
Girdling	21.95000	0.7959	23.6000	0.5558400029
KH ₂ PO ₄	21.05000	1.0240	23.3500	0.612573096
Urea	21.4500	0.8916	23.1500	0.348745532
Average	21.5	0.8	23.3	0.5

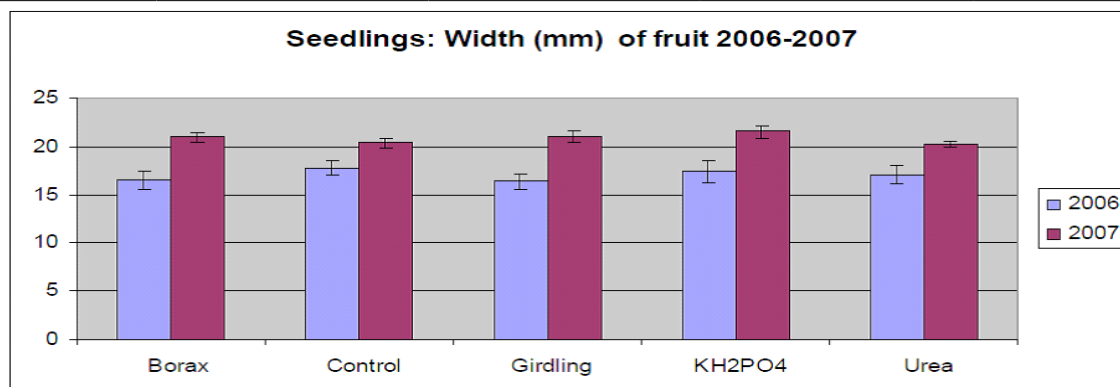


Fig. 6. Effect of different treatments on the width [mm] of fruit in seedlings of Ziziphus jujuba Mill.

Table 6

Effect of different treatments on the width [mm] of fruit in seedlings of Ziziphus jujuba Mill.

Treatment	2006	½ conf	2007	½ conf
Borax	16.5500	0.9540	20.9500	0.51436792
Control	17.8000	0.7377	20.4000	0.512684096
Girdling	16.350	0.8355	21.0000	0.547481056
KH ₂ PO ₄	17.400	1.1199	21.5500	0.687083272
Urea	17.0500	0.9295	20.2500	0.3352962308
Average	17.00	0.9	20.8	0.5

Table 7

Effect of different treatments on the total yield of fruit in seedlings of Ziziphus jujuba Mill.

Treatment	Total yield of fruit (g)	No. of fruits sm. Ch	Average yield of fruit/tree (g)		Average value 2006 + 2007
Year	2006	2007	2006	2007	
Borax	1 378	2 250	460	750	605
Control	1330	1 800	443	600	521.5
Girdling	2 674	3 300	891	1100	995.5
KH ₂ PO ₄	520	1 300	173	433	303
Urea	1 190	2 300	600	1 150	875
Total	7 101	10 950			

Table 8
Number of fruits (mean) in 2007 in cultivars

Treatment	No. of fruit mean	No. of fruits sm. Ch	No. of fruits -99.00 %	No. of fruits +99.00 %	N	
Girdling	0.33333	0.980167	-2.36839	3.03505	6	2.70172
Borax	0.83333	0.980167	-1.86839	3.53505	6	2.70172
KH_2PO_4	2.50000	0.980167	-0.20172	5.20172	6	2.70172
GA3	4.00000	1.073719	1.04041	6.95959	6	2.95959
Urea	10.00000	0.980167	7.29828	12.70172	6	2.70172
Control	8.50000	0.980167	5.79828	11.20172	6	2.70172

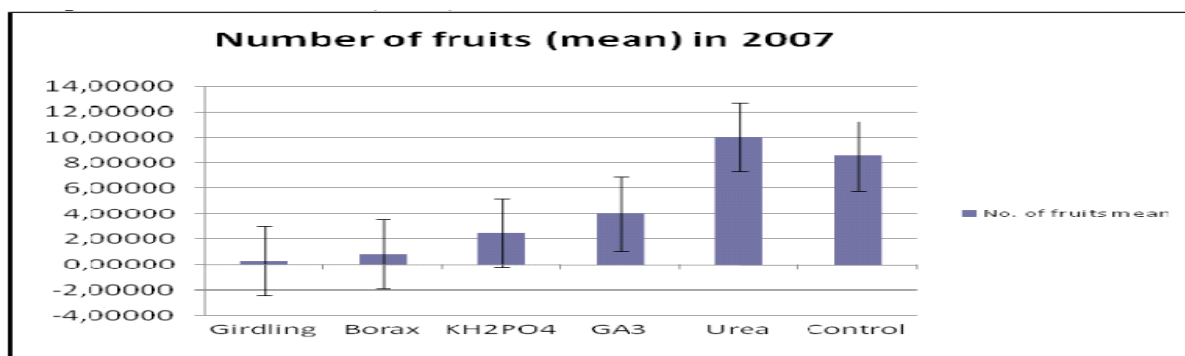


Fig. 7. Number of fruits (mean) in 2007 in cultivars

Treatments affect weight of fruit. In 2006 record observation showed that there were no statistically significant differences among the treatments. In 2007 there were statistically significant differences between KH_2PO_4 and control as well as Urea. Results are given below (table 3, fig. 3).

The thickness of fruit from the different treatments in 2006: Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 18.3, 19.7, 19.2, 18.8, and 18.7 mm respectively. The average thickness of fruit from the different treatments in 2007: Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 19.6, 19.5, 19.8, 20.0, and 19.1 mm respectively. Treatments affect thickness of fruit. Record observation shows that there were no statistically significant differences among the treatments in 2006 neither in 2007. Results are given below (table 4, fig. 4 8).

The height of fruit from the different treatments in 2006; Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 20.6, 22.2, 21.9, 21.0, and 21.4 mm respectively. The average height of fruit from the different treatments in 2007; Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 23.4, 22.9, 23.6, 23.3, and 23.1 mm respectively. Treatments affect height of fruit. Record observation shows that there were no statistically significant differences among the treatments in 2006 neither in 2007. Results are given below (table 5, fig. 5).

The width of fruit from the different treatments in 2006: Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 16.5, 17.8, 16.3, 17.4, and 17.0 mm respectively. The average width of fruit from the different treatments in 2007: Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 20.9, 20.4, 21.0, 21.5, and 20.0 mm respectively. Treatments affect width of fruit. Record observation shows that there were no statistically significant differences among the treatments in 2006. In 2007 there were statistically significance differences between KH_2PO_4 and control as well as Urea. Results are given below (table 6, fig. 6).

The total yield of fruit from the different treatments in 2006: Borax, Control, Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 1378, 1330, 2674, 520 and 1199 g respectively. The total yield of

fruit from the different treatments in 2007: Borax, Control Girdling, KH_2PO_4 and Urea were 2250, 1800, 3300, 1300 and 2300 g respectively. Treatments also affect total yield of fruit in seedling of *Ziziphus jujuba* Mill. Results showed that in 2006 Girdling gave the best yield (2674 g) and KH_2PO_4 gave poor result (520 g). In 2007 Girdling gave the best result (3300 g) and KH_2PO_4 gave the poor result (1300 g). Total yield from all the treatments was 7101 g in 2006 and 10950 g in 2007.

Two years evaluation of different treatments for fruit setting has not given satisfactory results. Spraying with different treatments did not affect fruit-setting and pomological characteristics as well, in a larger scale.

In the case of Urea treatment, the yield was measured from the two seedlings, not from the third one. The particular Urea branch of the third seedling was grafted and yield from this effect was much higher than from the other branches.

Fruit setting in jujube

For the improvement of fruit set, six treatments were selected in cultivars (Borax, Urea, KH_2PO_4 , GA₃, Girdling, and Control) and five treatments in seedlings, where GA₃ was not used. In seedlings, 100 flowers were counted per branch; each branch has got one treatment. In the case of seedlings, the small size of trees and limited number of branches doesn't allow the use of more replications like in the case of cultivars. A pomological description based on shape, colour, weight, thickness, height and width was made for each different treatment, twenty fruits were evaluated for each treatment in seedling and cultivars as well.

Fruit setting in cultivars

Under natural conditions, fruit set in jujube is low, usually less than 1 % (Singh 1995). It is very important to improve the fruit set in Chinese jujube production. Singh (1995) has reported that fruit set of Chinese jujube can be improved by spraying 10–20 ppm GA₃ 3–4 times starting at full-bloom. In our research, GA₃ 5–10 ppm was sprayed for improving the fruit set, and the spraying of this treatment was not so success-

ful like spraying of Borax. Borax gave the best result in the case of cultivars in almost all pomological characteristics, in both years.

On the other hand, Urea and Girdling gave poor results in 2006 and 2007. Borax also gave the best yield in 2006; in 2007 GA₃ gave the best result. From the above mentioned reasons and results, we recommend using of Borax for improvement of fruit setting in jujube is cheaper than GA₃ and the frequency of Borax to get number of fruits in jujube is much higher than GA₃. The exceptional value of height shows that the average value in 2007 was higher in GA₃. Random selection of fruits caused the irregularities in results in the case of height. To avoid the same in the future would be better to choose more fruits for verification.

Fruit setting in seedlings

On the basis of results from both years showed that the treatments don't affect shape or colour, other pomological characteristics were affected.

The weight of fruit was the highest in KH₂PO₄ in both years. The lowest value of weight was in the case of Borax in 2006 and Control in 2007. **The thickness** of fruit was the highest in Control in 2006 and in KH₂PO₄ in 2007. The lowest value of thickness was in the case of Borax in 2006 and Urea in 2007. **The height** of fruit was the highest in Control in 2006 and in Girdling in 2007. The lowest value of height was in the case of Borax in 2006 and Control in 2007. **The width** of fruit was the highest in Control in 2006 and in KH₂PO₄ in

2007 (21.5 mm). The lowest value of width was in the case of Girdling (16.3 mm) in 2006 and Urea (20.0 mm) in 2007.

Regarding the size of fruit, Control gave the best results. From this reason we can conclude that in the case of seedlings, treatments don't affect pomological characteristics as in the case of cultivar. On the other side, treatments affect total yield of fruit, which reached the highest value in Girdling in 2006 and 2007 as well. KH₂PO₄ gave poor results in both the years.

The probable reason for non-significant effect of different treatment on size and colour in jujube may be attributed to the adverse climatic conditions for the seedlings which might have led to improper colour development and under sized fruit.

Discussion and Conclusion

Fruit setting in cultivars

Studies conducted on effect of different treatments on fruit setting in jujube shows that Borax is the best treatment for fruit setting and pomological characteristics as well. Spraying of Borax showed that average numbers of fruits were higher than the other treatments, average values of height, weight, width and thickness were also higher than the other treatments. On the other hand Urea and Girdling gave poor results in 2006 and 2007 respectively.

Fruit setting in seedlings

On the basis of result it can be concluded that in the most cases KH₂PO₄ gave satisfactory result. In general, spraying with different treatments did not affect fruit-setting and pomological characteristics as well, in a larger scale.

References

1. Choi S. H., Ahn J. B., Kozukue N., Levin C. E., Friedman M. Distribution of free amino acids, flavonoids, total phenolics, and antioxidative activities of jujube (*Ziziphus jujuba*) fruits and seeds harvested from plants grown in Korea // Journal of Agricultural & Food Chemistry. 2011. Vol. 59. No. 12. Pp. 6594–6604.
2. Chen F., Liu K., Zhang J., et al. Target identification method of lingwu dates based on bp neural net-work. The Open Automation and Control Systems Journal. 2014. Vol. 6. No. 1. Pp. 670–675.
3. Cossio F., Bassi G. Field performance of six chinese jujube cultivars introduced and tested in northern Italy // Acta Hortic. 2013. No. 993. Pp. 21–28.
4. Fan X., Zhang H., Li C., et al. The development of the pneumatic cutting machine used in a dwarf dense planting jujube garden // Journal of Shandong Agricultural University. 2014. No. 45. Pp. 694–697.
5. Ge Y., Fang J., Wang S., et al. Status of mechanized pruning techniques zaoyuan close planting dwarf. J. Agric. Mech. Res. 2013. No. 35. Pp. 249–252.
6. Hao-Yuan S. Discussion about *Ziziphus sp.* Personal communication. Institute of Forestry and Pomology, Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing, China, 2005.
7. Janick J. The Encyclopedia of Fruits & Nuts. Oxfordshire. Cambridge: CAB International, 2008. Pp. 615–619.
8. Schalaus J. The Chinese jujube // Agriculture and natural resources. University of Arizona Co-operative Extension, 2011.
9. Krska B., Mishra S. Sensory evaluation of different products of *Ziziphus jujuba* Mill. // Acta Horticulturae. 2008. No. 840. Pp. 557–562.
10. Koetter U., Barrett M., Lacher S., et al. Interactions of magnolia and ziziphus extracts with selected central nervous system receptors // Journal of Ethnopharmacology. 2009. No. 124. Pp. 421–425.
11. Li R., Peng J., Sun S. P., Al-Mallahi A., Fu L. S. Determination of selected physical and mechanical properties of chinese jujube fruit and seed. Agricultural engineering international. Canadian Institute for Jewish Research Journal. 2014. Vol. 18. No. 3. Pp. 294–300.
12. Liu M. Chinese jujube: botany and horticulture. Horticultural Reviews. 2010. No. 32. Pp. 229–298.
13. Mahajan R., Chopda M. Phyto-Pharmacology of *Ziziphus jujuba* Mill. – A plant review // Pharmacognosy Reviews. 2009. Vol. 3. No. 6. Pp. 320–329.
14. Siriamornpun S., Weerapreeyakul N., Barusux S. Bioactive compounds and health implications are better for green jujube fruit than for ripe fruit // Journal of Functional Foods. 2015. No. 12. Pp. 246–255.
15. Tang Z., Meng X., Shen C., et al. Design and experimental investigation of mechanical vibration tree fruits and nuts harvester // J. Agric. Mech. Res. 2010. No. 32. Pp. 65–69.

16. Williams J. T. Taxonomy and Nomenclature. Climate and Ecology. Agronomy // Azam-Ali S., E. Bonkougou, et al. Ber and other jujubes. Southampton: Southampton Centre for Underutilised Crops, 2006.
17. Yao S. Past, Present, and Future of Jujubes – Chinese Dates in the United States // HortScience. 2013. Vol. 48. No. 6. Pp. 672–680.
18. Xiaopeng Li, Yupeng Li, Zhong Zhang, Xingang Li. Influences of environmental factors on leaf morphology of Chinese jujubes. College of forestry, northeast university, Yangling, Shaanxi, China. 2015.
19. Tolasz R., Míková T., Valeriánová A., Voženílek V. (eds). Climatic Atlas of Czechia. ČHMÚ, Prague, 2007. 256 p. (In Czech.)

Authors' information:

Saket Mishra¹, PhD, assistant professor, ORCID 0000-0001-8289-0454; mishrasaket1@gmail.com

Mithun Tarafdar¹, PhD, assistant professor, ORCID 0000-0003-0418-3994

Ravi Kumar Singh¹, PhD, assistant professor, ORCID 0000-0002-1016-7192

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Sam Higginbottom University of Agriculture, Technology and Sciences, Allahabad, India

Повышение эффективности растениеводства за счет оптимизации сроков полевых работ

Н. В. Степных^{1✉}, Е. В. Нестерова¹, С. Д. Гилев¹, А. М. Заргарян¹

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Аннотация. Нарушение оптимальных сроков проведения полевых работ и нерациональная структура посевных площадей приводят к снижению доходности растениеводства. **Цель исследований** – показать пути повышения эффективности производства зерна за счет более ранних сроков уборки пшеницы. **Объектами исследования** стали оперативные данные сроков полевых работ и урожайности зерновых культур в АПК Курганской области и на полях Курганского НИИСХ, метеоданные. Использованы общепринятые **методики** сравнительного, статистического, факторного, корреляционного анализов. **Результаты.** Установлено, что наиболее благоприятные условия для уборки зерновых культур складываются в августе. В то же время на 1 сентября 2019 года в Курганской области было убрано 21 % площадей зерновых культур, на 1 октября – 71 %. Урожайность зерновых, убранных в сентябре, оказалась на 5,7 ц/га ниже убранных в августе, потери дохода – 6,2 тыс. руб/га. Цена на зерно, реализуемое в сентябре, зачастую ниже, чем в августе, а это еще минус 1,5 тыс. руб/га. Раннюю уборку обеспечивают более ранние посевы. Для эффективной оптимизации сроков работ **предложено** вести их учет и анализ в электронной книге истории полей, разработанной в Курганском НИИСХ. Установлено, что при минимальной обеспеченности сельхозтехникой урожайность по полям в разные по гидротермическим условиям годы варьировала незначительно благодаря использованию широкого диапазона сроков посева от 2 до 31 мая и рациональной структуре сортов. Около 10 % посевов под озимой пшеницей позволяло начинать уборку за 2–3 недели до яровой и выгоднее реализовывать зерно. Сельхозтоваропроизводителям **рекомендовано** оптимизировать сроки уборки яровой пшеницы за счет более ранних сроков посева с учетом обоснованности для каждого поля и введения в оборот озимой пшеницы. **Научная новизна** заключается в анализе сложившихся за последние 5 лет сроков посевных и уборочных работ в хозяйстве в разрезе каждого поля.

Ключевые слова: сроки посева и уборки зерновых культур, условия созревания зерна, яровая и озимая пшеница, книга истории полей, учет сроков полевых работ, доход, цена, рентабельность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Степных Н. В., Нестерова Е. В., Гилев С. Д., Заргарян А. М. Повышение эффективности растениеводства за счет оптимизации сроков полевых работ // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 26–37. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-26-38.

Дата поступления статьи: 23.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Урожайность сельскохозяйственных культур в немалой степени зависит от своевременности проведения полевых работ. Как правило, затягивание сроков работ ведет к снижению урожайности и, как следствие, к потерям доходов. Кроме того, цена реализации продукции также зависит от даты уборки культур, а следовательно, от сроков посева и созревания, так как на ценообразование важное влияние оказывает фактор сезонности [1, с. 65].

Несмотря на общее потепление, наблюдающееся в зауральском регионе в последние два десятилетия, с 2011 года отмечается тенденция похолодания осенних месяцев, в связи с чем затягивание вегетации зерновых культур и сроков их уборки становится серьезной проблемой для сельхозтоваропроизводителей [2, с. 16].

По данным Департамента АПК Курганской области, в 2019 году на 1 сентября в Курганской области было убрано 21 % площадей зерновых культур, на 1 октября – 71 %. Урожайность зерновых культур, убранных в сентябре, на

5,7 ц/га ниже по сравнению с урожайностью зерновых, убранных в августе (16,2 против 21,9 ц/га). При всех сопутствующих факторах, влияющих на такой результат (более ранние сроки, более плодородные участки, выделенные для оптимальных сроков сева), существенную отрицательную роль играют именно поздние сроки созревания.

При сложившейся в Курганской области в августе 2019 года цене пшеницы 1088 руб/ц снижение дохода при поздней уборке составляет 6,2 тыс. руб/га. Кроме того, цена на зерно, реализуемое в сентябре, в большинстве лет ниже, чем в августе. В 2019 году она была ниже на 91 руб/ц. Потеря дохода за счет снижения цены составляет 1474 руб/га, общее снижение дохода – 7,7 тыс. руб/га. Потери дохода в сумме с 1000 несвоевременно убранных гектаров посева пшеницы за один год сопоставимы со стоимостью зерноуборочного комбайна.

Целью исследований стал поиск путей решения проблемы поздних сроков уборки для повышения эффективности растениеводства.

Анализ погодных данных в условиях центральной зоны Курганской области за 2011–2019 годы показал, что почти 30 % дней августа бывают с осадками, но благодаря высокой температуре и относительно длинному световому дню они быстро испаряются и на состояние стеблестоя и уборочный процесс отрицательно не влияют. Благоприятной остается и первая половина сентября, количество дождливых дней в это время снижается до 18 %, а среднесуточная температура остается еще высокой, составляя в среднем 15,9 °С, что соответствует уровню активных температур (рис. 1). В третьей декаде количество и частота выпадения осадков возрастают, среднесуточная температура снижается до 11,3 °С.

Таким образом, наиболее благоприятные условия для уборки зерновых культур складываются в августе, в то же время уже с третьей его декады возрастает вероятность осенних заморозков, а в первой декаде октября и вовсе может установиться среднесуточная температура ниже 0 °С. При поздних посевах или при затягивании вегетации зерновых культур созревание зерна переносится на сентябрь, что имеет нежелательные последствия. Высокая влажность в период налива затягивает созревание зерна, в зерновки поступает больше углеводов, а накопление белков, наоборот, снижается. Коэффициент корреляции между

массовой долей клейковины и суммой осадков в опытах А. Ф. Никулина составил от –0,84 до –0,96 в зависимости от скороспелости сорта [3, с. 66]. В период переувлажнения такое явление, как «истекание зерна», приводит также к формированию щуплого зерна и потерям 20–30 % урожая [4, с. 384]. Заморозки в начале восковой спелости влияют на снижение массы зерновки, natyры и всхожести, а в фазу молочной спелости, когда влажность зерна около 50 %, теряется жизнеспособность семян. К потерям урожая при перестое осенью также приводят осыпание и прораствание, поражение зерна болезнями и общее снижение его качества.

Для масличных культур (подсолнечник, рапс, лен), возделываемых в условиях региона и имеющих более длительный вегетационный период, для созревания и уборки также благоприятны высокие температуры (26–28 °С), но, учитывая значительные посевные площади пшеницы, их уборка зачастую отодвигается до октября. В то же время в отличие от зерновых, например, продуваемость подсолнечника позволяет его убирать и при высокой влажности почвы. А скошенный в валки рапс хорошо дозревает, двухфазная уборка позволяет сократить потери. Однако высокая влажность воздуха для масличных влияет на качество маслосемян. Поэтому для их уборки холодный и дождливый октябрь уже неблагоприятен.

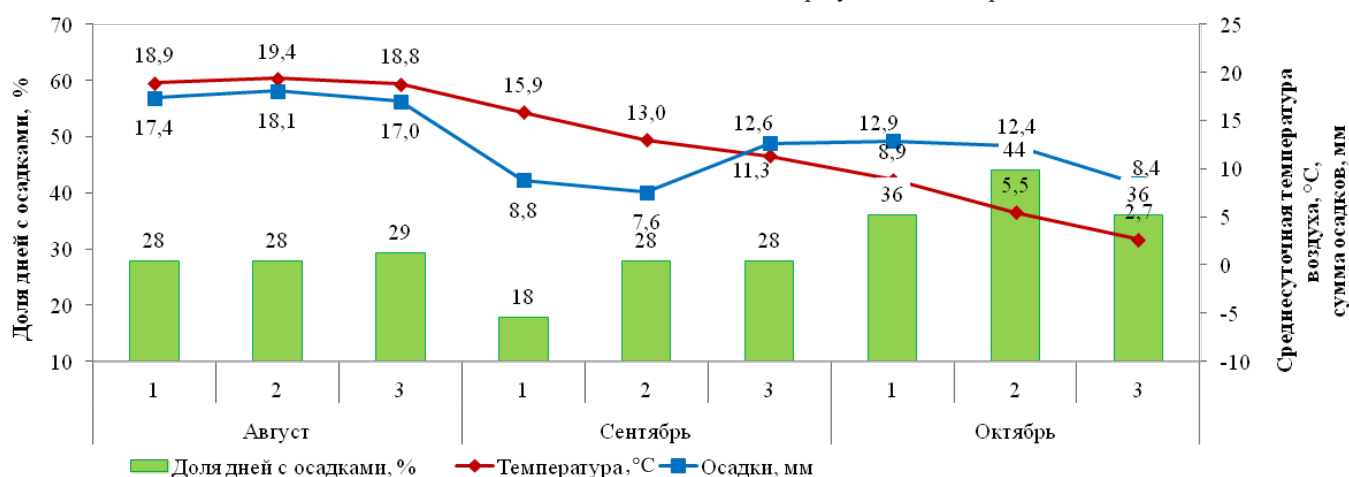


Рис. 1. Погодные условия в различные декады уборочного периода (метеопост с. Садовое), среднее за 2011–2019 гг.

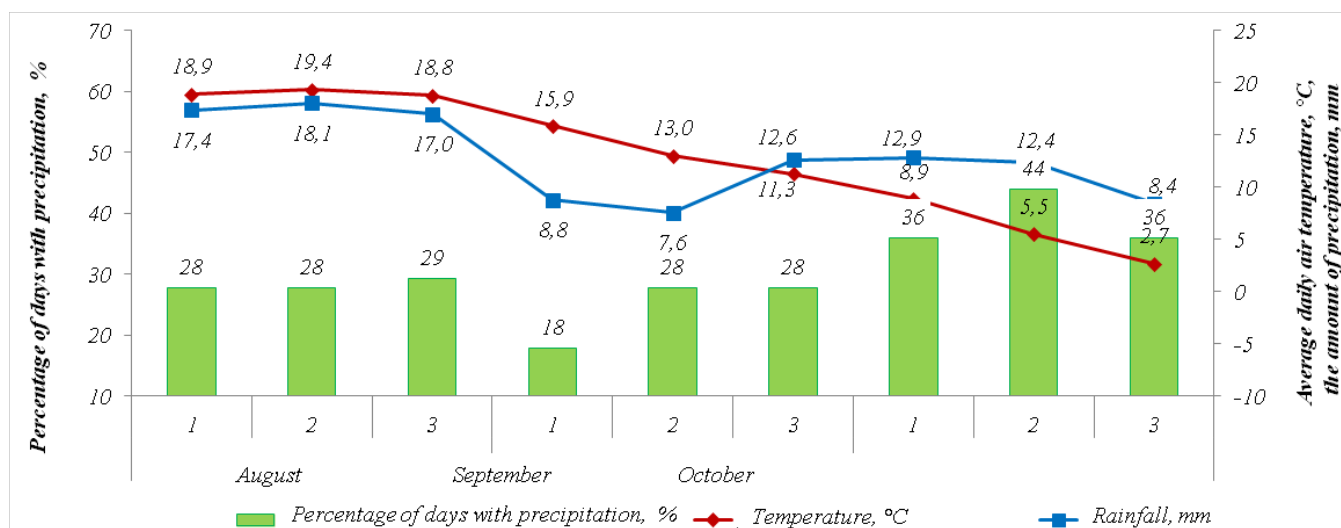


Fig. 1. Weather conditions in different decades of the harvest period (Sadovoye village weather station), average for 2011–2019

Поздние сроки уборки естественным образом связаны с более поздними посевами и затягиванием вегетационного периода у среднепоздних сортов. До 2010 года количество засушливых лет в условиях Курганской области было существенно больше, что сокращало сроки проведения уборочных работ и привело к незаметному увлечению поздними сроками посева. По данным оперативных сводок Департамента АПК области, от 20 до 40 % площадей ярового сева проводится в июне, до 15–20 числа, что является нарушением рекомендованных сроков (от 15 до 30 мая). В 2018 году в поздний срок (5–10 июня и позднее) было посеяно 36 % зерновых культур, в ранний – лишь 4 %, а в 2019, более благоприятном, году в поздний срок – 13 %, в ранний – 8 %.

Основная причина кроется в высокой загруженности посевной и уборочной техники как в регионе, так и в стране в целом. При этом производительность комбайнов в реальных условиях, тем более неблагоприятных, значительно ниже, чем указано в технических характеристиках [5, с. 9]. Еще в 1944 году Т. С. Мальцев писал: «В производственных условиях невозможно перенести большие площади посева яровых на двадцатые числа мая, как бы полезно это ни было. При таких сроках сев может затянуться и на июнь, а уборка – на вторую половину сентября, что совершенно недопустимо» [6]. Поэтому для ранней уборки необходимо по возможности использовать ранние сроки посева, а в поздние высевать более скороспелые сорта.

Тема сроков посева остается дискуссионной, так как велика роль нестабильных погодных условий в период вегетации. В большинстве российских регионов средней полосы, по последним исследованиям, оптимальны ранние и средние сроки: запаздывание приводит к снижению урожайности [7, с. 19], [8, с. 44], [9, с. 25], [10, с. 38]. Аналогичная ситуация с ближайшими соседями в Тюменской области [11, с. 53].

Анализ данных ГСУ Курганской области за все годы испытания сроков посева по традиционной отвалной технологии показал, что июньские посевы себя оправдывали в лучшем случае лишь в 1 год из 10. Причем четкой закономерности преимущества конкретного срока в той или иной природной зоне не установлено. В условиях центральной и южной природных зон области на легких песчаных почвах наиболее продуктивны были сроки посева с 8 по 21 мая, почти в 50 % лет – 8 и 14 мая. На тяжелых же суглинках восточной и северо-западной зон с ранним посевом торопиться не стоит, за исключением засушливых лет. Но и в этом случае они могут быть благоприятны лишь в 30 % лет [12, с. 24]. По данным ученых Курганского НИИСХ, в конкурсном сортоиспытании в течение ряда лет средний (оптимальный) срок посева пшеницы (18–24 мая) уступал более ранним срокам по урожайности без какой-либо четкой последовательности. В среднем за 2004–2017 гг. и вообще оказалось преимущество раннего срока на 1,1 ц/га, а поздний (5–10 июня) срок при этом отставал от среднего и раннего на 9,2–8,5 ц/га [13, с. 29]. Эти данные подтверждают потери урожая и доходов предприятий от позднего срока посева и, соответственно, позднего срока уборки.

Что касается сортов яровой пшеницы, то сортовая структура, рекомендуемая многолетним опытом, в сред-

нем по области выглядит так: 20 % раннеспелых, 45 % среднеспелых сортов и 35 % среднепоздних сортов. Однако по зонам есть различия: например, до 10 % сокращается доля среднепоздних сортов для северо-западной зоны и раннеспелых для южной [2, с. 64].

В то же время сокращение площадей поздних посевов и обеспечение более ранних сроков уборки зерновых культур не должно вести к снижению загрузки техники. Существенно повысить рациональность использования рабочего времени в течение полевого сезона позволяют озимые культуры: рожь и пшеница. Они обеспечивают самые ранние сроки уборки зерновых культур (конец июля – начало августа). В условиях Зауралья рожь имеет ограниченный рынок сбыта, а более прихотливая пшеница может погибнуть в зимние и весенние месяцы, но недооценивать эти культуры все же не стоит.

В Курганском НИИСХ ведется селекция озимой пшеницы с 1985 года. За этот период ее средняя урожайность составила 24,9 ц/га, что на 4,4 ц/га больше урожайности яровой пшеницы. За 34 года озимая пшеница погибала лишь 5 раз (последний раз в 2010 году), или в 15 % лет, когда ее приходилось пересевать [14, с. 45]. Но, опасаясь вероятной гибели озимой пшеницы, не следует забывать и о фактах гибели яровой. Так, в Курганской области в 2010 г. в результате засухи погибло 276 тыс. га зерновых культур, или 25 % от их площади, в 2012 г. также вследствие засухи погибло 26 % посевов, в 2013 году – 43 тыс. га (4 %). В 2014 г. – 491 тыс. га зерновых культур (42 %) ушли под снег, из них 323 тыс. га (28 %) погибло.

Частота атмосферных засух в условиях Курганской области составляет около 50 %, а локальным засушливым явлениям вся территория Зауралья подвергается практически ежегодно [15, с. 27]. В засушливые годы, как правило, озимая пшеница по урожайности превосходит яровую. Так, в засушливом 1991 году урожайность яровой пшеницы составила 12,6, а озимой – 20,5 ц/га, в таком же 2012 году – соответственно 10,0 и 17,9 ц/га [14, с. 44]. Следует также иметь в виду, что в условиях засухи повышаются цены на зерно. Следовательно, любой его дополнительный объем – это прибавка дохода за счет цены. Компенсируя потери урожая и доходов по яровым культурам, озимые придают устойчивость зерновому производству.

По данным В. Н. Павловой и С. Е. Варчевой, степень уязвимости территории Курганской области по отношению к возделыванию яровой и озимой пшениц оказалась одинаково высокой: по 0,75 и 0,73 (хотя по озимой такая степень уязвимости сравнима только с Новосибирской областью, для остальных областей РФ этот показатель оказался меньше) [16, с. 43], а риск недобора урожая яровой пшеницы оказался высоким, озимой – средним [16, с. 45]. При этом если погибшие посеы озимых можно пересеять яровыми и все-таки получить доход, то гибель яровых оборачивается уже безвозвратными потерями.

Расширению посевных площадей озимой пшеницы способствуют климатические изменения, выраженные в общем потеплении, в первую очередь за счет зим, а также новые более зимостойкие сорта (Зауральская, Умка) и совершенствование технологии их выращивания [14, с. 45]. Сохранности озимых культур способствует и их обработ-

ка с осени регуляторами роста и фунгицидами (например, альбитом) [17, с. 32].

За последние 5 лет посевные площади под озимыми культурами в регионе увеличились с 19 до 39 тыс. га. Перспективность озимых видится и в более холодных условиях соседних областей, например Удмуртской Республики, с учетом тенденции изменения климата [18, с. 82], более 340 тыс. га озимых высевается в Татарстане [19, с. 46], до 270 тыс. га – в Оренбуржье [20, с. 36], что говорит о возможности ведения семеноводства для этих регионов.

Большое значение для обоснования планирования сроков выполнения полевых работ и использования рабочего времени имеет анализ фактических данных с учетом местных условий. Для этого необходимо регистрировать оперативную информацию по каждому полю, что поможет разобраться в особенностях полей, эффективности возделывания культур на них по той или иной технологии. Это также позволит, например, в текущем сезоне определить технологическое резервирование в растениеводстве по дифференцированной оценке условий проведения технологических процессов года-аналога [21, с. 45].

Как правило, регистрация данных по полям производится в книгах истории полей, которые еще недавно были обязательными, но сейчас ведутся далеко не всеми сельхозтоваропроизводителями. В научной литературе этому вопросу также посвящено недостаточно внимания. За последние годы появились различные разработки книг истории полей в электронном (автоматизированном) виде [22, с. 19], [23, с. 34], [24, с. 5], создаются соответствующие базы данных и программы управления, но как использовать полученные данные, практически не объясняется. Анализ уровня цифровизации в регионах РФ показал, что Курганская область пока относится лишь к IV кластеру со средним уровнем развития цифровой экономики [25, с. 1204]. Особенно это касается сельского хозяйства, хотя постепенно количество внедряемых систем контроля и учета при управлении растениеводством в регионе растет, но если к освоению цифровых технологий сельхозтоваропроизводители психологически уже готовы, то материально и, что еще важнее, профессионально – пока нет. Не хватает как программного обеспечения, так и грамотного научного сопровождения для обоснования необходимости введения электронного документооборота агрономической информации. Для активизации инновационной аграрной деятельности необходимо увеличение государственной поддержки цифровизации АПК, например, в виде капиталовложений совместно с субъектом поддержки [26, с. 657]. В Курганском НИИСХ разработаны соответствующая база данных полей и программа ее управления [27, с. 139]. На примере производственных полей института фиксируется информация по каждому полю, в том числе и сроки выполнения полевых работ. Их анализ имеет непосредственное практическое значение для дальнейшего принятия решений в управлении растениеводством.

Методология и методы исследований (Methods)

Исследования выполнены в Курганском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, в лаборатории экономики и инновационного развития в рамках Государственного

задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ и баз данных, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия». Проведены расчеты на основе данных оперативных сводок по сельхозпредприятиям Департамента АПК Курганской области, производственных данных Курганского НИИСХ в центральной зоне области за 2015–2019 годы, метеоданных из открытых источников. Использованы общепринятые методики сравнительного, статистического, факторного анализов.

Результаты (Results)

Общая посевная площадь пшеницы в Курганском НИИСХ за последние 5 лет варьировала по анализируемым годам от 1000 до 1100 га. На данную площадь в полевых работах за указанные годы были непосредственно задействованы два трактора марки К-700 и ХТЗ, два МТЗ-80, два комплекса сеялок СКП-2,1 (по 4 шт.), одна СЗ-5,4, сельхозорудие БДМ-6, два сцеха КПЭ-3,8 и культиватора КПС-4,2, два малопроизводительных опрыскивателя, две машины для подвоза воды, один комбайн Acros-530 и один СК-5 «Нива», КАМАЗ и ГАЗ-53 для подвоза семян, удобрений и отгрузки зерна. Одновременно этой же техникой производилась обработка около 400–500 га паровых полей. В связи с невысоким уровнем материально-технической обеспеченности хозяйства важнейшей задачей организации сельскохозяйственного производства ставится максимально эффективная загруженность техники в течение периода полевых работ. В научной литературе, например, предлагается рациональное распределение нагрузки на технику проводить по оценке сезонного функционирования механизированного технологического комплекса по годам-аналогам [28, с. 55]. Фактические данные по полям могут позволить провести анализ по годам более эффективно.

За 2015–2019 гг. начать посев яровой пшеницы удавалось в сроки со 2 по 9 мая в зависимости от условий года, заканчивать – с 24 мая до 2 июня. На рис. 2 видно, что при имеющейся обеспеченности сельхозтехникой урожайность по полям и срокам (по горизонтальной оси отражены даты посева в порядке увеличения, даты не приводятся, так как принципиальное значение в данном случае имеет очередность дат, а не их фактическое значение) в разные по гидротермическим условиям годы варьирует незначительно. Можно предположить, что это происходит именно благодаря рациональной структуре сортов и использованию широкого диапазона сроков посева. Линии трендов урожайности на каждом поле с наклоном в сторону поздних дат в мае показывают отсутствие отрицательного влияния ранних посевов. Маневрирование сроками посева и сортами позволяет стабилизировать производство зерна. Убранное в оптимальные сроки (в среднем до середины сентября) зерно не требовало затрат на досушивание.

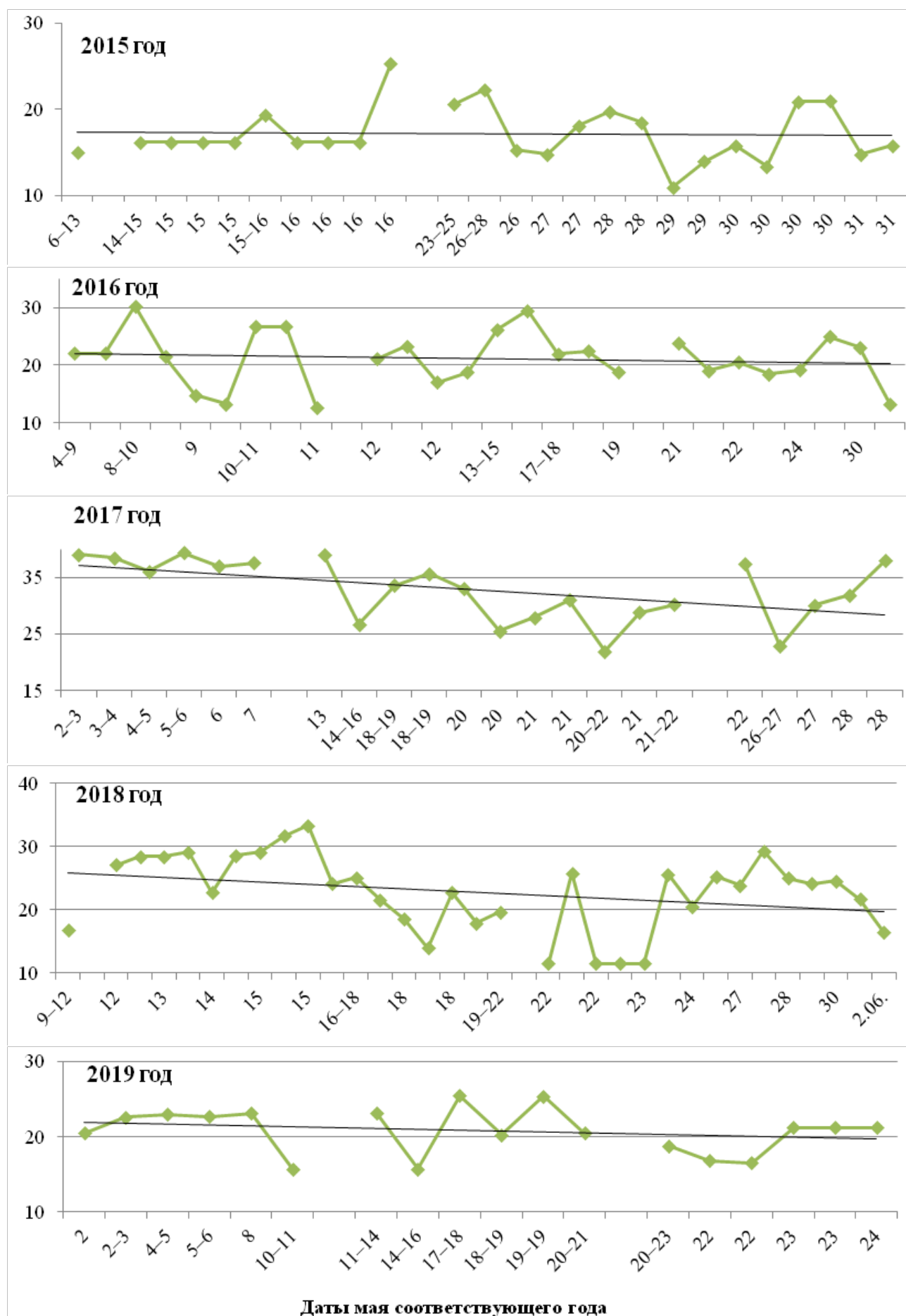


Рис. 2. Урожайность яровой пшеницы на полях Курганского НИИСХ, посеянной в разные числа мая в порядке возрастания, ц/га

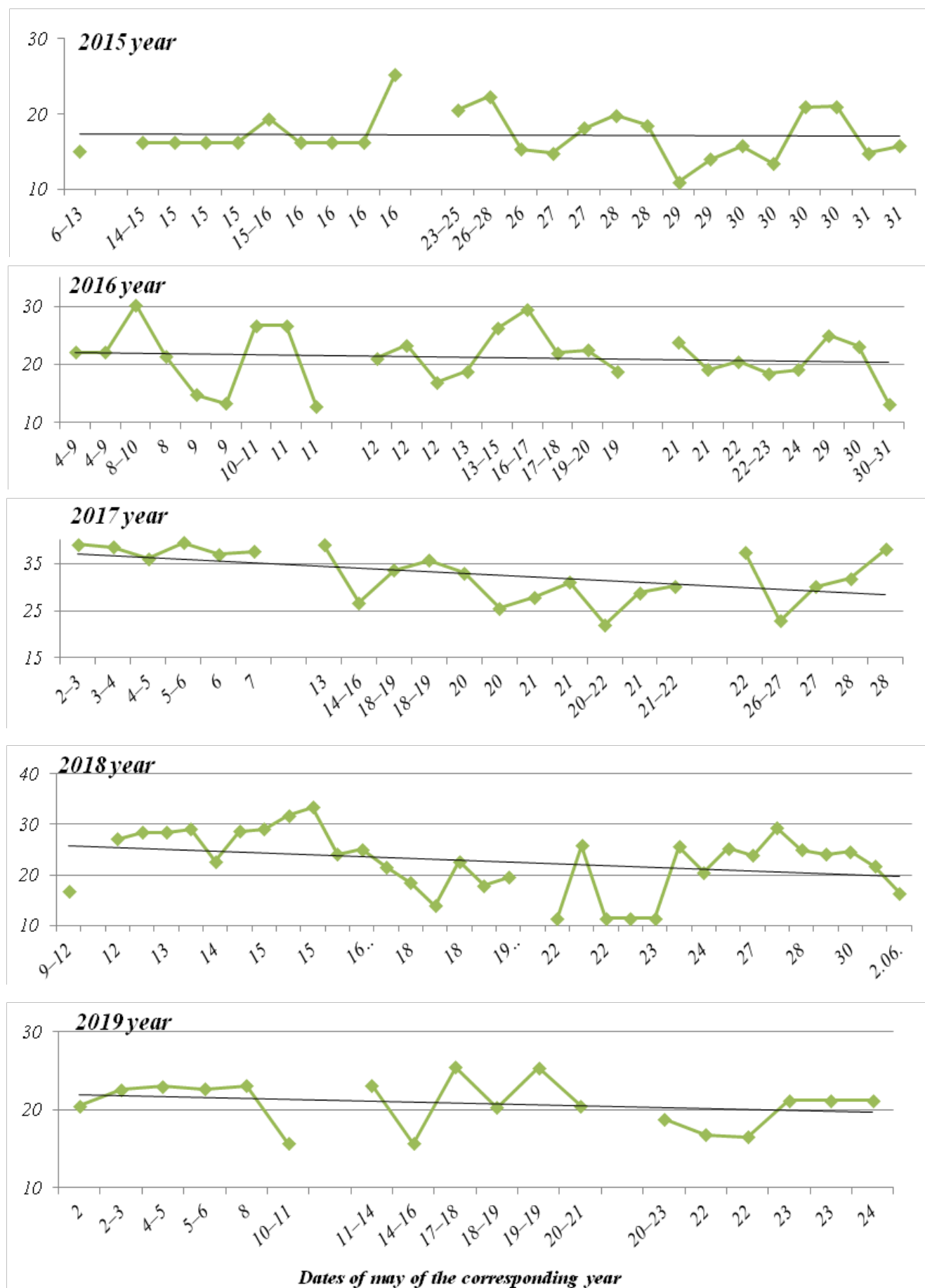


Fig. 2. Yield of spring wheat in the fields of the Kurgan Research Institute, sown on different days of may in ascending order, c/ha

Данные истории полей также позволяют проанализировать фактическую возможность выхода техники в поле в разные годы. Например, закрытие влаги за эти годы производилось с 20.04 по 09.05.17, с 28.04 по 05.05.18, с 21.04 по 05.05.19. Это показывает, что физическая спелость почвы на данных полях в среднем наступает, как правило, не раньше 20 апреля, а окончание закрытия влаги может продлиться и до 9 мая, но в среднем до 5 мая, что указывает на техническую готовность полей начинать посев не раньше этого срока. Анализ в разрезе полей показал, что на некоторых полях почва готова к посеву раньше других, на некоторых – наоборот, позднее, на других – сохраняет достаточно долго почвенную влагу, что позволяет маневрировать сроками посева по предшественникам и сортам. Например, посев среднеспелого сорта Зауралочка по зерновому предшественнику (без обработки почвы) на полях № 49, 56, 57, 58 был проведен в 2019 и в 2016 году в средние сроки (22–24.05.19 и 17–22.05.16), а по пару в 2018 и в 2015 годах – в поздние (28–30 мая). Паровой предшественник, накопивший больше влаги по сравнению с зерновым, позволил на этих полях посеять и в конце мая. Это комплекс полей, расположенный в пониженных формах рельефа и характеризующийся более тяжелым гранулометрическим составом почвы.

Имеются в хозяйстве и стерневые фоны, на которых почва прогревается позднее благодаря увеличению альбедо [29, с. 152]. Это вносит серьезные коррективы в очередность сроков посева. Поэтому, принимая решение

сеять раньше, делать это следует дифференцированно: 1) приоритет (с учетом местных условий) для более ранних посевов оказывается на полях (паровых или чистых от сорняков), обработанных механически, то есть прогреваемых раньше; 2) первыми засеваются поля с более легкими почвами среднепоздними сортами, позднее – поля с почвами тяжелосуглинистого гранулометрического состава среднеспелыми и скороспелыми. В более ранних работах авторов установлено, что посев сортов различной спелости в соответствующие оптимальные для них сроки позволяет сеять и своевременно убирать, не теряя при этом в количестве и в качестве зерна, но существенно снижая нагрузку на технику [30, с. 166]. По данным истории полей в Курганском НИИСХ, сначала проводился посев среднепозднего сорта Радуга сеялками СЗ-5,4 на паровых полях, обработанных механически, затем высевались среднеспелые сорта Терция, Ария, Зауралочка, завершался сев раннеспелым сортом Исеть 45. Стерневые фоны засеивались с середины мая сеялками-культиваторами СКП-2,1 с одновременным внесением азотных удобрений.

Чтобы проанализировать распределение сроков посева в хозяйстве за 5 лет, их условно разбили на 3 периода по 10 дней (таблица 1). Оказалось, что в первый срок, со 2 по 11 мая, в среднем засеивалось 18 % посевных площадей в 95 % случаях сеялкой СЗ-5,4 по паровому предшественнику. В средний срок, с 12 по 21 мая, высевалось 47 % площадей, а в третий – 35 %, посев проводился сеялками СКП-2,1 как по пару, так и по стерневому фону.

Таблица 1
Урожайность яровой пшеницы в производственных посевах Курганского НИИСХ
в среднем по сортам и полям при разных сроках посева, 2015–2019 гг.

Год	Процент засеянной площади по срокам, %			Урожайность по срокам посева, ц/га				ГТК за май	ГТК за август
	I	II	III	I	II	III	Среднее		
2015	3	27	70	15,0	18,2	18,4	18,3	1,4	1,2
2016	28	42	30	23,1	24,8	20,2	22,9	0,2	0
2017	22	54	24	37,8	31,5	33,8	33,4	1,5	1,1
2018	7	56	37	16,7	23,8	22,3	22,7	1,5	1,8
2019	17	57	26	22,0	21,9	19,4	21,3	0,4	1,4
2015–2019	18	37	45	25,0	23,7	20,5	—	—	—

*Примечание: I срок – 02.05–11.05; II срок – 12.05–21.05; III срок – 22.05–31.05.

Table 1
Spring wheat yield in production crops of Kurgan Agricultural Research Institute on average by varieties
and fields at different sowing dates, 2015–2019

Year	Percentage of sown area by date, %			The yield on the sowing date, c/ha				HTC for May	HTC for August
	I	II	III	I	II	III	Average value		
2015	3	27	70	15.0	18.2	18.4	18.3	1.4	1.2
2016	28	42	30	23.1	24.8	20.2	22.9	0.2	0
2017	22	54	24	37.8	31.5	33.8	33.4	1.5	1.1
2018	7	56	37	16.7	23.8	22.3	22.7	1.5	1.8
2019	17	57	26	22.0	21.9	19.4	21.3	0.4	1.4
2015–2019	18	37	45	25.0	23.7	20.5	—	—	—

* Note: I date – 02.05–11.05; II date – 12.05–21.05; III date – 22.05–31.05.

Таблица 2

Сроки уборки, урожайность и цена реализации зерна яровой и озимой пшеницы в производственных посевах Курганского НИИСХ, 2015–2019 гг.

Год	Дата уборки		Урожайность, ц/га		Цена реализации, руб/т	
	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Август	Сентябрь
2015	30.07–31.07	02.09–28.09	17,8	18,3	10 004	9 025
2016	24.07–27.07	09.08–03.09	26,0	22,9	9 242	7 571
2017	31.07–01.08	19.08–24.09	40,7	33,4	7 750	6 150
2018	15.08–20.08	22.08–27.09	16,2	22,7	8 030	7 515
2019	27.07–30.07	15.08–15.09	20,1	21,3	10 300	9 750
2015–2019	24.07–01.08	15.08–28.09	24,2	23,7	9 065	8 002

Table 2

The time of harvesting, yield and selling price of grain of spring and winter wheat crops in the production of the Kurgan Agricultural Research Institute, 2015–2019

Year	Date of cleaning		Yield, c/ha		Sales price, rub/t	
	Winter wheat	Spring wheat	Winter wheat	Spring wheat	August	September
2015	30.07–31.07	02.09–28.09	17.8	18.3	10 004	9 025
2016	24.07–27.07	09.08–03.09	26.0	22.9	9 242	7 571
2017	31.07–01.08	19.08–24.09	40.7	33.4	7 750	6 150
2018	15.08–20.08	22.08–27.09	16.2	22.7	8 030	7 515
2019	27.07–30.07	15.08–15.09	20.1	21.3	10 300	9 750
2015–2019	24.07–01.08	15.08–28.09	24.2	23.7	9 065	8 002

В каждом сроке были отмечены поля, которые засеивались в этот срок более 50 % (2 года из 4 в трехпольном зернопаровом севообороте). На 1 сроке таких полей оказалось 5 шт., на втором – 14 шт., а на третьем – 8 шт. Есть также поля, которые, как правило, отводятся под средние или поздние сроки. На втором и третьем сроках выделились 3 и 4 таких поля.

Анализ данных в среднем по полям показал, что урожайность по срокам посева в разные годы варьировала в пользу второго и даже первого (таблица 1). В 2015 и 2018 годах начали сеять поздно, лишь по 3 и 7 % соответственно было засеяно до 11 мая. ГТК мая составил 1,4 и 1,5, но в 2015 году это было связано с большим количеством осадков в мае, а в 2018 – с рекордно низкой температурой. Пшеница, высеванная до конца мая, благополучно созрела даже при высокой влажности в августе 2018 года (ГТК 1,8). В 2016 и 2019 годах жаркий и сухой май определил оптимальность более ранних посевов, позволивших использовать запасы весенней влаги в почве. Более поздние посевы в 2016 попали под засуху в августе, а в 2019 – под дожди. В 2017 году равномерное благоприятное распределение осадков и в мае, и в августе способствовало получению высокого урожая на всех сроках посева. Различия по годам показали, что переувлажнение в августе не оказало отрицательного влияния на урожайность пшеницы при разных сроках посева, так как сохранялась высокая температура воздуха. В то же время при ГТК в августе выше 1, а это 80 % лет, уборка посевов третьей декады мая затягивалась до конца сентября (см. далее таблицу 2). Ранние же посевы первой декады в большинстве лет начинали убирать уже с середины августа.

Страховой культурой для ранней уборки в более благоприятных погодных условиях является озимая пшеница. В Курганском НИИСХ она выращивается на 10 % посевных площадей. Это позволяет часть полей засеивать в августе (с 24 по 31 число). Анализ истории полей показал, что убор-

ка озимых в производстве проводится как минимум на неделю раньше ранних посевов яровой пшеницы (таблица 2).

Урожайность озимой пшеницы в среднем за 5 последних лет в производстве оказалась на уровне с яровой. Несмотря на то что в отдельные годы по урожайности озимая уступала яровой, необходимо иметь в виду, что зерно, убранное в августе, за счет высокого качества и низкого предложения на рынке имеет более высокую цену: в среднем за 5 лет она оказалась выше более чем на 1000 руб/т (см. таблицу 2). Экономический эффект только от более ранней уборки с каждого гектара составил 2973 рубля.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, для повышения экономической эффективности производства зерна пшеницы в условиях рискованного земледелия Курганской области важно использовать рациональное маневрирование сроками посева с недопущением большого процента поздних. Сдвиг уборочных работ на более ранние сроки предлагается провести за счет научно обоснованного расширения ранних посевов, использования скороспелых сортов пшеницы, введения в структуру посевов озимых культур. Это позволит сократить потери урожая и выиграть в цене реализации зерна. Учет и контроль над соблюдением научной обоснованности сроков посева необходимо проводить в электронных книгах истории полей. При смене кадров в хозяйстве или технической оснащенности данная информация может послужить незаменимой базой знаний для контроля выполнения технологий или внесения тех или иных изменений с учетом истории и особенностей полей, характеризуя сложившийся график посевных и уборочных работ. Анализ данных по каждому полю позволяет определить фактические сроки посева в каждом хозяйстве с учетом местных условий и установить оптимальные. Пример такого анализа по производственным полям Курганского НИИСХ показал, что в местных условиях за 2015–2019 годы при использовании различных по скороспелости сортов и со-

блюдении рекомендуемых технологий их посева по различным предшественникам срок посева от 2 до 31 мая не имел принципиального значения для урожайности яровой пшеницы с небольшим преимуществом первого и второго сроков перед третьим. Это позволяет проводить посев в широком диапазоне рекомендуемых сроков.

Библиографический список

1. Генералов И. Г., Суслов С. А. Фактор сезонности в ценообразовании на региональном рынке зерна // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2016. Т. 5. № 2 (15). С. 63–67.
2. Рекомендации по проведению весенне-полевых работ сельскохозяйственными товаропроизводителями Курганской области / С. Д. Гилев [и др.]. Куртамыш, 2018. 120 с.
3. Никулин А. Ф. Качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от типа созревания сорта и погодных условий вегетации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 5. С. 64–66.
4. Грингоф И. Г., Клещенко А. Д. Основы сельскохозяйственной метеорологии. Том I. Потребность сельскохозяйственных культур в агрометеорологических условиях и опасные для сельскохозяйственного производства погодные условия. Обнинск, 2011. 808 с.
5. Ломакин С. Г., Бердышев В. Е. Условия уборки зерна в Российской Федерации и обеспеченность сельскохозяйственных предприятий зерноуборочными комбайнами // Вестник ФГБОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина». 2016. № 4 (74). С. 12–16.
6. Мальцев Т. С. Что должен учитывать колхозный агротехплан // Колхозное производство. 1944. № 4.
7. Технология возделывания яровой пшеницы в ЦЧЗ / В. И. Турусов [и др.]. Каменная Степь, 2019. 30 с.
8. Слюдова Е. А., Ведерников Ю. Е. Влияние сроков сева и уборки на урожайность и посевные качества семян яровой пшеницы Баженка // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 67. № 6. С. 42–46. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.67.6.42-46.
9. Султанов Ф. С., Юдин А. А., Габдрахимов О. Б., Красношапко В. В. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и сроков посева // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 6. С. 22–25. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10605.
10. Бутковская Л. К., Кузьмин Д. Н., Агеева Г. М. Оценка урожайных свойств партий семян сортов яровой пшеницы по параметрам органов проростков в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 7. С. 37–40. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10709.
11. Логинов Ю. П., Казак А. А. Урожайность и качество семян сортов пшеницы Тюменская Юбилейная и Тюменочка в зависимости от сроков сева и норм высева в северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5. С. 50–62.
12. Нестерова Е. В., Каткова А. Ю. О сроках сева яровой пшеницы в Зауралье // Земледелие. 2014. № 6. С. 23–26.
13. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю., Бердюгин В. А. Поздний срок посева пшеницы в Зауралье – необходимость и реальность // Кормопроизводство. 2018. № 11. С. 27–31.
14. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю. Озимые культуры в Курганской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 41–47.
15. Повышение эффективности использования пашни в условиях Зауралья и Среднего Урала / Под общ. ред. С. Д. Гилева. Куртамыш, 2016. 300 с.
16. Павлова В. Н., Варчева С. Е. Оценки степени уязвимости территории и климатического риска крупных неурожаев зерновых культур в зерносеющих регионах России // Метеорология и гидрология. 2017. № 8. С. 39–49.
17. Березин К. К., Колесар В. А., Сафин Р. И. Осенняя обработка посевов озимой пшеницы различными препаратами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 31–33. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11007.
18. Туктарова Н. Г. Влияние современных тенденций изменения климата на урожайность озимых зерновых культур // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 80–87.
19. Фадеева И. Д., Тагиров М. Ш., Газизов И. Н. Оценка адаптивных свойств сортов озимой мягкой пшеницы Татарского НИИСХ // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 46–48. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10611.
20. Бесалиев И. Н. Урожайность сортов озимой пшеницы в экологическом изучении в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4. С. 36–39.
21. Горбунов Б. И., Пасин А. В., Филимонов И. В., Тюльнев А. В., Волков И. М., Авдеева Е. А. Энергоинформационные основы прогнозирования процессов в агроэкосистемах // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (22). С. 38–46.
22. Вахонин Н. К. Книга истории полей как базисная компонента информационной системы агропредприятия для оптимизации хозяйствования // Мелиорация переувлажненных земель. 2007. № 2 (58). С. 17–25.
23. Тихончук П. В., Захарова Е. Б., Столяров А. С. Создание информационных ресурсов для разработки научно обоснованных технологических и организационных мероприятий в растениеводстве // Дальневосточный аграрный вестник. 2009. № 3 (11). С. 34–37.
24. Трубников А. В. Дневник агронома // Поле августа. 2018. № 12. С. 5.
25. Ермакова Ж. А., Коробейников И. Н. Формирование производственных отношений в условиях становления цифровой экономики в Российской Федерации // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 4. С. 1199–1211. DOI: 10.17059/2019-4-18.

26. Неганова В. П., Дудник А. В. Совершенствование государственной поддержки АПК региона // Экономика региона. 2018. Т. 14. Вып. 2. С. 651–662. DOI: 10.17059/2018-2-25.
27. Степных Н. В., Заргарян А. М., Нестерова Е. В. Электронная база данных состояния и функционирования агроландшафтов // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. № 4. С. 136–146. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-4-10.
28. Новожилов А. И., Пасин А. В., Юдинцев А. А., Курепчиков С. А. Совершенствование использования механизированных технологических комплексов в растениеводстве с учетом сезонных условий их использования // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 1 (9). С. 54–57.
29. Кирюшин В. И., Кирюшин С. В. Агротехнологии: учебник. СПб.: Лань, 2015. 464 с.
30. Степных Н. В., Немченко В. В., Нестерова Е. В. Срок посева и сорт яровой пшеницы как фактор повышения рентабельности производства зерна // Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения Т. С. Мальцева. Курган, 2006. С. 163–170.

Об авторах:

Николай Васильевич Степных¹, кандидат экономических наук, заведующий лабораторией экономики и инновационного развития, ORCID 0000-0002-0208-1583, AuthorID 443333; +7 (35231) 5-76-22, stepnyh@ketovo.zaual.ru
 Елена Викторовна Нестерова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики и инновационного развития, ORCID 0000-0003-0599-5054, AuthorID 698817; l.nesterova2009@yandex.ru
 Сергей Дмитриевич Гилев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории земледелия, ORCID 0000-0001-9380-3723, AuthorID 297233; gilew.ser@yandex.ru
 Артур Меружанович Заргарян¹, научный сотрудник лаборатории экономики и инновационного развития, ORCID 0000-0003-0719-0284, AuthorID 763361; nietsmmarrock@yandex.ru

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Improving crop production efficiency by optimizing the timing of field work

N. V. Stepnykh¹✉, E. V. Nesterova¹, S. D. Gilev¹, A. M. Zargaryan¹

¹ Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: kniish@ketovo.zaual.ru

Abstract. Violation of the optimal timing of field work and irrational structure of acreage leads to a decrease in crop yield. The purpose is to show ways to improve the efficiency of grain production due to earlier terms of wheat harvesting. **The objects** of the study were operational data on the timing of field work and the yield of grain crops in the agricultural sector of the Kurgan region and in the fields of the Kurgan research Institute, weather data. Common **methods** of comparative, statistical, factor, and correlation analyses were used. **Results.** It was found that the most favorable conditions for harvesting grain crops are formed in August. At the same time, as of September 1, 2019, 21 % of the area of grain crops was removed in the Kurgan region, and 71 % as of October 1. The yield of grain harvested in September was 5.7 t/ha below removed in August, loss of income – 6.2 thousand rubles/ha. Price for grain sold in September, is often lower than in August, and another minus 1.5 thousand rubles. The Early cleaning provide earlier crops. For more effective optimization of work terms, it is **proposed** to keep their records and analysis in the e-book of field history developed at the Kurgan research Institute. It was found that with minimal availability of agricultural machinery, the yield on fields in different hydrothermal conditions varied slightly due to the use of a wide range of sowing dates from May 2 to May 31 and the rational structure of varieties. About 10 % of crops under winter wheat allowed to start harvesting 2–3 weeks before spring and it is more profitable to sell grain. Agricultural producers **are recommended to** optimize the terms of harvesting spring wheat due to earlier sowing dates, taking into account the validity for each field and the introduction of winter wheat into circulation. **The scientific novelty** lies in the analysis of the conditions of sowing and harvesting operations in the economy that have developed over the past 5 years in the context of each field.

Keywords: terms of sowing and harvesting of grain crops, conditions of grain maturation, spring and winter wheat, field history book, accounting for the terms of field work, income, price, profitability, economic efficiency.

For citation: Stepnykh N. V., Nesterova E. V., Gilev S. D., Zargaryan A. M. Povyshenie effektivnosti rastenievodstva za schet optimizatsii srokov polevykh rabot [Improving crop production efficiency by optimizing the timing of field work] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 26–37. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-26-38. (In Russian.)

Paper submitted: 23.03.2020.

References

1. Generalov I. G., Suslov S. A. Faktor sezonnosti v tsenoobrazovanii na regional'nom rynke zerna [Seasonality factor in pricing in the regional market of grain] // *Azimuth of Scientific Researches: Economics and Management*. 2016. Vol. 5. No. 2 (15). Pp. 63–67. (In Russian.)
2. Rekomendatsii po provedeniyu vesenne-polevykh rabot sel'skokhozyaystvennymi tovaroproizvoditelyami Kurganskoy oblasti [Recommendations for conducting spring field work by agricultural producers of the Kurgan region] / Gilev S. D. [et al.]. Kurgamysh, 2018. 120 p. (In Russian.)
3. Nikulin A. F. Kachestvo zerna yarovoy myagkoy pshenitsy v zavisimosti ot tipa sozrevaniya sorta i pogodnykh usloviy vegetatsii [The quality of soft spring wheat grain depending on the type of ripening and weather conditions of vegetation] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2012. No. 5. Pp. 64–66. (In Russian.)
4. Gringof I. G., Kleshchenko A. D. Osnovy sel'skokhozyaystvennoy meteorologii [Fundamentals of agricultural meteorology]. Vol. I. The Need for agricultural crops in agrometeorological conditions and dangerous weather conditions for agricultural production. Obninsk, 2011. 808 p. (In Russian.)
5. Lomakin S. G., Berdyshev V. Ye. Usloviya uborki zerna v Rossiyskoy Federatsii i obespechennost' sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy zernouбороchnymi kombaynami [Grain harvesting conditions in the Russian Federation and the supply of agricultural enterprises with combine harvesters] // *Vestnik FGBOU VPO "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet imeni V. P. Goryachkina"*. 2016. No. 4 (74). Pp. 12–16. (In Russian.)
6. Maltsev T. S. Chto dolzhen uchityvat' kolkhoznyy agrotekhplan [What should take into account the collective farm agricultural plan]. *Kolkhoznoe proizvodstvo*. 1944. No. 4. (In Russian.)
7. Tekhnologiya vozdeleyvaniya yarovoy pshenitsy v TsChZ [Technology of cultivation of spring wheat in the Central district] / Turusov V. I. [et al.]. Kamennaya Step, 2019. 30 p. (In Russian.)
8. Slyudova E. A., Vedernikov Yu. E. Vliyanie srokov seva i uborki na urozhaynost' i posevnye kachestva semyan yarovoy pshenitsy Bazhenka [Influence of sowing and harvesting data on the yield and sowing qualities of spring wheat Bazhenka seeds] // *Agrarian Science of the Euro-North-East*. 2018. Vol. 67. No. 6. Pp. 42–46. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.67.6.42-46. (In Russian.)
9. Sultanov F. S., Yudin A. A., Gabdrakhimov O. B., Krasnoshapko V. V. Produktivnost' i kachestvo zerna novykh sortov yarovoy pshenitsy v zavisimosti ot norm vyseva i srokov poseva [Dependence of Productivity and Grain Quality of New Spring Wheat Varieties on the Seeding Rate and Sowing Term] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019. Vol. 33. No. 6. Pp. 22–25. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10605. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10605. (In Russian.)
10. Butkovskaya L. K., Kuzmin D. N., Ageeva G. M. Otsenka urozhaynykh svoystv partiy semyan sortov yarovoy pshenitsy po parametram organov prorostkov v usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi [Evaluation of the Yield Properties of Spring Wheat by the Parameters of Sprouts' Organs under the Conditions of the Krasnoyarsk Forest-Steppe]. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019. Vol. 33. No. 7. Pp. 37–40. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10709. (In Russian.)
11. Loginov Yu. P., Kazak A. A. Urozhaynost' i kachestvo semyan sortov pshenitsy Tyumenskaya Yubileynaya i Tyumenchka v zavisimosti ot srokov seva i norm vyseva v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [The productivity and quality of seeds of wheat varieties Tyumenskaya Yubileynaya and Tyumenchka depending on the terms of sowing and norms of seeding in the northern forest-steppe of Tyumen region] // *The Bulletin of KrasGAU*. 2019. No. 5. Pp. 50–62. (In Russian.)
12. Nesterova E. V., Katkova A. Yu. O srokakh seva yarovoy pshenitsy v Zaural'e [About the terms of sowing spring wheat in the Trans-Urals] // *Zemledelie*. 2014. No. 6. Pp. 23–26. (In Russian.)
13. Maltseva L. T., Filippova E. A., Bannikova N. Yu., Berdyugin V. A. Pozdnyy srok poseva pshenitsy v Zaural'e – neobkhodimost' i real'nost' [Late seeding of wheat in Trans-Urals – relevance and facts] // *Fodder Production*. 2018. No. 11. Pp. 27–31. (In Russian.)
14. Maltseva L. T., Filippova E. A., Bannikova N. Yu. Ozimye kul'tury v Kurganskoy oblasti [Winter crops in the Kurgan region] // *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2019. No. 3 (47). Pp. 41–47. (In Russian.)
15. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya pashni v usloviyakh Zaural'ya i Srednego Urala [Improving the efficiency of arable land use in the conditions of the TRANS-Urals and Middle Urals] / Under the general editorship of S. D. Gilev. Kurgamysh, 2016. 300 p. (In Russian.)
16. Pavlova V. N., Varcheva S. E. Otsenki stepeni uyazvimosti territorii i klimaticheskogo riska krupnykh neurozhaev zernovykh kul'tur v zernoseyushchikh regionakh Rossii [Estimating the level of territory vulnerability and climate-related risk of significant grain crop failure in grain-producing regions of Russia] // *Meteorologiya i gidrologiya*. 2017. T. 42. No. 8. Pp. 510–517. (In Russian.)
17. Berezin K. K., Kolesar V. A., Safin R. I. Osennyya obrabotka posevov ozimoy pshenitsy razlichnymi preparatami [Autumn Treatment of Winter Wheat Crops with Various Preparations]. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019. Vol. 33. No. 10. Pp. 31–33. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11007. (In Russian.)
18. Tuktarova N. G. Vliyanie sovremennykh tendentsiy izmeneniya klimata na urozhaynost' ozimyykh zernovykh kul'tur [Impact of current climate change trends on the state of winter cereal crops]. *Perm Agrarian Journal*. 2019. No. 1. Pp. 80–87. (In Russian.)

19. Fadeeva I. D., Tagirov M. Sh., Gazizov I. N. Otsenka adaptivnykh svoystv sortov ozimoy myagkoy pshenitsy Tatarskogo NIISKh [Assessment of Adaptive Properties of Varieties of Soft Winter Wheat from Tatar Research Agricultural Institute]. Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. Vol. 32. No. 6. Pp. 46–48. DOI:10.24411/0235-2451-2018-10611. (In Russian.)
20. Besaliev I. N. Urozhaynost' sortov ozimoy pshenitsy v ekologicheskom izuchenii v usloviyakh Orenburgskogo Predural'ya [Ecological aspects of winter wheat yielding capacity under the conditions of Orenburg pre-Urals]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 4. Pp. 34–39. (In Russian.)
21. Gorbunov B. I., Pasin A. V., Filimonov I. V., Tyulnev A. V., Volkov I. M., Avdeeva E. A. Energoinformatsionnye osnovy prognozirovaniya protsessov v agroekosistemakh [Energy-informational basis of processes forecasting in agro-ecosystem]. Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019. No. 2 (22). Pp. 38–49. (In Russian.)
22. Vakhonin N. K. Kniga istorii poley kak bazisnaya komponenta informatsionnoy sistemy agropredpriyatiya dlya optimizatsii khozyaystvovaniya [The book of field history as a basic component of the agro- enterprise information system for optimizing management]. Melioratsiya pereuvlazhnennykh zemel'. 2007. No. 2 (58). Pp. 17–25. (In Russian.)
23. Tikhonchuk P. V., Zakharova E. B., Stolyarov A. S. Sozdanie informatsionnykh resursov dlya razrabotki nauchno obosnovannykh tekhnologicheskikh i organizatsionnykh meropriyatiy v rasteniyevodstve [Creation of information resources for the development of science-based technological and organizational measures in crop production]. Agricultural Journal in the Far East Federal District. 2009. No. 3 (11). Pp. 34–37. (In Russian.)
24. Trubnikov A. V. Dnevnik agronoma [Diary of an agronomist]. Pole avgusta, 2018. No. 12. P. 5. (In Russian.)
25. Ermakova Zh. A., Korabeynikov I. N. Formirovanie proizvodstvennykh otnosheniy v usloviyakh stanovleniya tsifrovoy ekonomiki v Rossiyskoy Federatsii [The Formation of Production Relations in the Context of of the Digital Economy Establishment in the Russian Federation] // Economy of region. 2019. No. 15 (4). Pp. 1199–1211. (In Russian.)
26. Neganova V. P., Dudnik A. V. Sovershenstvovanie gosudarstvennoy podderzhki APK regiona [Improving the State Support of Agriculture in a Region]. Economy of region. 2018. No. 14 (2). Pp. 651–662. (In Russian.)
27. Stepnykh N. V., Zargaryan A. M., Nesterova E. V. Elektronnaya baza dannyykh sostoyaniya i funktsionirovaniya agrolandshaftov [Electronic database of the state and functioning of agricultural landscapes]. Journal of the Ural State University of Economics. 2018. Vol. 19. No. 4. Pp. 136–146. DOI: 10.29141/2073-1019-2018-19-4-10. (In Russian.)
28. Novozhilov A. I., Pasin A. V., Yudinsev A. A., Kurepchikov S. A. Sovershenstvovanie ispol'zovaniya mekhanizirovannykh tekhnologicheskikh kompleksov v rasteniyevodstve s uchetom sezonnykh usloviy ikh ispol'zovaniya [Improvement of using mechanized technological complexes in plant growing taking into account seasonal conditions of their use]. Vestnik Nizhegorodskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2016. No. 1. Pp. 54–57. (In Russian.)
29. Kiryushin V. I., Kiryushin, S. V. Agrotekhnologii: uchebnik [Agricultural Technology: schoolbook]. Saint Petersburg: LAN', 2015. 464 p. (In Russian.)
30. Stepnykh N. V., Nemchenko V. V., Nesterova E. V. Srok poseva i sort yarovoy pshenitsy kak faktor povysheniya rentabel'nosti proizvodstva zerna [Term of sowing and spring wheat variety as a factor of increasing the profitability of grain production] // Rol' sovremennykh tekhnologiy v ustoychivom razvitii APK: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 110-letiyu so dnya rozhdeniya T. S. Mal'tseva. Kurgan, 2006. Pp. 163–170. (In Russian.)

Authors' information:

Nicolay V. Stepnykh¹, candidate of economic sciences, head of laboratory of economics and innovative development, ORCID 0000-0002-0208-1583, AuthorID 443333; +7 (35231) 5-76-22, stepnyh@ketovo.zaural.ru

Elena V. Nesterova¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of laboratory of economics and innovative development, ORCID 0000-0003-0599-5054, AuthorID 698817; l.nesterova2009@yandex.ru

Sergey D. Gilev¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of laboratory of agriculture, ORCID 0000-0001-9380-3723, AuthorID 297233; gilew.ser@yandex.ru

Arthur M. Zargaryan¹, scientific researcher of laboratory of economics and innovative development, ORCID 0000-0003-0719-0284, AuthorID 763361; nietsmmarrock@yandex.ru

¹ Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади

О. А. Юсова¹, П. Н. Николаев¹, И. В. Сафонова², Н. И. Аниськов²

¹ Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

² Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

✉ E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты многолетнего изучения набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона. Дана оценка параметров экологической адаптивности по сбору белка с единицы площади. **Цель** – многолетнее изучение набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона по параметрам экологической адаптивности, вычисленным по признаку «сбор белка с гектара». **Методы.** Исследования проводились с 2013 по 2017 гг. в условиях южной лесостепи г. Омска. Приведен подробный анализ параметров адаптивности: размах сбора белка с гектара (d) по В. А. Зыкину, индекс экологической пластичности (Jsp) по Eberhart и Russel, фактор стабильности ($S.F.$) по D. Lewis, гомеостатичность (Hom) и селекционная ценность сортов (Sc) по В. В. Хангильдину, относительную стабильность (St^2) и критерий стабильности (A) по Н. А. Соболеву, интенсивность (I) по Р. А. Удачину. Окончательная адаптивность сортов оценена по сумме рангов, полученных каждым сортом исследуемым параметрам. **Результаты.** Результаты проведенных исследований показали, что наиболее адаптивны в условиях южной лесостепной зоны Омского региона пленчатые сорта Орион, Уран и Сибирский Геркулес (сумма рангов 34–44) и Омский голозерный (сумма рангов 61). **Научная новизна** заключается в исследовании 13 сортов пленчатой и голозерной групп овса, рекомендованных для возделывания в Омском регионе. Сбор белка с гектара – это интегральный параметр, учитывающий два показателя: собственно величину урожайности сорта и содержание сырого белка в зерне. Поэтому исследования по данному показателю не пользуются популярностью. Впервые благодаря проведенной адаптивной характеристике сорта разделены по данному признаку на интенсивные и экстенсивные. Также приведена группировка сортов в зависимости от ареалов возделывания.

Ключевые слова: овес, сорт, сбор белка, адаптивность, интенсивность, экстенсивность, ареал возделывания, ранг.

Для цитирования: Юсова О. А., Николаев П. Н., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Анализ сортов овса омской селекции по сбору белка с единицы площади // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48.

Дата поступления статьи: 18.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Одна из важнейших зернофуражных культур в Сибири – яровой овес, который по своей значимости занимает третье место после пшеницы и ячменя. Он имеет значение как культура разностороннего использования, важный источник растительного белка, жира и крахмала [1], [2], [3]. Зерно овса является хорошим концентрированным кормом для птицы и всех видов сельскохозяйственных животных. Белок овса отличается более высоким содержанием незаменимых аминокислот по сравнению с пшеницей и кукурузой. Наиболее значимой проблемой селекции овса остается получение высоких и стабильных урожаев высокого качества. На долю сортов приходится 35–40 % прироста сбора белка с гектара. Однако в варьирующих условиях производства сбор зерна в благоприятные годы составляет 40–45 %, в экстремальные – 15–20 % возможного. В последние годы особенно возрос интерес к исследованиям экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур [4], [5]. Это, по-видимому, связано, во-

первых, с крайне неустойчивым по метеоусловиям климатом на территории страны, во-вторых, с широким внедрением в производство интенсивных технологий возделывания, в-третьих, селекционерам и семеноводам необходимо иметь четкую прогнозируемую величину индивидуальной реакции разных генотипов на окружающие условия. Сложность состоит в том, чтобы суметь оценить эту реакцию в математическом выражении. В 2018 г., по данным Росстата, посевные площади овса составили 2848,8 тыс. га, что на 1,3 %, или на 38,6 тыс. га, меньше, чем засеяли в 2017 г. За 5 лет показатели снизились на 14,8 % (на 493,1 тыс. га), за 10 лет – на 20,0 % (на 713,7 тыс. га). По отношению к 1990 г. посевные площади сократились на 68,7 %, или на 6251,0 тыс. га.

Рейтинг регионов по размеру площади посева овса:

1. На первом месте по площади посева овса в 2018 г. находился Алтайский край – 395,9 тыс. га (13,9 % от общей площади посевов). За год площади посева выросли на 0,2 %, или на 0,8 тыс. га.

2. Новосибирская область в 2018 г. была засеяна 192,3 тыс. га овса (6,8 % в общих посевах). По отношению к 2017 г. площади сократились на 8,8 % (на 18,6 тыс. га).

3. Красноярский край (размер площади посева в 2018 г. – 172,6 тыс. га, доля в общих площадях – 6,1 %).

4. Республика Башкортостан (158,7 тыс. га – 5,6 %).

5. Тюменская область (110,4 тыс. га – 3,9 %).

6. Кемеровская область (105,4 тыс. га – 3,7 %).

7. Омская область (96,9 тыс. га – 3,4 %).

8. Челябинская область (88,3 тыс. га – 3,1 %).

9. Иркутская область (88,3 тыс. га – 3,1 %).

10. Оренбургская область (82,6 тыс. га – 2,9 %).

11. Другие регионы РФ (1358,9 тыс. га – 47,7 %).

В связи с тем, что для любого региона свойственны свои климатические и почвенные условия (в особенности это относится к Западной Сибири, учитывая ее ярко выраженные контрастные погодные условия), селекция данной культуры должна иметь ярко выраженную адаптивную направленность. Возникает необходимость создавать и внедрять сорта, сочетающие высокую урожайность хорошего качества зерна с приспособленностью к неблагоприятным факторам среды [6], [7].

В связи с этим цель проведения исследования – многолетнее изучение набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона по параметрам экологической адаптивности, вычисленным по признаку «сбор белка с гектара».

Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2013–2017 гг. на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск). Агротехника проведения опытов общепринятая для Западно-Сибирского региона, все наблюдения, оценки и учеты в питомнике проводились согласно методике ВИР по изучению коллекции ячменя и овса [8]. Площадь делянки – 10 м², повторность четырехкратная. Норма высева – 4 млн. всхожих зерен на 1 га. Проведена математическая обработка [9]. Расчет показателей адаптивности проводили, используя следующие показатели:

В. А. Зыкин для характеристики поведения сорта использует показатель «размах сбора белка с гектара» (d):

$$d = Y_{max} - Y_{min}, \quad (1)$$

где Y_{max} – максимальный сбор белка с гектара;

Y_{min} – минимальный сбор белка с гектара [10, с. 24].

Широту ареала оценивали по индексу экологической пластичности (Jsp) (Eberhart, Russell, 1966):

$$Jsp = \frac{Ss}{Sk}, \quad (2)$$

где Jsp – индекс экологической пластичности образца;

Ss – сбор белка с гектара образца;

Sk – средний сбор белка всех образцов выборки [11].

Фактор стабильности (stability factor – $S.F.$), согласно методике, предложенной D. Lewis (1954), рассчитывали по формуле:

$$S.F. = \frac{\bar{x} H.E.}{\bar{x} L.E.}, \quad (3)$$

где $\bar{x} H.E.$ – значение признака в высокопродуктивной среде (high-expression environment);

$\bar{x} L.E.$ – значение признака в низкопродуктивной среде (low-expression environment) [11].

Гомеостатичность (Hom) и селекционную ценность сортов (Sc) вычисляли по методике В. В. Хангильдина по формулам:

$$Hom = \frac{\bar{x}^2}{\delta \times (x_{opt} - x_{lim})}, \quad (4)$$

$$Sc = \bar{x} \times \frac{x_{lim}}{x_{opt}}, \quad (5)$$

где $\bar{x}$ – среднее арифметическое сбора белка с гектара за ряд лет;

x_{lim} и x_{opt} – сбор белка с гектара на оптимальном и лимитированном фоне соответственно;

δ – среднее квадратическое отклонение [12].

Показатель относительной стабильности (St^2) и критерий стабильности (A) рассчитывали по формулам Н. А. Соболева (1980):

$$St^2 = \frac{\bar{x}^2 - S^2}{\bar{x}^2}, \quad (6)$$

$$A = \sqrt{\bar{x}^2 - S^2}, \quad (7)$$

где $\bar{x}^2$ – средний сбор белка с гектара сорта;

S^2 – общая дисперсия урожаев [13].

По методике Р. А. Удачина реакция сортов оценивается через показатель интенсивности:

$$И = \frac{\bar{x}_{опт} - \bar{x}_{лим.}}{\bar{x}_{сп}} \times 100 \%, \quad (8)$$

где $\bar{x}_{сп}$ – среднее значение сбора белка с гектара;

$\bar{x}_{опт}$, $\bar{x}_{лим.}$ – средний сбор белка с гектара изучаемого сорта в оптимальных и лимитированных условиях соответственно [13].

Б. А. Доспехов для расчета стабильности использует коэффициент вариации (CV):

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \%, \quad (9)$$

где CV – стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности; S – дисперсия сбора белка с гектара; $\bar{x}$ – средний сбор белка [9].

Объектами исследований, результаты которых представлены в данной статье, являлись 13 сортов овса, рекомендованных для возделывания в данном регионе. Из них 9 сортов пленчатой формы (стандартный сорт Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова, Скаун, Факел, Сибирский Геркулес и Урал), а также 2 сорта голозерной группы (стандарт Сибирский голозерный и сорт Прогресс).

По данным гидрометеорологического центра (ОГМС), в черте г. Омска в период исследований с 2013 по 2017 гг. сложились контрастные условия. Период вегетации 2014 г. характеризовался засушливыми условиями (ГТК = 0,92), сухими и холодными в 2015 г. (0,70). Достаточным увлажнением отличался периоды вегетации 2013 и 2017 гг. (ГТК = 0,99). Среднегодовое значение ГТК составляет 0,82, что означает засушливые условия. Период формирования зерновки (третья декада июля – август) характеризовался недобором количества осадков в 2014 г., а также в июле 2015 г. (13–95 % к норме) что, несомненно, отразилось на качестве зерна. На этом фоне наблюдается превышение средних температур воздуха в августе 2014 г. (+3,2 °C) и недобор их в 2013 и 2017 гг. (–0,6...–4,8 °C).

Результаты (Results)

Перед современным кормопроизводством остро стоит вопрос дефицита белка, в связи с этим необходимо увеличивать сбор белка кг/га. Но следует заметить, что не всегда

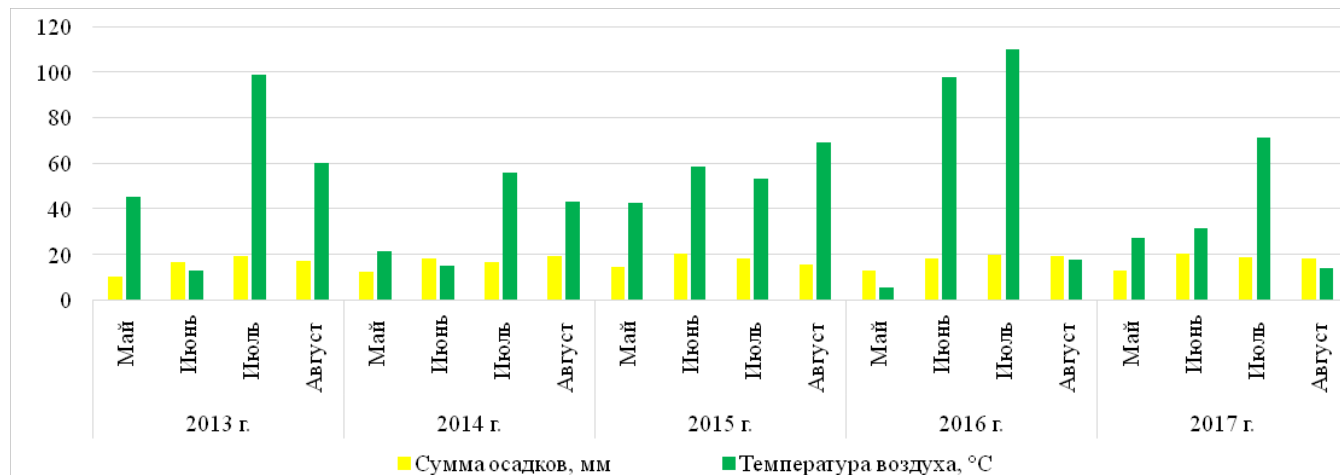


Рис. 1. Характеристика условий вегетационных периодов 2013–2017 гг.

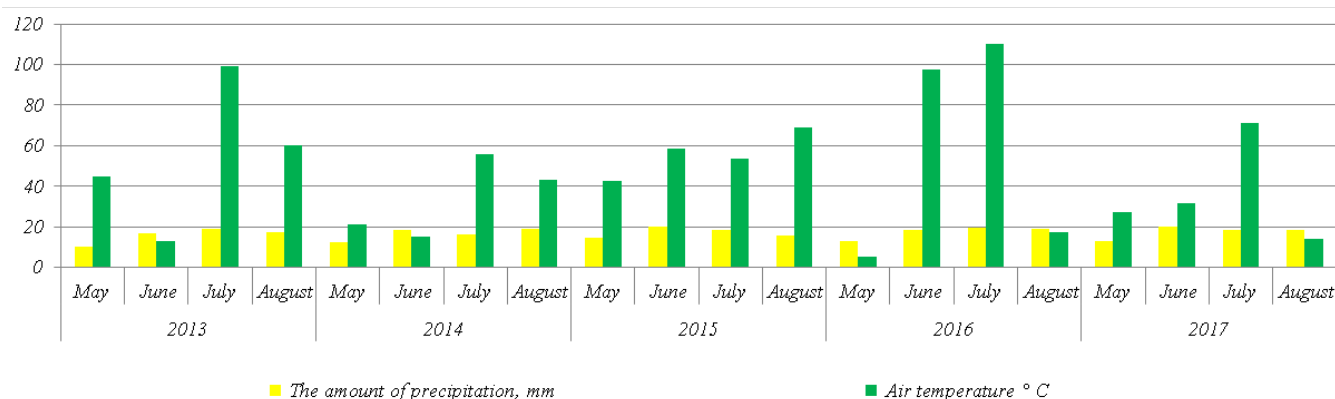


Fig. 1. Description of the conditions of vegetation periods 2013–2017

высокое содержание белка в зерне может быть определяющим при увеличении данного показателя, довольно часто этому способствует высокая урожайность [14], [15]. Однако есть указания на то, что в современных агроэкологических условиях вследствие недостаточной стрессоустойчивости растений [16] потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур реализуется крайне слабо – от 25 до 40 % [17].

Сбор белка с гектара – это интегральный параметр, учитывающий два показателя: собственно величину урожайности сорта и содержание сырого белка в зерне. Данные, представленные в таблице 1, позволяют говорить о том, что в среднем по питомнику сбор белка за период исследований составил 408,8 и 407,4 кг/га у пленчатых и голозерных сортов соответственно. Наиболее благоприятные условия для повышенного сбора белка наблюдались в 2015 г. (485,7 и 603,3 кг/га в группах пленчатых и голозерных сортов соответственно) и в 2017 г. (482,2 и 379,4 кг/га) при максимально высоких по опыту индексах условий окружающей среды ($J_f = +95,2$ и $+57,8$).

В пленчатой группе средний сбор белка у стандартного сорта Орион отмечен на уровне 400,1 кг/га. Превышали данное значение сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес (+14,1...+71,5 кг/га).

При экологическом испытании желательно использовать такой показатель, как размах сбора белка (d). Чем ниже этот параметр, тем стабильнее данный параметр в неустойчивых условиях выращивания (таблица 2). Все ис-

следуемые сорта пленчатой группы по размаху сбора белка превышали стандарты ($d = +33,0...250,4$ кг/га к St), что составило от 38,9 до 63,4 %. Максимальный размах отмечен у сорта Факел ($d = 400,5$ кг/га). В голозерной группе повышенное значение данного показателя отмечено у стандартного сорта Омский голозерный ($d = 354,1$ кг/га).

Измерение адаптивных возможностей сорта оценивается на основе приравнивания величин его признаков в альтернативных условиях. Чем больше отклонение показателей от единицы, тем менее стабилен сорт. Высокие абсолютные значения ($S.F.$), а следовательно, низкая приспособительная устойчивость присуща сортам Факел, Урал, Иртыш 22, Сибирский голозерный, Скакун, Прогресс, Памяти Богачкова ($S.F. = 2,06...2,76$). Более низкие показатели значения фактора стабильности, а значит, более высокая стабильность свойственна сортам овса ярового: Орион, Уран, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес, Иртыш 21 ($S.F. = 1,45...1,81$).

Определение селекционной ценности сорта (Sc), подобно фактору стабильности ($S.F.$), основано на сравнении сбора белка в лимитированных и оптимальных условиях выращивания с учетом усредненных значений данного показателя. При этом чем выше числовое значение признака, тем стабильнее сорт. Селекционная ценность стандартов составила 275,6 и 199,2 в пленчатой и голозерной группах соответственно. Ни один исследуемый сорт не превысил данные показатели. Показатели на уровне стандарта Орион отмечены у сортов Тарский 2 и Сибирский Геркулес ($Sc = 266,6$).

Стандарты характеризовались следующей гомеостатичностью: 17,54 у сорта Орион и 3,64 у сорта Сибирский голозерный. Исследуемые сорта не превышали стандарты по данному показателю, значением на уровне характеризовался сорт Прогресс ($Hom = 3,51$).

Определение стабильности анализируемого набора сортов рекомендуется проводить по показателю относительной стабильности признака (St^2) и критерию на стабильность признака (A). При вычислении (St^2) применяется средний по сорту параметр сбора белка и общая дисперсия данного признака. Критерий (A) характеризуется и пополняет стабильность изучаемого признака. Чем выше

параметр (St^2), тем более удачно у оцениваемого образца сочетаются сбор белка и относительная стабильность. Выполненный эксперимент выявил по относительной стабильности на уровне стандарта пленчатые сорта Иртыш 21 и Уран ($St^2 = 0,97$) и голозерный сорт Прогресс ($St^2 = 0,89$). Повышенный критерий на стабильность признака характерен для сортов Уран, Факел и Сибирский Геркулес ($A = 450,6...463,8$).

Коэффициент интенсивности (И) сорта рассчитан по методике как отношение разности величины признака для конкретного сорта к средней ее величине для всех сортов в опыте, выраженное в процентах. По итогам проведенных

Таблица 1

Характеристика сортов овса по сбору белка, кг/га

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Yi	± к St, кг/га
Пленчатая группа								
Уран	415,1	360,9	482,6	338,3	471,4	332,5	400,1	–
Орион (St)	382,0	334,4	514,3	314,3	469,4	376,7	398,5	–1,6
Сибирский Геркулес	395,5	359,9	459,13	314,8	518,2	286,2	389,0	–11,2
Тарский 2	427,0	360,4	496,6	357,4	513,7	330,6	414,2	+14,1
Иртыш 13	399,5	361,4	486,4	491,8	519,2	561,2	469,9	+69,8
Факел	421,7	399,7	533,6	301,1	498,9	258,9	402,3	+2,2
Иртыш 21	392,0	406,5	427,0	279,9	414,3	198,4	353,0	–47,1
Памяти Богачкова	436,3	228,1	524,1	536,2	470,4	628,6	470,6	+70,5
Скакун	540,6	409,5	554,9	313,6	538,5	472,3	471,6	+71,5
Урал	442,6	380,8	394,6	175,5	480,3	332,5	367,7	–32,4
Иртыш 22	434,7	391,5	469,8	167,9	410,4	286,2	360,1	–40,0
Среднее по группе	426,1	363,0	485,7	326,4	482,2	369,5	408,8	–
Голозерная группа								
Сибирский голозерный (St)	344,3	294,1	606,7	349,7	391,1	648,2	439,0	–
Прогресс	340,6	310,1	599,8	280,7	367,6	355,7	375,7	–63,3
Среднее по группе	342,5	302,1	603,3	315,2	379,4	502,0	407,4	–
Jj	+4,6	–55,3	+95,2	–83,9	+57,8	–18,7	–	–
HCP ₀₅	12,9	15,2	14,2	64,2	24,0	76,2	–	–

Примечание: St – стандартный сорт; Yi – среднее значение по сорту; Jj – индекс условий окружающей среды.

Table 1

Characteristics of varieties of oats for the collection of protein, kg/ha

Grade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Yi	± to St, kg/ha
Chaffy group								
Uran	415.1	360.9	482.6	338.3	471.4	332.5	400.1	–
Orion (St)	382.0	334.4	514.3	314.3	469.4	376.7	398.5	–1.6
Sibirskiy Gerkules	395.5	359.9	459.1	314.8	518.2	286.2	389.0	–11.2
Tarskiy 2	427.0	360.4	496.6	357.4	513.7	330.6	414.2	+14.1
Irtys 13	399.5	361.4	486.4	491.8	519.2	561.2	469.9	+69.8
Fakel	421.7	399.7	533.6	301.1	498.9	258.9	402.3	+2.2
Irtys 21	392.0	406.5	427.0	279.9	414.3	198.4	353.0	–47.1
Pamyati Bogachkova	436.3	228.1	524.1	536.2	470.4	628.6	470.6	+70.5
Skakun	540.6	409.5	554.9	313.6	538.5	472.3	471.6	+71.5
Ural	442.6	380.8	394.6	175.5	480.3	332.5	367.7	–32.4
Irtys 22	434.7	391.5	469.8	167.9	410.4	286.2	360.1	–40.0
Group average	426.1	363.0	485.7	326.4	482.2	369.5	408.8	–
Hulless group								
Sibirskiy голозерный (St)	344.3	294.1	606.7	349.7	391.1	648.2	439.0	–
Progress	340.6	310.1	599.8	280.7	367.6	355.7	375.7	–63.3
Group average	342.5	302.1	603.3	315.2	379.4	502.0	407.4	–
Jj	+4.6	–55.3	+95.2	–83.9	+57.8	–18.7	–	–
LSD ₀₅	12.9	15.2	14.2	64.2	24.0	76.2	–	–

Note: St. is a standard grade; Yi is the average value for the variety; Jj is the environmental index.

Таблица 2

Показатели пластичности, селекционной ценности, гомеостатичности сортов овса

Сорт	<i>d</i>		<i>S. F.</i>	<i>Sc</i>	<i>Нот</i>	<i>Sr</i> ²	<i>A</i>	<i>CV</i> , %
	кг/га	%						
Пленчатая группа								
Уран	150,1	29,2	1,45	275,6	17,54	0,98	395,4	15,2
Орион (St)	200,0	38,9	1,64	243,5	10,19	0,96	390,8	19,5
Сибирский Геркулес	232,0	44,8	1,81	214,8	9,83	0,97	383,3	17,0
Тарский 2	183,1	35,6	1,55	266,6	12,40	0,96	406,9	18,7
Иртыш 13	199,8	35,6	1,55	302,6	14,67	0,97	463,8	16,0
Факел	274,7	51,5	2,06	195,2	5,49	0,93	387,7	26,7
Иртыш 21	228,6	53,5	2,15	164,0	5,89	0,93	340,6	26,2
Памяти Богачкова	400,5	63,7	2,76	170,8	4,07	0,91	450,6	28,8
Скакун	241,3	43,5	1,77	266,6	9,71	0,96	461,9	20,1
Урал	304,8	63,4	2,74	134,3	4,14	0,91	351,7	29,1
Иртыш 22	266,8	61,4	2,59	139,1	4,30	0,90	341,9	31,3
Голозерная группа								
Сибирский голозерный (St)	354,1	54,6	2,20	199,2	3,64	0,88	412,7	34,1
Прогресс	319,1	53,2	2,14	167,4	3,51	0,89	339,0	30,4
$S_{\bar{x}}$	19,88	3,15	0,13	15,4	1,29	0,01	12,34	1,81

Примечание: размах сбора белка с гектара (*d*) по Зыкину В. А.; индекс экологической пластичности (*Jsp*) по Eberhart и Russell; фактор стабильности (*S. F.*) по D. Lewis; гомеостатичность (*Hom*) и селекционная ценность сортов (*Sc*) по В. В. Хангильдину; стабильность (*St²*) и критерий стабильности (*A*) по Н. А. Соболеву.

Table 2

Indicators of plasticity, breeding value, homeostatic varieties of oats

Grade	d		S. F.	Sc	Hom	St²	A	CV, %
	kg/ha	%						
Chaffy group								
Uran	150.1	29.2	1.45	275.6	17.54	0.98	395.4	15.2
Orio (St)	200.0	38.9	1.64	243.5	10.19	0.96	390.8	19.5
Sibirskiy Gerkules	232.0	44.8	1.81	214.8	9.83	0.97	383.3	17.0
Tarskiy 2	183.1	35.6	1.55	266.6	12.40	0.96	406.9	18.7
Irtysk 13	199.8	35.6	1.55	302.6	14.67	0.97	463.8	16.0
Fakel	274.7	51.5	2.06	195.2	5.49	0.93	387.7	26.7
Irtysk 21	228.6	53.5	2.15	164.0	5.89	0.93	340.6	26.2
Pamyati Bogachkova	400.5	63.7	2.76	170.8	4.07	0.91	450.6	28.8
Skakun	241.3	43.5	1.77	266.6	9.71	0.96	461.9	20.1
Ural	304.8	63.4	2.74	134.3	4.14	0.91	351.7	29.1
Irtysk 22	266.8	61.4	2.59	139.1	4.30	0.90	341.9	31.3
Hulless group								
Sibirskiy golozernyy (St)	354.1	54.6	2.20	199.2	3.64	0.88	412.7	34.1
Progress	319.1	53.2	2.14	167.4	3.51	0.89	339.0	30.4
S _{x̄}	19.88	3.15	0.13	15.4	1.29	0.01	12.34	1.81

Note: *d* – the indicator protein collection per hectare according to Zykin; *Jsp* – ecological plasticity index according to Eberhart and Russell; *S. F.* – stability factor according to D. Lewis, *Hom* – homeostaticity and *Sc* – selection the value of varieties according to V. V. Khangildin; *St²* – relative stability and *A* – stability criterion according to N. A. Sobolev.

вычислений к типу интенсивных сортов с показателем интенсивности от 74,1 % до 89,2 % отнесены сорта Прогресс, Факел, Сибирский голозерный, Иртыш 22. В группу полуинтенсивных отнесены образцы овса Скакун, Урал, Памяти Богачкова, Иртыш 21, Сибирский Геркулес, Иртыш 13. К категории экстенсивных сортов отнесли Тарский 2, Уран, Орион (рис. 2).

Как считает Б. А. Доспехов, коэффициент вариации (*CV*) широко применяется в математических моделях

оценок как отдельная определяющая величина, выступающая в роли одного из основных параметров показывающая уровень стабильности генотипа [9]. Чем меньше данный показатель, тем более стабилен сорт по сбору белка. Среднее варьирование признака характерно для сортов Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2 и Уран (10 % < *CV* < 20 %). У остальных сортов изменчивость сбора белка значительная (*CV* > 20 %). Значительная изменчивость объясняется существенным воздействием (до 50,0 %) условий выращивания [6], [18].

Таблица 3

Индекс экологической пластичности сортов овса по сбору белка с единицы площади

Сорт	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Пленчатая группа							
Уран	1,0	1,02	0,96	1,04	1,01	0,85	0,98
Орион (St)	0,92	0,95	1,02	0,97	1,01	0,97	0,97
Сибирский Геркулес	0,96	1,02	0,91	0,97	1,11	0,73	0,95
Тарский 2	1,03	1,02	0,99	1,1	1,10	0,85	1,01
Иртыш 13	0,97	1,02	0,96	1,51	1,11	1,44	1,15
Факел	1,02	1,13	1,06	0,92	1,07	0,66	0,98
Иртыш 21	0,92	1,15	0,85	0,86	0,89	0,51	0,80
Памяти Богачкова	1,06	0,65	1,04	1,65	1,01	1,60	1,15
Скакун	1,31	1,66	1,10	0,97	1,15	1,21	1,15
Урал	1,07	1,08	0,78	0,54	1,03	0,85	0,90
Иртыш 22	1,05	1,11	0,93	0,52	0,88	0,73	0,88
Голозерная группа							
Сибирский голозерный (St)	0,83	0,83	1,20	1,08	0,84	1,66	1,07
Прогресс	0,82	0,88	1,19	0,86	0,79	0,91	0,92
$S_{\bar{x}}$	0,03	0,06	0,03	0,09	0,03	0,1	0,03

Table 3

The index of environmental plasticity of varieties of oats for the collection of protein per unit area

Grade	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Average
Chaffy group							
Uran	1.00	1.02	0.96	1.04	1.01	0.85	0.98
Orion (St)	0.92	0.95	1.02	0.97	1.01	0.97	0.97
Sibirskiy Gerkules	0.96	1.02	0.91	0.97	1.11	0.73	0.95
Tarskiy 2	1.03	1.02	0.99	1.10	1.10	0.85	1.01
Irtys 13	0.97	1.02	0.96	1.51	1.11	1.44	1.15
Fakel	1.02	1.13	1.06	0.92	1.07	0.66	0.98
Irtys 21	0.92	1.15	0.85	0.86	0.89	0.51	0.80
Pamyati Bogachkova	1.06	0.65	1.04	1.65	1.01	1.60	1.15
Skakun	1.31	1.66	1.10	0.97	1.15	1.21	1.15
Ural	1.07	1.08	0.78	0.54	1.03	0.85	0.90
Irtys 22	1.05	1.11	0.93	0.52	0.88	0.73	0.88
Hulless group							
Sibirskiy golozernyy (St)	0.83	0.83	1.20	1.08	0.84	1.66	1.07
Progress	0.82	0.88	1.19	0.86	0.79	0.91	0.92
$S_{\bar{x}}$	0.03	0.06	0.03	0.09	0.03	0.1	0.03

В настоящее время при измерении широты ареала по исследуемым сортам сбор зачастую используют индекс экологической пластичности, представленный S. A. Eberhart, W. A. Russell [11], изучаемый набор сортов овса по частоте встречаемости индекса $Jsp > 1,0$ распределен на 4 группы:

1. Сорта широкого ареала: Факел, Сибирский Геркулес ($Jsp > 1,0$ в течение 5 лет испытания).

2. Сорта среднего ареала ($Jsp > 1,0$ в течение 4 лет испытания): Орион, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова.

3. Сорта узкого ареала у ($Jsp > 1,0$ в течение 3 лет испытания): Урал, Сибирский голозерный.

4. Очень узкого ареала выше ($Jsp > 1,0$ в течение 0–1 года): Иртыш 13, Иртыш 21, Скакун, Иртыш 22, Прогресс (таблица 3).

Разнообразными результатами анализа экологического изучения довольно четко подмечено, что расчет адаптивных возможностей у сортов различных культур одним или двумя параметрами не дают точной, объективной оценки их приспособительной оценки в различных условиях выращивания. Для оптимизации этой ситуации необходимо иметь в своем распоряжении большое количество оценочных параметров адаптивности. По результатам анализа в обязательном порядке необходимо проводить ранжирование сортов [19], при этом следует принимать во внимание, что чем меньше сумма рангов изучаемого сорта, тем он более адаптирован для использования в производстве (рис. 3).

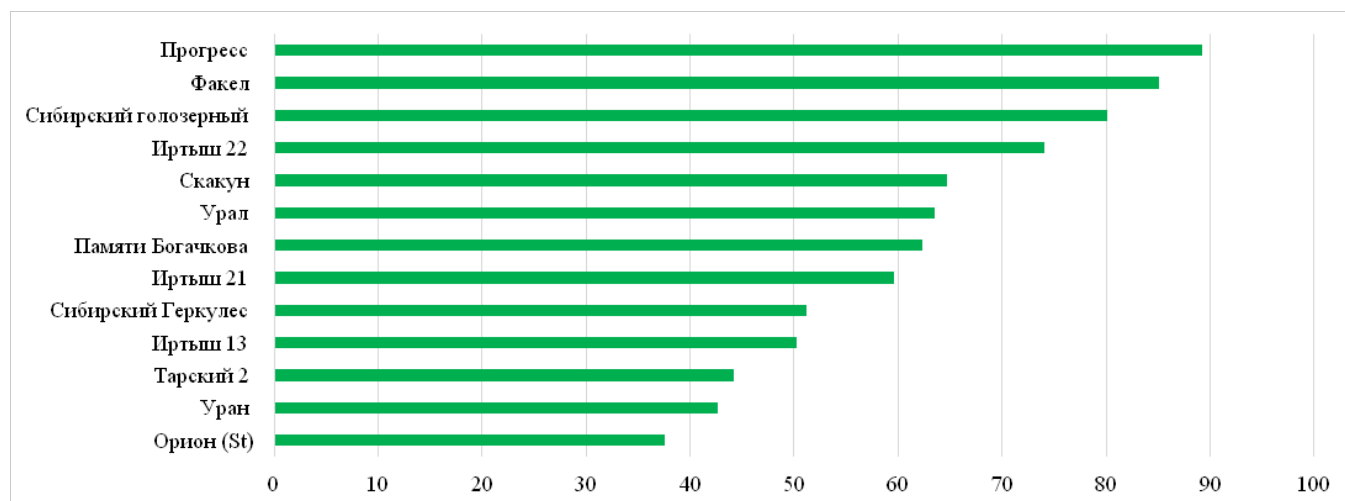


Рис. 2. Интенсивность сортов ярового овса

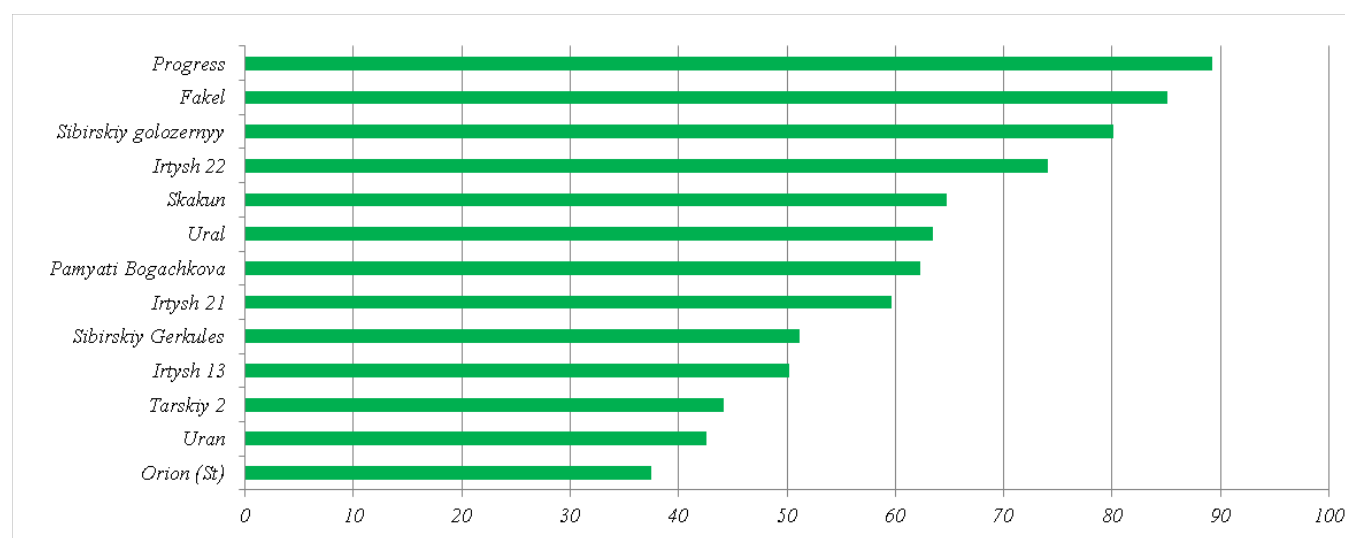


Fig. 2. The intensity of varieties of spring oats

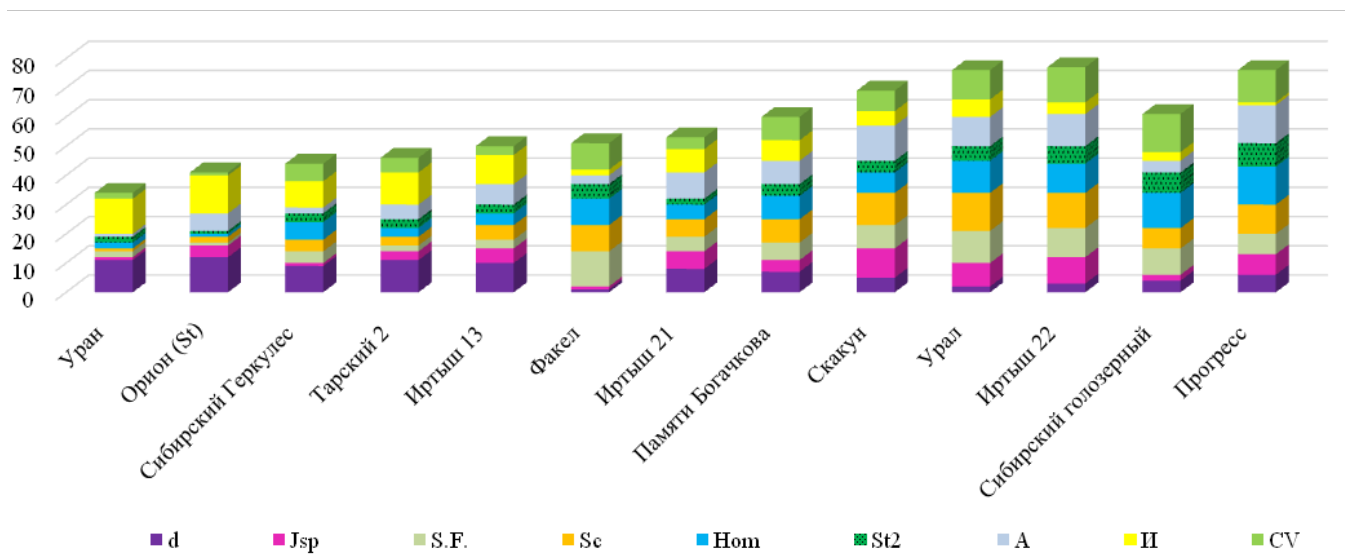


Рис. 3. Адаптивность сортов овса, определенная по сбору белка с единицы площади

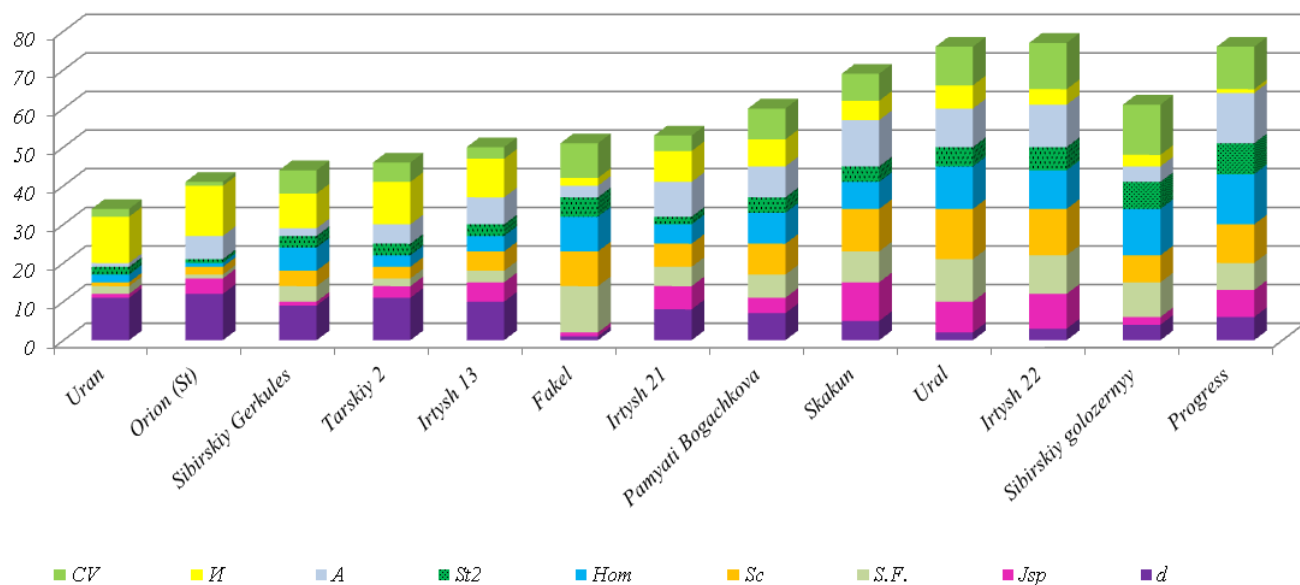


Fig. 3. Adaptability of oats varieties determined by protein with area units

Проведение ранжирования сортов по показателям пластичности, стабильности, гомеостатичности, интенсивности, варьирования позволило выделить сорта способные реализовать свои адаптивные возможности в условиях Омского региона. В нашем сортоиспытании повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания обладал стандартный пленчатый сорт Орион (сумма рангов 41), сорт Уран, набравший сумму рангов менее стандарта (34), а также сорт Сибирский Геркулес (сумма рангов 44, что на уровне стандарта). В голозерной группе минимальной суммой рангов характеризуется также стандартный сорт Омский голозерный (61).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Выводы:

1. В среднем за период исследований с 2013 по 2015 гг. в условиях южной лесостепи Западной Сибири сбор белка пленчатых и голозерных сортов овса не имел существенных различий и составил 408,8 и 407,4 кг/га соответственно.
2. Превышали стандарт по сбору белка сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес (+14,1...+71,5 кг/га), в среднем за период исследований.
3. Изменчивость исследуемого признака сбора белка с единицы площади средняя ($10\% < CV < 20\%$) либо значительная ($CV > 20\%$), что подтверждается также высоким размахом сбора белка ($d = +33,0...+250,4$ кг/га к стандарту).
4. Повышенная стабильность свойственна сортам Орион, Уран, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес, Иртыш 21 ($S.F. = 1,45...1,81$).
5. По селекционной ценности и гомеостатичности исследуемые сорта не превысили стандарт. На уровне стан-

дартов сорта Тарский 2 и Сибирский Геркулес ($Sc = 266,6$) и Прогресс ($Hom = 3,51$).

6. Стабильность на уровне стандарта характерна для сортов Иртыш 21, Уран ($St^2 = 0,97$) и Прогресс ($St^2 = 0,89$). Повышенный критерий на стабильность признака характерен для сортов Уран, Факел и Сибирский Геркулес ($A = 450,6...463,8$).

7. Повышенной устойчивостью к изменяющимся условиям возделывания в южной лесостепной зоне Омского региона обладали пленчатые сорта Орион, Уран и Сибирский Геркулес (сумма рангов 34–44), а также Омский голозерный (сумма рангов 61).

Рекомендации:

1. Для получения повышенного сбора белка с единицы площади в условиях повышения интенсификации рекомендуется использовать в производстве следующие сорта: Прогресс, Факел, Сибирский голозерный и Иртыш 22. В условиях экстенсивного земледелия – сорта Тарский 2, Уран и Орион.
2. В зависимости от технологий и условий возделывания рекомендуется использовать сорта:
 - для широкого ареала возделывания – сорта Факел, Сибирский Геркулес;
 - для среднего ареала – Орион, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова;
 - для узкого ареала – Урал, Сибирский голозерный;
 - для очень узкого ареала – Иртыш 13, Иртыш 21, Скакун, Иртыш 22, Прогресс.

Библиографический список

1. Колесникова В. Г., Печникова Т. И. Урожайность и качество зерна овса яков в зависимости от десикантов и сроков их применения в условиях среднего Предуралья // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 3 (57). С. 27–31.
2. Гаврилова О. П., Ганнибал Ф. Б., Гагкаева Т. Ю. Зараженность зерна овса грибами *Fusarium* и *Alternaria* и ее сортовая специфика в условиях северо-запада России // *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т. 51. № 1. С. 111–118. DOI: 10.15389/agrobology.2016.1.111rus.
3. Полонский В. И., Суринов Н. А., Герасимов С. А., Липшин А. Г., Сумина А. В., Зюте С. Изучение сортов овса (*avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. Т. 23. № 6. С. 53–60. DOI: 10.18699/VJ19.541.

4. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермькова С. В., Лисицын Е. М. Пластичность и стабильность сортов и линий овса в условиях Кировской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 54–56.
5. Баталова Г. А., Лисицын Е. М. Селекция овса на Европейском Северо-Востоке России // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 1. С. 21–24.
6. Фомина М. Н. Урожайность пленчатых сортов овса и особенности ее формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 24–27.
7. Nevo E. Evolution of wild Barley at “Evolution Canyon”: Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2015. No. 62 (1-2). Pp. 22–32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
8. Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Лоскутов И. Г. Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 6. С. 38–41.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований): учебник. 6-е изд. Москва : Альянс, 2011. 352 с.
10. Гладышева О. В., Левакова О. В., Анохин Н. П. Урожайность, экологическая стабильность и пластичность сортов озимой пшеницы в Рязанской области // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 2. С. 22–24.
11. Николаев П. Н., Юсова О. А., Васюкевич В. С., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (50). С. 42–51.
12. Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н., Скулова М. В. Агроэкологическая оценка новых линий сои селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6 (66). С. 7–11.
13. Поползухина Н. А., Паршуткин Ю. Ю., Поползухин П. В., Василевский В. Д., Гайдар А. А. Адаптивный потенциал сортов твердой яровой пшеницы по урожайности зерна в зависимости от предшественника в южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (36). С. 40–52.
14. Юсова О. А. Качество зерна овса в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 12. С. 32–35.
15. Николаев П. Н., Аниськов Н. А., Юсова О. А. Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового ячменя в условиях Омской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 43–49. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48.
16. Лоскутов И. Г., Шеленга Т. В., Конарев А. В., Шаварда А. Л., Блинова Е. В., Дзюбенко Н. И. Метаболомный подход к сравнительному анализу диких и культурных видов овса (*Avena L.*) // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 5. С. 636–642.
17. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 51 (5). С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
18. Иванова Ю. С., Фомина М. Н. Урожайность коллекционных образцов голозерного овса в условиях северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 3 (256). С. 27–35.
19. Безуглая О. Н. Адаптивный потенциал коллекционных образцов фасоли // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2018. № 2 (174). С. 23–28. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-23-28.

Об авторах:

Оксана Александровна Юсова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией генетики, биохимии и физиологии растений, ORCID 0000-0003-3679-8985, AuthorID 547227; ksanajusva@rambler.ru

Петр Николаевич Николаев¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур, ORCID 0000-0002-5192-2967, AuthorID 834930; nikolaevpetr@mail.ru

Ирина Владимировна Сафонова², кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0001-8138-930X, AuthorID 430608; i.safonova@vir.nw.ru

Николай Иванович Аниськов², доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-7819-8286, AuthorID 260589

¹ Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

² Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Analysis of oats varieties of Omsk selection for the collection of protein per unit area

O. A. Yusova¹✉, P. N. Nikolaev¹, I. V. Safonova², N. I. Aniskov²

¹ Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

² All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov, Saint Petersburg, Russia

✉E-mail: ksanajusva@rambler.ru

Abstract. This article presents the results of a long-term study of a set of oat varieties in the southern forest-steppe zone of the Omsk region. The estimation of parameters of ecological adaptability for protein collection per unit area is given. **Purpose.**

Long-term study of a set of oats varieties in the conditions of the southern forest-steppe zone of the Omsk region according to environmental adaptability parameters calculated on the basis of “protein collection per hectare”. **Methods.** The research was conducted from 2013 to 2017 in the conditions of the southern forest-steppe of Omsk. A detailed analysis of the adaptability parameters is provided: the indicator “protein collection per hectare” according to Zykin, ecological plasticity index according to Eberhart and Russell, stability factor according to Lewis, homeostaticity and selection the value of varieties according to Khangildin, relative stability and stability criterion according to Sobolev, intensity according to the method of Udachin. The final adaptability of varieties is estimated by the sum of the ranks obtained by each variety for the studied parameters. **Results.** The results of the research have shown that they are most adaptive in the southern forest-steppe zone Omsk region filmy varieties Orion, Uranus and Sibirskiy Gerkules (total ranks 34–44) and Sibirskiy golozernyy (total ranks 61). **Scientific novelty** lies in the study of 13 varieties of membranous and hullless groups of oats, recommended for cultivation in the Omsk region. The collection of protein per hectare is an integral parameter that takes into account two indicators: the actual yield of the variety and the content of crude protein in the grain. Therefore, studies on this indicator are not popular. For the first time, thanks to the adaptive characteristics, varieties are divided according to this characteristic into intensive and extensive. The grouping of varieties depending on the cultivation areas is also given.

Keywords: oats, variety, protein collection, adaptability, intensity, extensiveness, range of cultivation, rank.

For citation: Yusova O. A., Nikolaev P. N., Safonova I. V., Aniskov N. I. Analiz sortov ovsa omskoy selektsii po sboru belka s edinitsy ploshchadi [Analysis of oats varieties of Omsk selection for the collection of protein per unit area] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 38–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-38-48. (In Russian.)

Paper submitted: 18.04.2020.

References

1. Kolesnikova V. G., Pechnikova T. I. Urozhaynost' i kachestvo zerna ovsa yakov v zavisimosti ot desikantov i srokov ikh primeneniya v usloviyakh srednego Predural'ya [Productivity and quality of oat grain yaks depending on desiccants and their application terms in the conditions of the middle Urals] // Grain Economy of Russia. 2018. No. 3 (57). Pp. 27–31. (In Russian.)
2. Gavrilova O. P., Gannibal F. B., Gagkaeva T. Yu. Zarazhennost' zerna ovsa gribami Fusarium i Alternaria i ee sortovaya spetsifika v usloviyakh severo-zapada Rossii [Infection of oat grain with Fusarium and Alternaria fungi and its varietal specificity in the conditions of the North-West of Russia] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. T. 51. No. 1. Pp. 111–118. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.1.111rus.
3. Polonskiy V. I., Surin N. A., Gerasimov S. A., Lipshin A. G., Sumina A. V., Zyute S. Izucheniye sortov ovsa (avena sativa L.) razlichnogo geograficheskogo proiskhozhdeniya po kachestvu zerna i produktivnosti [Study of oat varieties (avena sativa L.) of various geographical origin in terms of grain quality and productivity] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2019. T. 23. No. 6. Pp. 53–60. DOI: 10.18699/VJ19.541. (In Russian.)
4. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V., Lisitsyn E. M. Plastichnost' i stabil'nost' sortov i liniy ovsa v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Plasticity and stability of oat varieties and lines in the conditions of the Kirov region] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. T. 32. No. 8. Pp. 54–56. (In Russian.)
5. Batalova G. A., Lisitsyn E. M. Seleksiya ovsa na Evropeyskom Severo-Vostoke Rossii [Oats breeding in the European North-East of Russia] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016. T. 30. No. 1. Pp. 21–24. (In Russian.)
6. Fomina M. N. Urozhaynost' plenchatykh sortov ovsa i osobennosti ee formirovaniya v usloviyakh severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [Yield of film varieties of oats and peculiarities of its formation in conditions of northern forest steppe of the Tyumen region] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016, No 12. Pp. 24–27 (In Russian).
7. Nevo E. Evolution of wild Barley at "Evolution Canyon": Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement. Israel Journal of Plant Sciences. 2015. No. 62(1-2). Pp. 22–32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783 (in English).
8. Ivanova Yu. S., Fomina M. N., Loskutov I. G. Biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna u kolleksiionnykh obraztsov ovsa golozernogo v usloviyakh severnoy lesostepi [Biochemical indicators of grain quality in the collection specimens of holozernous oats in the conditions of the northern forest-steppe] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. No 32 (6). Pp. 38–41 (In Russian).
9. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki issledovaniy: uchebnik) [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of studies): textbook]. 6th edition. Moscow : Al'yans, 2011. 352 p. (In Russian.)
10. Gladysheva O. V., Levakova O. V., Anokhin N. P. Urozhaynost', ekologicheskaya stabil'nost' i plastichnost' sortov ozimoy pshenitsy v Ryazanskoy oblasti [Productivity, environmental stability and plasticity of winter wheat varieties in the Ryazan region] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2017. No. 2. Pp. 22–24. (In Russian.)
11. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Vasyukevich V. S., Anis'kov N. I., Safonova I. V. Adaptivnyy potentsial sortov ovsa selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of oats varieties of breeding of the Omsk Agrarian Scientific Center] // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 1 (50). Pp. 42–51.

12. Ashiev A. R., Khabibullin K. N., Skulova M. V. Agroekologicheskaya otsenka novykh liniy soi selektsii FGBNU "ANTs "Donskoy" [Agroecological assessment of new soybean breeding lines of the Federal Research Institution of Scientific Center "Donskoy Scientific Center"] // Grain Economy of Russia. 2019. No. 6 (66). Pp. 7–11. (In Russian.)
13. Popolzukhina N. A., Parshutkin Yu. Yu., Popolzukhin P. V., Vasilevskiy V. D., Gaydar A. A. Adaptivnyy potentsial sortov tverdog yarovoy pshenitsy po urozhaynosti zerna v zavisimosti ot predshestvennika v yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Adaptive potential of durum spring wheat varieties in grain yield depending on the predecessor in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 4 (36). Pp. 40–52. (In Russian.)
14. Yusova O. A. Kachestvo zerna ovsa v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri [Quality of oat grain in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2017. T. 31. No. 12. Pp. 32–35. (In Russian.)
15. Nikolaev P. N., Anis'kov N. A., Yusova O. A. Plastichnost', stabil'nost' i adaptivnost' kachestva zerna sortov yarovogo yachmenya v usloviyakh Omskoy oblasti [Plasticity, stability and adaptability of grain quality of spring barley varieties in the conditions of Omsk region] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2018. No. 1. Pp. 43–49. DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48. (In Russian.)
16. Loskutov I. G., Shelenga T. V., Konarev A. V., Shavarda A. L., Blinova E. V., Dzyubenko N. I. Metabolomnyy podkhod k sravnitel'nomu analizu dikikh i kul'turnykh vidov ovsa (Avena L.) [Metabolomic approach to the comparative analysis of wild and cultivated species of oats (Avena L.)] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016. T. 20. No. 5. Pp. 636–642. (In Russian.)
17. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [Enhancement of adaptability in grain crop selection] // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2016. No. 51 (5). Pp. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
18. Ivanova Yu. S., Fomina M. N. Urozhaynost' kollektсионnykh obraztsov golozernogo ovsa v usloviyakh severnogo Zaural'ya [Yield of collectible samples of ice oats in the conditions of northern Trans-Urals] // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. 2017. No. 3 (256). Pp. 27–35. (In Russian.)
19. Bezuglaya O. N. Adaptivnyy potentsial kollektсионnykh obraztsov fasoli [Adaptive potential of collection samples of beans] // Oil crops. Scientific and technical Bulletin of VNIIMK. 2018. No. 2 (174). Pp. 23–28. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-23-28. (In Russian.)

Authors' information:

Oksana A. Yusova¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of genetics, biochemistry and plant physiology, ORCID 0000-0003-3679-8985, AuthorID 547227; ksanajusva@rambler.ru

Petr N. Nikolaev¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory for the selection of grain crops, ORCID 0000-0002-5192-2967, AuthorID 834930; nikolaevpetr@mail.ru

Irina V. Safonova², candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0001-8138-930X, AuthorID 430608; i.safonova@vir.nw.ru

Nikolay I. Aniskov², doctor of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-7819-8286, AuthorID 260589

¹ Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

² All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov, Saint Petersburg, Russia

К вопросу оценки эффективности линейного разведения скота симментальской породы разного происхождения

Л. П. Игнатьева¹✉, А. Ф. Контэ¹, А. А. Сермягин¹

¹ Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

✉E-mail: ignatieva-lp@mail.ru

Аннотация. Цель исследования — изучить влияние родственных зарубежных племенных ресурсов на российскую популяцию симментальской породы. Методы исследований — исследования были проведены на коровах симментальской породы разной линейной принадлежности и генотипов в пяти регионах РФ: Воронежской, Орловской, Курской, Белгородской областях и Алтайского края, общее поголовье составило 35 147 голов. Расчет оценок EBV был проведен с помощью программ RENUMF90, REMLF90 и BLUPF90. Оценка компонентов вариантов генетической и паратипической природы была осуществлена по методу ограниченного максимального правдоподобия. **Результаты.** Установлено, что наибольшая доля приходится на животных зарубежного происхождения (60,7 %), в том числе немецко-австрийские линии 46,6 % и голштинские — 14,1 %. Российского происхождения 39,3 % животных, из них 13,5 % — представители немецко-австрийских линий, 17,8 % — голштинских и 8,0 % у отечественных линий. В общей популяции симментальской породы лучшую продуктивность показали коровы немецко-австрийских линий на уровне 5351 кг молока с массовой долей жира 4,00 % и белка 3,19 %. Проведен расчет прогноза племенной ценности (EBV) быков-производителей симментальской породы. Установлено, что в общей популяции лучшую племенную ценность показали представители немецко-австрийских линий по удою +9,2 кг и массовой доли жира +0,012 %. Отрицательные значения средней племенной ценности по удою получены для отечественных линий (–22,8 кг), а животные голштинских линий заняли промежуточное положение среди всех остальных (+2,3 кг). У первотелок, которые на момент исследований находились в стаде, лучшие показатели по молочной продуктивности выявлены у представительниц, отнесенных к зарубежному происхождению как голштинских (6096 кг молока с содержанием жира 3,96 % и белка 3,23 %), так и немецко-австрийских линий (удой — 5763 кг, жир — 4,04 %, белок — 3,19 %), с высокими оценками племенной ценности по удою +33,3 кг и +15,2 кг, соответственно. Невысокие значения молочной продуктивности среди всех оцененных животных отмечены у представительниц отечественных линий 4469 кг молока 3,87 % жира и 3,20 % белка в молоке. Первотелки российского происхождения зарубежных линий превосходили сверстниц отечественных линий симментальской породы по молочной продуктивности на +608 кг молока и +0,15 % жира (немецко-австрийские линии) и +924 кг и +0,06 % жира (голландские линии). Средние значения прогноза племенной ценности в этих линиях хоть и имели невысокие значения –5,6 кг у голштинских и +2,7 кг у немецко-австрийских линий, но были значительно выше, чем у отечественных линий –12,7 кг. **Научная новизна.** Для популяции палево-пестрого скота Российской Федерации впервые проведены научные исследования, направленные на совершенствование системы прогноза племенных качеств быков-производителей по молочной продуктивности дочерей на базе оптимизации структуры уравнений смешанной модели (BLUP, наилучший линейный несмещенный прогноз).

Ключевые слова: бык-производитель, симментальская порода, генеалогические линии, молочная продуктивность, племенная ценность, BLUP.

Для цитирования: Игнатьева Л. П., Контэ А. Ф., Сермягин А. А. К вопросу оценки эффективности линейного разведения скота симментальской породы разного происхождения // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 49–57. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-49-57.

Дата поступления статьи: 24.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

По итогам бонитировки за 2018 год, в Российской Федерации разводятся 24 породы и 17 породных типов молочного скота, из которых симментальская порода по совокупной численности поголовья занимает 3 место (6,39 %, или 168,55 тыс. голов) после черно-пестрой и голштинской [1]. Популяция симментальского скота имеет достаточное маточное поголовье в племенных стадах (5,94 %, или 94,78 тыс. голов), а также наличие отечественного и

по большей части зарубежного генетического материала быков-производителей. Животные обладают высокими адаптационными качествами, хорошими показателями молочной продуктивности, оптимальными параметрами живой массы, а также крепкой конституцией. В связи с этим приоритетным направлением разведения симментальской породы скота является сохранение ценного генофонда современной популяции, которая имеет сформировавшуюся породную основу как отечественного происхождения, так и общеевропейские корни [2, с. 17].

Начиная с 2000-х годов в страну было импортировано около 37 тыс. голов животных симментальской породы, или 8,56 % от завезенного поголовья из Австрии (67,8 % от общего объема поставок симменталов из всех стран), Германии, Словакии, Чехии и других стран [3, с. 68]. В то же время селекционным центром были утверждены 11 новых генеалогических линий немецко-австрийского происхождения. За ряд лет в популяции симментальского скота РФ получено несколько поколений потомков от быков отечественной и зарубежной (австрийской и немецкой) селекции, качество которых изучено недостаточно. В настоящий момент формируется популяция скота генетически на 70–80 % отнесена к западноевропейскому корню симментальской породы [4, с. 70], [5, с. 96], [6, с. 9], [12, с. 138].

Учитывая мировые тенденции развития молочного скотоводства, одним из основных направлений на ближайший период является повышение эффективности селекционной работы благодаря разработке новых и усовершенствования существующих подходов относительно проведения оценки генотипа, организации отбора животных, мониторинга структуры породы и разработки методов селекционного улучшения молочного скота по отдельным признакам. При этом большое внимание уделяется признакам, связанным с молочной продуктивностью [7, с. 27], [8, с. 18], [13, с. 8].

Наиболее трудоемкий процесс в комплексе селекционных мероприятий – определение племенной ценности особей. В странах с развитым молочным скотоводством с середины прошлого века с этой целью применяют статистически процедуры, в частности метод наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP) и его модификации [14, с. 50], [15]. В нашей стране оценка генетических качеств животных, основанная на методологии BLUP, пока еще не стала официальной и используется ограничительно исключительно для аттестации быков-производителей. Используя классические методы BLUP, которые заключаются в возможности прогнозирования племенной ценности животного в раннем возрасте, можно получить прогноз с точностью до 80 %. Такой подход повышает темпы селекционного прогресса и позволяет получить экономический эффект значительно раньше в сравнении с традиционными селекционными методами [9, с. 24], [10, с. 18], [11, с. 3]. В этой связи изучение влияния родственных зарубежных племенных ресурсов на российскую популяцию симментальской породы представляется актуальным.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования были проведены на коровах симментальской породы разной линейной принадлежности и генотипов в пяти регионах РФ: Воронежской, Орловской, Курской, Белгородской областях и Алтайского края. Для оценки показателей молочной продуктивности коров симментальской породы были использованы данные баз данных «СЕЛЭКС» (ООО РЦ Плино) племенных хозяйств пяти регионов Российской Федерации. Общее поголовье симментальской породы, данные о которых использовались в исследованиях, составило 35 147 голов, года рождения коров охватывали период 1991–2017 гг. Была проанализирована молочная продуктивность коров, дочерей быков-

производителей, принадлежащих 9 голштинским линиям (9890 записей, основные линии: В. Б. Айдиал, Р. Соверинг, М. Чифтейн, П. Говернер), 13 немецко-австрийским линиям (15 228 записей, основные линии: Редад, Хаксл, Хониг, Страйк, Ромулус, Целот, Метц), 27 отечественным линиям (8740 записей, основные линии: Кипарис, Неолит, Кристалл, Смелый, Флориан, Радонис, Салат, Фасадник, Этап, Урок) и прочим линиям (1289 голов). Были рассчитаны коэффициенты корреляции и наследуемости между основными селекционными признаками молочной продуктивности коров.

Оценка животных была проведена по следующим признакам: удой за 305 дней по первой лактации, кг (У305), массовая доля жира и белка в молоке коров, % (МДЖ и МДБ соответственно), количество молочного жира и белка, кг (КМЖ и КМБ соответственно).

Для анализа родословных быков-производителей отечественного и зарубежного происхождения симментальской породы, а также пополнения электронных баз данных была использована официально доступная информация из мировой сети Интернет: www.быки.рф (Россия), www.zar.at (Австрия, Германия) и www.holstein.ca (США, Канада).

В анализ были включены только оцененные по потомству быки-производители ($n = 1552$). Согласно методологии BLUP, было использовано следующее уравнение смешанной модели в исследуемой популяции скота для получения прогноза оценок племенной ценности (EBV – Estimated Breeding Value) животных:

$$y = \mu + HYS + b_1 A_k + S_j + e_{ijk}, \quad (1)$$

где y – вектор показателей продуктивности дочерей;

μ – популяционная константа;

HYS – эффект паратипических факторов «стадо – год – сезон» (фиксированный);

A_k – возраст отела (в месяцах);

b_1 – коэффициент регрессии показателя продуктивности на возраст дочерей;

S_j – рандомизированный эффект «отец-производитель» ($O, I\sigma_s^2$);

e_{ijk} – рандомизированный остаточный эффект модели ($O, I\sigma_e^2$).

Расчет оценок EBV был проведен с помощью программ RENUMF 90, REMLF 90 и BLUPF 90. Оценка компонентов дисперсии генетической и паратипической природы была осуществлена по методу ограниченного максимального правдоподобия (REML – Restricted Estimates of Maximum Likelihood, Misztal I., 2002) [16].

Полученные аналитические данные обрабатывались биометрически по общепринятым формулам на ПК с использованием программного приложения Microsoft Excel из программного пакета анализа Microsoft Office 2013.

Результаты (Results)

Проведенный нами комплексный анализ генеалогической структуры линий племенных стад симментальской породы пяти регионов РФ позволил выявить, что среди животных, находящихся на момент анализа в стаде, наибольший удельный вес приходится на животных зарубежного происхождения 60,7 %, в том числе немецко-австрийские линии 46,6 % и голштинские – 14,1 %. Российского

Таблица 1

**Коэффициенты корреляции у коров симментальской породы по первой лактации (общая база)
(коэффициенты генетической корреляции выше диагонали, фенотипической корреляции ниже
диагонали, коэффициенты наследуемости по диагонали)**

Показатели	Удой, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг	Массовая доля белка, %	Количество молочного белка, кг
Удой, кг	0,335	-0,048	0,962	-0,024	0,989
Массовая доля жира, %	0,015	0,179	0,214	0,197	-0,019
Количество молочного жира, кг	0,898	0,447	0,385	0,031	0,959
Массовая доля белка, %	-0,057	0,146	-0,033	0,217	0,118
Количество молочного белка, кг	0,959	0,033	0,856	0,224	0,370

Table 1

**Correlation parameter of Simmental cows by first lactation (general population) (coefficients: genetic correlation
above diagonal, phenotypic correlation below diagonal, heritability estimate along diagonal)**

Indicators	Yield, kg	Fat content, %	Milk fat, kg	Protein content, %	Milk protein, kg
Yield, kg	0.335	-0.048	0.962	-0.024	0.989
Fat content, %	0.015	0.179	0.214	0.197	-0.019
Milk fat, kg	0.898	0.447	0.385	0.031	0.959
Protein content, %	-0.057	0.146	-0.033	0.217	0.118
Milk protein, kg	0.959	0.033	0.856	0.224	0.370

происхождения 39,3 % животных, из них 13,5 % – представители немецко-австрийских линий, 17,8 % – голштинских и 8,0 % у отечественных линий. Как мы видим, на отечественную популяцию симментальского скота огромное влияние оказывают родственные зарубежные породы, которые в структуре популяции симментальского скота России занимают более 60 %.

Для оценки уровня селекционного-генетических параметров оцениваемой популяции симментальского скота проведен расчет коэффициентов корреляции и наследуемости. Установлено, что уровень как фенотипической, так и генетической корреляции анализируемых признаков достаточно высок, за исключением массовой доли жира и белка в молоке (-0,057...0,015 по фенотипу и -0,024...-0,048 по генотипу), где они близки к нулю или принимают отрицательные значения (таблица 1).

Различия между генетической и фенотипической корреляциями указывают на высокую обусловленность признака условиями среды. Определена ярко выраженная тесная положительная взаимосвязь между показателями: удой и количество молочного жира $r_g = 0,962$, удой и количество молочного белка $r_g = 0,989$, количество молочного жира и количество молочного белка $r_g = 0,959$. Слабая взаимосвязь установлена между показателями: количество молочного жира и массовая доля жира $r_g = 0,214$, количество молочного белка и массовая доля белка $r_g = 0,118$ и массовая доля жира и массовая доля белка $r_g = 0,197$.

Коэффициенты наследуемости признаков молочной продуктивности составили по удою 0,335, по молочному жиру и белку – соответственно 0,179 и 0,217. В целом все коэффициенты корреляции и наследуемости соответствуют стандартным значениям для данных признаков молочной продуктивности.

Далее мы провели оценку молочной продуктивности коров симментальской породы в общей популяции, а затем разделили ее на коров, которые на момент оценки находились в стаде, и тех, которые выбыли (таблица 2). Установлено, что в общей популяции симментальской породы лучшую продуктивность показали коровы немецко-австрийских линий на уровне 5351 кг молока с массовой долей жира 4,00 % и белка 3,19 %. У голштинских линий продуктивность была ниже на 700 кг молока ($P \leq 0,001$), по содержанию жира – на 0,08 % ($P \leq 0,001$), белка – на 0,04 % ($P \leq 0,001$), у отечественных линий показатели еще ниже: по удою – на 1468 кг ($P \leq 0,001$), по жиру – на 0,13 % ($P \leq 0,001$), белку – на 0,01 % ($P \leq 0,001$). Однако если анализировать показатели молочной продуктивности коров симментальской породы, которые находятся в стаде, то мы видим, что удой за 305 дней первой лактации у коров немецко-австрийских и голштинских линий примерно на одном уровне 5615 кг и 5584 кг молока, а вот содержание жира по-прежнему выше у немецко-австрийских линий 4,04 %, или на 0,10 % ($P \leq 0,001$).

Если сравнивать с выбывшими животными тех, кто до сих пор находится в стаде, мы установили, что наибольшее прогресса по молочной продуктивности достигли голштинские линии 1291 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,03 % жира ($P \leq 0,001$) и +0,05 % белка ($P \leq 0,001$). У отечественных линий улучшение продуктивности выявлено по удою +620 кг ($P \leq 0,001$) и содержанию белка в молоке +0,06 % ($P \leq 0,001$). У представительниц немецко-австрийских линий не столь большое повышение удоя +458 кг молока ($P \leq 0,001$), как у других линий, зато у них лучшая прибавка по содержанию жира в молоке +0,07 % ($P \leq 0,001$), при практически равном содержании белка на уровне 3,18–3,19 %.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров по первой лактации средние значения оценки племенной ценности быков (EBV) симментальской породы, принадлежащих разным генеалогическим линиям

Популяция/ линии	Абсолютные показатели по первой лактации				Оценка племенной ценности (EBV)			
	<i>n</i>	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	<i>n</i>	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Общая популяция	35 147	4 762 ± 8	3,94 ± 0,001	3,17 ± 0,001	1471	—	—	—
Голштинские линии	9 890	4 651 ± 15	3,92 ± 0,002	3,15 ± 0,002	300	+2,3	+0,001	-0,0002
Немецко-австрийские линии	15 228	5 351 ± 11	4,00 ± 0,002	3,19 ± 0,001	1027	+9,2	+0,012	-0,002
Отечественные линии	8 740	3 883 ± 11	3,87 ± 0,002	3,16 ± 0,003	144	-22,8	-0,001	-0,003
Коровы, находящиеся в стаде	10 830	5 501 ± 13	4,00 ± 0,002	3,18 ± 0,001	550	—	—	—
Голштинские линии	2 743	5 584 ± 28	3,94 ± 0,005	3,19 ± 0,002	147	+5,2	-0,004	0
Немецко-австрийские линии	6 405	5 615 ± 16	4,04 ± 0,003	3,18 ± 0,002	364	+13,9	+0,008	+0,001
Отечественные линии	882	4 436 ± 34	3,86 ± 0,007	3,21 ± 0,005	39	-12,7	+0,001	-0,001
Выбывшие животные	24 317	4 466 ± 8	3,92 ± 0,002	3,16 ± 0,001	921	—	—	—
Голштинские линии	7 147	4 293 ± 15	3,91 ± 0,003	3,13 ± 0,002	153	-0,5	+0,006	-0,001
Немецко-австрийские линии	8 823	5 157 ± 14	3,97 ± 0,003	3,19 ± 0,002	663	+6,7	+0,014	-0,003
Отечественные линии	7 858	3 816 ± 11	3,87 ± 0,002	3,15 ± 0,003	105	-26,5	-0,001	-0,003

МДЖ – массовая доля жира в молоке, %; МДБ – массовая доля белка в молоке, кг.

Table 2

Dairy productivity of cows by first lactation and averages the estimates breeding value (EBV) of bulls of Simmental breed belonging to different genealogical lines

Population/bloodline	Dairy productivity by first lactation				Estimates breeding value (EBV)			
	<i>n</i>	Yield, kg	Fat content, %	Protein content, %	<i>n</i>	Yield, kg	Fat content, %	Protein content, %
General population	35 147	4 762 ± 8	3.94 ± 0.001	3.17 ± 0.001	1471	—	—	—
Holsteins bloodline	9 890	4 651 ± 15	3.92 ± 0.002	3.15 ± 0.002	300	+2.3	+0.001	-0.0002
German-Austrian bloodline	15 228	5 351 ± 11	4.00 ± 0.002	3.19 ± 0.001	1027	+9.2	+0.012	-0.002
Russians bloodline	8 740	3 883 ± 11	3.87 ± 0.002	3.16 ± 0.003	144	-22.8	-0.001	-0.003
Cows, which were in the herd at the time of research	10 830	5 501 ± 13	4.00 ± 0.002	3.18 ± 0.001	550	—	—	—
Holsteins bloodline	2 743	5 584 ± 28	3.94 ± 0.005	3.19 ± 0.002	147	+5.2	-0.004	0
German-Austrian bloodline	6 405	5 615 ± 16	4.04 ± 0.003	3.18 ± 0.002	364	+13.9	+0.008	+0.001
Russians bloodline	882	4 436 ± 34	3.86 ± 0.007	3.21 ± 0.005	39	-12.7	+0.001	-0.001
Cows, which left the herd before of research	24 317	4 466 ± 8	3.92 ± 0.002	3.16 ± 0.001	921	—	—	—
Holsteins bloodline	7 147	4 293 ± 15	3.91 ± 0.003	3.13 ± 0.002	153	-0.5	+0.006	-0.001
German-Austrian bloodline	8 823	5 157 ± 14	3.97 ± 0.003	3.19 ± 0.002	663	+6.7	+0.014	-0.003
Russians bloodline	7 858	3 816 ± 11	3.87 ± 0.002	3.15 ± 0.003	105	-26.5	-0.001	-0.003

Также был рассчитан прогноз племенной ценности (EBV) быков-производителей симментальской породы, принадлежащих разным генеалогическим линиям с использованием методологии наилучшего линейного несмещенного прогноза (BLUP). В результате установлено, что в общей популяции лучшие средние оценки племенной ценности у представителей немецко-австрийских линий по удою +9,2 кг и массовой доли жира +0,012 %, отрицательные значения получены для отечественных линий – 22,8 кг, голштинские линии заняли промежуточное положение среди всех линий +2,3 кг. Результаты прогноза племенной ценности среди животных, находящихся в стаде имели те же тенденции, что и в общей базе. Еще больше

повысились средние оценки племенной ценности у представителей немецко-австрийских линий, они составили по удою +13,9 кг молока и +0,008 % по массовой доле жира в молоке, оценки голштинских линий также показали промежуточные значения по удою +5,2 кг, у отечественных линий они также имеют отрицательное значение –12,7 кг, однако отставание от других линий немного сократилось. Самые невысокие средние результаты прогноза племенной ценности у выбывших животных, с положительными значениями по удою у немецко-австрийских линий +6,7, у голштинских и отечественных линий они имели отрицательные значения –0,5 кг и –26,5 кг, соответственно.

Таблица 3
Молочная продуктивность коров по первой лактации и средние значения оценки племенной ценности (EBV) быков симментальской породы разной селекции (происхождения)

Показатель	Голштинские линии		Немецко-австрийские линии		Отечественные линии	Голштинские линии		Немецко-австрийские линии		Отечественные линии
	ЗП	РП	ЗП	РП		ЗП	РП	ЗП	РП	
Коровы, находящиеся в стаде										
Поголовье коров, гол.	746	1 997	5 185	1 220	882	1 237	5 910	7 950	873	7 858
Удой, кг	6 096 ± 57	5 393 ± 35	5 763 ± 18	5 077 ± 27	4 469 ± 34	4 886 ± 55	4 277 ± 17	5 210 ± 15	4 659 ± 36	3 816 ± 11
С _в , %	21,9	27,6	22,1	19,0	22,4	30,4	28,2	25,2	23,0	24,8
МДЖ, %	3,96 ± 0,010	3,93 ± 0,007	4,04 ± 0,003	4,02 ± 0,007	3,87 ± 0,007	3,89 ± 0,006	3,93 ± 0,003	3,98 ± 0,003	3,92 ± 0,008	3,87 ± 0,002
С _в , %	6,0	7,1	5,3	6,2	5,1	4,4	6,1	7,6	4,9	5,0
МДБ, %	3,23 ± 0,004	3,17 ± 0,004	3,19 ± 0,002	3,14 ± 0,003	3,20 ± 0,005	3,25 ± 0,004	3,11 ± 0,003	3,19 ± 0,002	3,18 ± 0,004	3,15 ± 0,003
С _в , %	3,1	4,3	3,4	3,1	4,3	2,9	4,1	5,4	2,7	4,9
КЖБ, кг	439,3 ± 4,3	339,3 ± 2,9	415,1 ± 1,4	362,7 ± 2,1	313,1 ± 2,5	306,4 ± 5,2	254,8 ± 1,6	366,0 ± 1,2	311,6 ± 3,2	189,8 ± 1,0
С _в , %	22,9	36,5	23,7	19,9	23,8	45,9	45,3	29,4	30,2	45,6
Оценка племенной ценности (EBV)										
Поголовье оцененных быков, гол.	41	106	325	39	39	43	110	639	24	105
Удой, кг	+33,3	-5,6	+15,2	+2,7	-12,7	+13,2	-5,9	+7,1	-3,9	-26,5
МДЖ, %	-0,005	-0,003	+0,009	+0,002	+0,001	+0,008	+0,005	+0,015	+0,001	-0,001
МДБ, %	+0,001	0	+0,001	0	-0,001	0	-0,001	-0,003	-0,001	-0,003
МДЖ – массовая доля жира в молоке, %; МДБ – массовая доля белка в молоке, кг; КЖБ – суммарное количество жира и белка в молоке, кг; ЗП – зарубежное происхождение; РП – российское происхождение.										

Table 3
Dairy productivity of cows by first lactation and averages the estimates breeding value (EBV) of bulls of Simmental breed belonging to different selection (origin)

Indicators	Holsteins bloodline		German-Austrian bloodline		Russians bloodline	Holsteins bloodline		German-Austrian bloodline		Russians bloodline
	Foreign origin	Russian origin	Foreign origin	Russian origin		Foreign origin	Russian origin	Foreign origin	Russian origin	
Cows, which were in the herd at the time of research										
Numbers of cows, heads	746	1 997	5 185	1 220	882	1 237	5 910	7 950	873	7 858
Yield, kg	6 096 ± 57	5 393 ± 35	5 763 ± 18	5 077 ± 27	4 469 ± 34	4 886 ± 55	4 277 ± 17	5 210 ± 15	4 659 ± 36	3 816 ± 11
Cv, %	21.9	27.6	22.1	19.0	22.4	30.4	28.2	25.2	23.0	24.8
Fat content, %	3.96 ± 0.010	3.93 ± 0.007	4.04 ± 0.003	4.02 ± 0.007	3.87 ± 0.007	3.89 ± 0.006	3.93 ± 0.003	3.98 ± 0.003	3.92 ± 0.008	3.87 ± 0.002
Cv, %	6.0	7.1	5.3	6.2	5.1	4.4	6.1	7.6	4.9	5.0
Protein content, %	3.23 ± 0.004	3.17 ± 0.004	3.19 ± 0.002	3.14 ± 0.003	3.20 ± 0.005	3.25 ± 0.004	3.11 ± 0.003	3.19 ± 0.002	3.18 ± 0.004	3.15 ± 0.003
Cv, %	3.1	4.3	3.4	3.1	4.3	2.9	4.1	5.4	2.7	4.9
Milk fat and protein, kg	439.3 ± 4.3	339.3 ± 2.9	415.1 ± 1.4	362.7 ± 2.1	313.1 ± 2.5	306.4 ± 5.2	254.8 ± 1.6	366.0 ± 1.2	311.6 ± 3.2	189.8 ± 1.0
Cv, %	22.9	36.5	23.7	19.9	23.8	45.9	45.3	29.4	30.2	45.6
Estimates breeding value (EBV)										
Numbers of bulls, heads	41	106	325	39	39	43	110	639	24	105
Yield, kg	+33.3	-5.6	+15.2	+2.7	-12.7	+13.2	-5.9	+7.1	-3.9	-26.5
Fat content, %	-0.005	-0.003	+0.009	+0.002	+0.001	+0.008	+0.005	+0.015	+0.001	-0.001
Protein content, %	+0.001	0	+0.001	0	-0.001	0	-0.001	-0.003	-0.001	-0.003

В целом можно заметить, что идет повышение племенной ценности у животных, которые на момент анализа находились в стаде, в сравнении с выбывшими из стада, что говорит об эффективности селекционно-племенной работы, проводимой в популяции палево-пестрого скота России.

От импортированных животных было получено следующее поколение бычков, их выращивали и оценивали на территории Российской Федерации, затем они введены в систему искусственного осеменения, для использования на коровах симментальской породы отечественной селекции. На основании этого нами была проведена более детальная оценка молочной продуктивности первотелок зарубежных линий как российского (РП), так и зарубежного происхождения (ЗП) в сравнении с коровами отечественных линий (таблица 3).

Анализ показал, что у первотелок, которые на момент исследований находились в стаде, лучшие показатели по молочной продуктивности выявлены у представительниц зарубежного происхождения, как голштинских (6096 кг молока с содержанием жира 3,96 % и белка 3,23 %), так и немецко-австрийских линий (удой – 5763 кг, жир – 4,04 %, белок – 3,19 %). Здесь же мы видим, что и прогноз племенной ценности по удою у них самый высокий +33,3 кг и +15,2 кг в сравнении с другими линиями.

Отечественные линии показали невысокие значения как по молочной продуктивности среди всех оцененных животных (4469 кг молока с 3,87 % жира и 3,20 % белка), так и по оценке племенной ценности –12,7 кг. Также стоит отметить, что первотелки российского происхождения зарубежных линий превосходили сверстниц отечественных линий симментальской породы по молочной продуктивности на +608 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,15 % жира ($P \leq 0,001$) и –0,06 % белка ($P \leq 0,001$) (немецко-австрийские линии) и +924 кг ($P \leq 0,001$), +0,06 % жира ($P \leq 0,001$) и –0,03 % (голландские линии) ($P \leq 0,001$). Результаты прогноза племенной ценности у них также оказались выше, чем у отечественных линий от –5,6 кг молока у голштинских линий до +2,7 кг у немецко-австрийских. Прогноз племенной ценности по массовой доле жира также был лучшим у коров немецко-австрийских линий, как зарубежного (+0,009 %), так и российского происхождения (+0,002 %).

Если анализировать молочную продуктивность первотелок, выбывших из стада, лучшие показатели у представительниц зарубежного происхождения. Несмотря на то, что продуктивность у немецко-австрийских линий была выше (5210 кг молока с содержанием жира 3,98 % и белка 3,19 %), чем у голштинских (4886 кг, жир 3,89 %, белок 3,25 %), средние результаты прогноза племенной ценности оказались выше у голштинов +13,2 кг против +7,2 кг у немецко-австрийских.

Первотелки российского происхождения зарубежных линий значительно превосходили сверстниц отечествен-

ных линий симментальской породы по молочной продуктивности на +843 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,11 % жира ($P \leq 0,001$) и +0,03 % белка ($P \leq 0,001$) (немецко-австрийские линии) и +461 кг молока ($P \leq 0,001$), +0,06 % жира ($P \leq 0,001$) и –0,04 % белка ($P \leq 0,001$) (голландские линии). Прогноз племенной ценности у зарубежных линий российского происхождения, хоть и имел отрицательные значения (–5,9 кг у голштинских и –3,9 кг у немецко-австрийских линий), но был значительно выше, чем у отечественных линий (–26,5 кг).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Использование быков импортной селекции на маточном поголовье симментальской породы РФ оправдано, поскольку показатели молочной продуктивности их дочерей выше, чем у сверстниц российской селекции, в большей степени у представительниц зарубежного происхождения: голштинских линий по удою +1627 кг, жиру + 0,09 %, белку +0,003 % и немецко-австрийских – по удою +1294 кг, по жиру +0,17 %, белку –0,01 %; и в меньшей степени у первотелок российского происхождения: голштинских линий по удою +924 кг, жиру +0,06 % и белку –0,003 % и немецко-австрийских – по удою +608 кг, по жиру +0,15 % и белку –0,06 %. Прогноз племенной ценности также лучший у представительниц зарубежных линий как импортного (+33,3 кг у голштинских линий и +15,2 кг у немецко-австрийских), так и российского происхождения (от –5,6 кг у голштинских линий до +2,7 у немецко-австрийских), в сравнении с отечественными первотелками, где он составил –12,7 кг.

В целом стоит отметить, что снижение продуктивности российских потомков в сравнении с импортными предками указывает на необходимость ведения направленной селекции на улучшение этого показателя. Умелое использование импортного генофонда симментальской породы позволит исправить те или иные недостатки и развить необходимые продуктивные признаки скота симментальской породы.

Полученные результаты еще раз подтверждают, что если в селекционной работе с симментальской породой РФ использовать быков-производителей российского происхождения, но зарубежных линий, то также можно достичь высоких показателей молочной продуктивности скота, для дальнейшего совершенствования отечественных симменталов, что в перспективе позволит снизить долю импортных племенных ресурсов и не позволит потерять уникальный генофонд палево-пестрого скота России.

Благодарности (Acknowledgements)

Выражаем признательность в предоставлении данных специалистам РИСЦ Воронежской и Орловской областей, Алтайского края. Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России АААА-А18-118021590134-3.

Библиографический список

1. Ежегодник по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации. М.: ФГБНУ ВНИИ-Иплем, 2019. 272 с.
2. Сермягин А. А., Игнатъева Л. П., Шеметюк С. А., Харитонов С. Н., Селкнер И., Зиновьева Н. А. Генетическая ценность симментальских быков-производителей зарубежной селекции при переоценке на базе племенных ресурсов России // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 7. С. 13–18.

3. Шаркаева Г. А., Шаркаев В. И., Жилкина А. И. Импортное племенное поголовье на территории Российской Федерации // Молочная промышленность. 2016. № 8. С. 68–69.
4. Игнатьева Л. П., Сермягин А. А. Характеристика современной популяции крупного рогатого скота симментальской породы России с учетом генеалогической принадлежности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4. С. 67–72.
5. Конорев П. В., Громова Т. В. Молочная продуктивность симментальских коров разного типа телосложения, полученных от бычков отечественной и зарубежной селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 3. С. 93–98.
6. Вельматов А. А., Ломанов В. Н., Тишкина Т. Н., Вельматов А. П., Ерофеев В. И. Реализация потенциала молочной продуктивности красно-пестрого и симментальского скота австрийской селекции разных генотипов // Главный зоотехник. 2015. № 5-6. С. 3–10.
7. Анисимова Е. И. Оценка быков-производителей основных линий симментальского скота по продуктивности дочерей // Аграрный вестник Урала. 2019. № 3. С. 22–27. DOI: 10.3241/article_5ce3fa1bbc4376.84350350.
8. Шкуратова Г. М., Хамируев Т. Н. Продуктивные качества первотелок симментальской породы разной селекции в условиях резко континентального климата // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 8. С. 15–21.
9. Кузнецов В. М. Исторические тренды в молочном скотоводстве России и США // Биология в сельском хозяйстве. 2015. № 2. С. 2–42.
10. Кузнецов В. М. Компьютерное моделирование воспроизводства закрытого молочного стада // Аграрный вестник Юго-Востока. 2018. № 1. С. 16–22.
11. Племяшов К. В., Лабинов В. В., Сакса Е. И., Смарагдов М. Г., Кудинов А. А., Петрова А. В. Использование метода BLUP Animal model в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 1. С. 2–5.
12. Sermyagin A., Dotsev A., Ignatieva L., Fornara M., Kostyunina O., Reyer H., Wimmers K., Brem G., Zinovieva N. Population structure of the Simmental cattle of different origin bred in Russia revealed by whole-genome SNP scanning // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Iss. suppl_3, 7December2018. P. 138. DOI: 10.1093/jas/sky404.302.
13. Mészáros G., Fornara M., Reyer H., Wimmers K., Sölkner J., Brem G., Sermyagin A., Zinovieva N. Elevated haplotypes frequencies reveal similarities for selection signatures in Western and Russian Simmental populations // Journal of Central European Agriculture. 2019. No. 20 (1). Pp. 1–11. DOI: 10.5513/jcea01/20.1.2412.
14. Wu X., Lund M. S., Sahana G., Guldbrandtsen B., Sun D., Zhang Q., Su G. Association analysis for udder health based on SNP-Panel and sequence data in Danish Holsteins. Genetics Selection Evolution. 2015. No. 47 (50). DOI: 10.1186/s12711-015-0129-1.
15. Schaeffer L. History of Genetic Evaluation Methods in Dairy Cattle. 2013. 352 p.
16. Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D. H. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. Montpellier, Communication. 2002. No. 28–27. Pp. 21–22.

Об авторах:

Лариса Павловна Игнатьева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-2625-6912, AuthorID 330584; ignatieva-lp@mail.ru

Александр Федорович Конте¹, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Александр Александрович Сермягин¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель отдела популяционной генетики и генетических основ разведения животных, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; popgen@vij.ru

¹ Федеральный научный центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Дубровицы, Россия

To the question of evaluating the efficiency of linear breeding in Simmental cattle breed different origin

L. P. Ignatieva^{1✉}, A. F. Conte¹, A. A. Sermyagin¹

¹ Federal Scientific Center for Livestock – All-Russian Research Institute of Livestock named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia

✉E-mail: ignatieva-lp@mail.ru

Abstract. The purpose of the research – to study the impact of related foreign pedigree resources on the Russian population of Simmental cattle. **Research methods.** Studies carried out on cows of Simmental breed of different linear origin and geno-

types in five regions of Russian Federation: Voronezh, Oryol, Kursk, Belgorod regions and Altayskiy krai, the total number was 35147 cows. EBV estimates were calculated through RENUMF 90, REMLF 90 and BLUPF 90 programs. Evaluation of the components of the variants of genetic and paratypical nature was carried out using the method restricted maximum likelihood – REML. **Results.** It is established that the largest share for animals foreign origin are 60.7 %, including German-Austrian bloodlines 46.6 % and Holsteins – 14.1 %. 39.3 % of animals are the Russian origin, which 13.5 % representatives of German-Austrian bloodlines, 17.8 % are Holsteins and 8.0 % are from domestic (Russian) bloodlines. In the general population of Simmental breed, the best productivity was shown by cows of German-Austrian bloodlines at the level of 5351 kg of milk with fat percentage 4.00 % and protein percentage 3.19 %. Representatives of German-Austrian bloodlines origin for milk yield showed the estimated breeding value (EBV) for Simmental bulls in the common population by +9.2 kg and fat percentage by +0.012 %. The negative EBV values were obtained for Russian bloodlines by –22.8 kg, and Holstein bloodlines took an intermediate position among all lines (+2.3 kg). The first calving cows, which were in the herd at the time of research, the best milk production traits were found in individuals of foreign origin, both for Holstein (6096 kg of milk with a fat content of 3.96 % and protein 3.23 %), and German-Austrian bloodlines (milk yield 5763 kg, fat 4.04 % and protein 3.19 %), with high estimates of breeding value for milk yield +33.3 kg and +15.2 kg, respectively. Low values of milk productivity among all evaluated animals were observed for animals of Russian bloodlines by 4469 kg milk 3.87 % fat and 3.20 % protein in milk. The first calving cows of Russian origin in foreign bloodlines origin exceeded their peers in Russian Simmental bloodlines in milk production by +608 kg of milk and +0.15 % fat (signed to German-Austrian bloodlines) and +924 kg and +0.06 % fat (signed to Holstein bloodlines). The average values of EBV in these lines, although had low values by –5.6 kg milk for Holstein and by +2.7 kg milk for German-Austrian bloodlines, but was significantly higher than for Russian lines by –12.7 kg milk. **Scientific novelty.** For the first time, scientific research aimed at improving the system of prediction to breeding abilities of bulls on dairy productivity of daughters based on optimization structure of equations of the mixed model (BLUP, the best linear unbiased prediction) has been carried out for the population Simmental cattle of Russian Federation.

Keywords: sire, Simmental breed, genealogical bloodlines, milk production, breeding value, BLUP.

References

1. Ezhegodnik po plemennoy rabote v molochnom skotovodstve v khozyaystvakh Rossiyskoy Federatsii [Yearbook on Stock breeding in Dairy Cattle in Farms of the Russian Federation]. M.: FGBNU VNIIPlem, 2019. 272 p. (In Russian.)
2. Sermyagin A. A., Ignatieva L. P., Shemetyuk S. A., Kharitonov S. N., Selkner I., Zinovieva N. A. Geneticheskaya tsennost' simmental'skikh bykov-proizvoditeley zarubezhnoy selektsii pri pereotsenke na baze plemennykh resursov Rossii [Genetic value for Simmental sires of foreign origin in the case of re-estimation procedure using cattle breeding resources in Russia] // Dairy and Beef Cattle Farming. No. 7. 2019. Pp. 13–18. (In Russian.)
3. Sharkaeva G. A., Sharkaev V. I., Zhilkina A. I. Importnoe plemennoe pogolov'e na territorii Rossiyskoy Federatsii [Imported pedigree stock in the Russian Federation] // Molochnaya promyshlennost'. 2016. No. 8. Pp. 68–69. (In Russian.)
4. Ignatieva L. P., Sermyagin A. A. Kharakteristika sovremennoy populyatsii krupnogo rogatogo skota simmental'skoy porody Rossii s uchetom genealogicheskoy prinadlezhnosti [Characteristics of modern population of the Simmental cattle in Russia with consideration to genealogical affiliation] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2019. No. 4. Pp. 67–72. (In Russian.)
5. Konorev P.V., Gromova T.V. Molochnaya produktivnost' simmental'skikh korov raznogo tipa teloslozheniya, poluchennykh ot bychkov otechestvennoy i zarubezhnoy selektsii [Milk production of Simmental cows of different body conformation types obtained from bulls of domestic and foreign breeding] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2018. No. 3. Pp. 93–98. (In Russian.)
6. Vel'matov A. A., Lomanov V. N., Tishkina T. N., Vel'matov A. P., Erofeev V. I. Realizatsiya potentsiala molochnoy produktivnosti krasno-pestrogo i simmental'skogo skota avstriyskoy selektsii raznykh genotipov [Realizing of the potential of milk productivity of red and white and simmental cattle of austrian selection of different genotypes] // Glavnyy zootekhnik. No. 5-6. 2015. Pp. 3–10. (In Russian.)
7. Anisimova E. I. Otsenka bykov-proizvoditeley osnovnykh liniy simmental'skogo skota po produktivnosti docherey [Bulls-manufacturers assessment of the Simmental cattle main lines on daughters productivity] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 3. Pp. 22–27. DOI: 10.3241/article_5ce3fa1bbc4376.84350350. (In Russian.)
8. Shkuratova G. M., Khamiruev T. N. Produktivnye kachestva pervotelok simmental'skoy porody raznoy selektsii v usloviyakh rezko kontinental'nogo klimata [Productive qualities of the first-calf heifer of Simmental breed of different selection in conditions of sharp-continental climate] // Dairy and Beef Cattle Farming. 2016. No. 8. Pp. 15–21. (In Russian.)
9. Kuznetsov V. M. Istoricheskie trendy v molochnom skotovodstve Rossii i SShA [Historical trends in dairy cattle breeding in Russia and USA] // Biologiya v sel'skom khozyaystve. 2015. No. 2. Pp. 2–42. (In Russian.)
10. Kuznetsov V.M. Komp'yuternoe modelirovanie vosproizvodstva zakrytogomolochnogo stada [Computer simulation to reproduction of closed dairy herd] // Agrarny Vestnik Yugo-Vostoka. 2018. No. 1. Pp. 16–22. (In Russian.)
11. Plemyashov K. V., Labinov V. V., Saksa E. I., Smaragdov M. G., Kudinov A. A., Petrova A. V. Ispol'zovanie metoda BLUP Animal model v opredelenii plemennoy tsennosti golshthinizirovannogo skota Leningradskoy oblasti [Trial using of BLUP Animal Model approach in livestock of Leningrad Region] // Dairy and Beef Cattle Farming. 2016. No. 1. Pp. 2–5. (In Russian.)

12. Sermyagin A., Dotsev A., Ignatieva L., Fornara M., Kostyunina O., Reyer H., Wimmers K., Brem G., Zinovieva N. Population structure of the Simmental cattle of different origin bred in Russia revealed by whole-genome SNP scanning // Journal of Animal Science. 2018. Vol. 96. Iss. suppl_3, 7Desember2018. P. 138. DOI: 10.1093/jas/sky404.302.
13. Mészáros G., Fornara M., Reyer H., Wimmers K., Sölkner J., Brem G., Sermyagin A., Zinovieva N. Elevated haplotypes frequencies reveal similarities for selection signatures in Western and Russian Simmental populations // Journal of Central European Agriculture. 2019. No. 20 (1). Pp. 1–11. DOI: 10.5513/jcea01/20.1.2412.
14. Wu X., Lund M. S., Sahana G., Guldbrandtsen B., Sun D., Zhang Q., Su G. Association analysis for udder health based on SNP-Panel and sequence data in Danish Holsteins. Genetics Selection Evolution. 2015. No. 47 (50). DOI: 10.1186/s12711-015-0129-1.
15. Schaeffer L. History of Genetic Evaluation Methods in Dairy Cattle. 2013. 352 p.
16. Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D. H. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th world congress on genetics applied to livestock production. Montpellier, Communication. 2002. No. 28–27. Pp. 21–22.

Authors' information:

Larisa P. Ignatieva¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of population genetics and animal breeding department; ORCID 0000-0003-2625-6912, AuthorID 330584; ignatieva-lp@mail.ru

Aleksandr F. Conte¹, candidate of agricultural sciences, scientific researcher of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0003-4877-0883, AuthorID 849809; alexandrconte@yandex.ru

Aleksandr A. Sermyagin¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher, head of population genetics and animal breeding department, ORCID 0000-0002-1799-6014, AuthorID 592166; popgen@vij.ru

¹ Federal Scientific Center for Livestock – All-Russian Research Institute of Livestock named after academician L. K. Ernst, Dubrovitsy, Russia

Использование микроспектрального анализа для оценки морфофункционального статуса иммунокомпетентных клеток при ретровирусных заболеваниях крупного рогатого скота

А. В. Красников¹, Д. А. Артемьев², Е. С. Красникова^{1✉}, С. В. Козлов²

¹ Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

² Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

✉ E-mail: krasnikovaes77@yandex.ru

Аннотация. Микроспектральный анализ является высокоинформативным способом оценки морфофункционального состояния клеток, в том числе иммунокомпетентных. **Целью** исследования явилось использование его для изучения лимфоцитов крупного рогатого скота при энзоотическом лейкозе и вирусном иммунодефиците, что имеет значение для лабораторной диагностики и дифференциальной диагностики болезней, а также для оценки состояния гомеостаза организма животного и составления прогноза заболевания. Лейкоз и иммунодефицит относят к гематопатологическим процессам. Поэтому в качестве **компаративного метода** мы использовали гематологический метод исследования. Спектральный анализ окрашенных набором Лейкодиф 200 агранулоцитов осуществляли с помощью универсального цветоанализатора микроскопа-спектрофотометра ЛОМО МСФУ-К. Регистрировали величину интенсивности поглощения светового пучка в области спектра от 300 до 700 нм. **Результаты** микроспектрального анализа показали, что для лимфоцитов коров с сочетанной патологией (*BLV/BIV*) значения поглощения в спектре эозина У и азур II составили $351,2 \pm 17,6$ и $751,4 \pm 37,6$ counts соответственно. Для животных с *BLV*- и *BIV*-моноинфекцией эти показатели составили $253,3 \pm 12,7$; $383,3 \pm 19,2$ и $371,5 \pm 18,5$; $500,2 \pm 24,9$ counts. В то время как у интактных коров данные показатели регистрировались на уровне $210,3 \pm 10,5$ и $173,6 \pm 8,6$ counts. У интактных животных соотношение кислотных и основных компонентов в клетке было равномерно пропорциональным, то есть коэффициент соотношения составил $0,83 \pm 0,04$. Для *BIV*-, *BLV*- и *BLV/BIV*-инфицированных животных этот коэффициент в среднем составил $1,34 \pm 0,06$; $1,51 \pm 0,08$ и $2,13 \pm 0,11$, то есть оказался в 1,6; 1,8 и 2,6 раза выше, чем у интактных, что может являться индикатором метаболического ацидоза в клетке. **Научная новизна** заключается в том, что впервые выявленные нами методом микроспектрального анализа изменения, свидетельствующие об изменении гомеостаза организма инфицированных животных на уровне клетки, коррелировали с результатами гематологических исследований, обнаруживших признаками гипоксии и воспаления.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, лимфоциты, спектрофотометрия, микроскопия, лейкопения, иммунодефицит, гомеостаз.

Для цитирования: Красников А. В., Артемьев Д. А., Красникова Е. С., Козлов С. В. Использование микроспектрального анализа для оценки морфофункционального статуса иммунокомпетентных клеток при ретровирусных заболеваниях крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 58–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-58-65.

Дата поступления статьи: 24.12.2019.

Постановка проблемы (Introduction)

Проблема энзоотического лейкоза крупного рогатого скота (ЭЛ КРС) с момента выделения заболевания в самостоятельную нозологическую единицу является одной из первостепенных для сельского хозяйства. Выявление еще одного ретровирусного заболевания – вирусного иммунодефицита крупного рогатого скота (ИД КРС) – стало важным открытием в области ветеринарной нозологии. По мнению ряда отечественных и зарубежных исследователей, ввиду тесного филогенетического родства ретровирусов крупного рогатого скота между собой и с возбудителями Т-клеточного лейкоза и вирусного имму-

нодефицита человека проблема имеет общебиологическое и медицинское значение [1, с. 26], [2, с. 159], [3, с. 102, 105], [4], [5], [6, с. 117]. Так, по данным [10], ДНК провируса лейкоза крупного рогатого скота (*BLV*) с помощью ПЦР и секвенирования была обнаружена в лейкоцитарных клетках крови у 38 % исследованных людей. Антитела IgG были обнаружены у 32 %, IgM – у 58 %, IgA – у 32 % субъектов [5]. В научных трудах Martinez Cuesta L et al. (2018) обсуждается проблема вероятности развития злокачественных новообразований у людей, в организме которых обнаружен *BLV* [3].

Ряд авторов рассматривает данный агент как фактор, потенциально предрасполагающий к раку молочной железы у женщин [7], [8], [9, с. 1348], [10]. Важным аспектом является и тот факт, что ЭЛ и ВИ КРС можно рассматривать как «заболевания-спутники» [2, с. 165, 166]. По мнению D. Abdessemed et al. (2018), инфицирование крупного рогатого скота вирусом иммунодефицита (*BIV*) повышает риск заражения животных *BLV*, то есть высокая вероятность микст-инфекции [6, с. 121, 122].

Согласно наиболее приемлемой в настоящее время теории, ретровирусы, используя различные механизмы воздействия на клеточный метаболизм, активируют пролиферацию инфицированных клеток, провоцируя при этом нестабильность генома и соматические изменения в клетках-носителях [4]. Данная стратегия позволяет возбудителям осуществлять ретровирусную экспансию по двум направлениям: следствием пролиферации является «клонирование» ДНК провируса. Кроме того, репликация инфекционных РНК-содержащих вирусных частиц наиболее интенсивно происходит в активно размножающихся клетках, нежели в покоящихся. Повышенная экспрессия мРНК в инфицированных лимфоцитах сопровождается значительными изменениями в продукции цитокинов и экспрессии антигенов иммунными клетками [11, с. 104–106]. При этом установлено, что клетки животных с высоким индексом поликлональной пролиферации обладают повышенной жизнеспособностью [12, с. 43].

Стратегия ретровирусов в зараженной клетке в настоящее время является объектом пристального внимания исследователей во всем мире. Одни вирусные белки демонстрируют диффузное цитоплазматическое распределение, другие локализуются в ядрышках [13, с. 159]. Вопрос перераспределения продуктов биосинтеза в инфицированных ретровирусами клетках является актуальным научным аспектом ветеринарной и гуманной медицины, он важен для развития современных подходов к диагностике, дифференциальной диагностике и составлению прогнозов при гематопатологических процессах.

Известно, что инфицированные ретровирусами клетки животных, так же как злокачественно-трансформированные, приобретают отличные от здоровых биофизические и морфофункциональные свойства [14], [15]. В настоящее время исследования морфофункционального состояния клеток периферической крови, в частности лейкоцитов, проводятся при различных инфекционных заболеваниях [16], [17], [18]. Это обусловлено как минимум двумя факторами. Во-первых, белые клетки крови являются ключевым звеном эффекторно-аффлекторных механизмов в кинетике иммунного ответа [11, с. 105, 106], [14]. А во-вторых, для ретровирусов, в частности группы лентивирусов, к которым относится возбудитель ВИ КРС, характерным является феномен антителозависимого усиления инфекции, обусловленный образованием комплекса рецептора возбудителя с Fc-фрагментом на поверхности фагоцитирующих клеток, результатом чего является размножение микроорганизма в фагоцитах [19, с. 80].

Перспективным для решения данной задачи является люминесцентно-микроскопический метод исследования. Данный метод основан на поглощении монохроматического

физического излучения, т. е. излучения с одной длинной волны в видимом и ультрафиолетовых областях спектра. В частности, с помощью данного метода исследования установлена закономерность конформационных изменений в структуре гемоглобина при лейкозе крупного рогатого скота [20, с. 236]. Способность регистрировать с помощью данного метода ранние биохимические и морфофункциональные сдвиги (фотохимические изменения), развивающиеся в клеточных структурах до возникновения клинической и патоморфологической картины, определенно является приоритетом для дифференциальной диагностики заболеваний на ранних этапах их развития.

Цель данного исследования – сравнительная оценка морфофункционального состояния агранулоцитов *BLV*-, *BIV*- и *BLV/BIV*-инфицированных и интактных животных с помощью микроспектрального анализа.

Для достижения указанной цели были определены следующие **задачи**:

1. Осуществить общий анализ крови интактного и инфицированного крупного рогатого скота.
2. Выделить фракцию лимфоцитов периферической крови от *BLV*-, *BIV*-, *BLV/BIV*-инфицированного и интактного крупного рогатого скота.
3. Выполнить спектрофотометрический анализ выделенных клеточных субпопуляций агранулоцитов.
4. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на базе межкафедральной научно-исследовательской лаборатории «ГЕНОМ» и ЦКП «Молекулярная биология» Саратовского ГАУ.

Материал: периферическая кровь крупного рогатого скота из КХ «Заря» Тамалинского района Пензенской области.

Объект исследования: агранулоциты (лимфоциты) интактного ($n = 30$), *BLV*-инфицированного ($n = 30$), *BIV*-инфицированного ($n = 30$), *BLV/BIV*-инфицированного крупного рогатого скота ($n = 30$).

Методы исследования. Аспирация крови была произведена из подхвостовой вены (*V. caudalis*) вакуумной системой в пробирки с антикоагулянтом КЗ ЭДТА Пробирки транспортировали в лабораторию при температуре $+4...+8$ °C.

Диагноз «*BLV*- и/или *BIV*-инфекция» основывался на данных госветслужбы и лабораторных исследованиях с использованием ПЦР набора «ЛЕЙКОЗ» (InterLabServis, Россия) и собственных разработок (патент № 2615465) на оборудовании BioRad T100 и Gel Doc XR (USA).

Исследование общего анализа крови было выполнено на автоматическом гематологическом анализаторе MicroCC 20 Vet (HTI, USA).

Выделение рабочей фракции агранулоцитов периферической крови выполняли по следующей схеме:

1. Наслоение 2–3 мл периферической крови на градиент плотности фиколл-урографин ($1,077$ г/см³) в соотношении 1:1.
2. Центрифугирование при 3000 об/мин в течение 30 минут для разделения фракций форменных элементов в градиенте плотности.

Таблица

Данные ОАК интактных и инфицированных ретровирусами животных, ($M \pm m$)

Показатели	Интактные животные ($n = 30$)	BLV-инфицированные ($n = 30$)	BIV-инфицированные ($n = 30$)	BLV/BIV-инфицированные ($n = 30$)	Референсные значения
Гемоглобин, г/л	110,51 $\pm$ 5,52	92,21 $\pm$ 4,37*	96,71 $\pm$ 4,82*	83,01 $\pm$ 4,17*	90–120
Гематокрит, %	42,53 $\pm$ 4,31	35,36 $\pm$ 3,72*	38,86 $\pm$ 3,95*	31,86 $\pm$ 3,12*	35–45
СОЭ, мм/ч	5,31 $\pm$ 0,51	14,4 $\pm$ 1,41*	15,82 $\pm$ 1,61*	13,0 $\pm$ 1,11*	0–15
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,54 $\pm$ 0,51	5,35 $\pm$ 0,81*	5,83 $\pm$ 0,91*	4,85 $\pm$ 0,51*	5–7,5
Тромбоциты, $10^9/л$	380,66 $\pm$ 36,52	635,34 $\pm$ 53,51*	698,34 $\pm$ 57,51*	571,84 $\pm$ 49,51*	260–700
Лейкоциты, $10^9/л$	11,50 $\pm$ 1,50	19,52 $\pm$ 1,76*	25,58 $\pm$ 1,93*	23,06 $\pm$ 1,56*	4,5–12
Эозинофилы, $10^9/л$	0,10 $\pm$ 0,01	0,80 $\pm$ 0,09*	0,90 $\pm$ 0,09*	0,70 $\pm$ 0,10*	0–2
Базофилы, $10^9/л$	0,10 $\pm$ 0,01	1,24 $\pm$ 0,41*	1,54 $\pm$ 0,31*	1,12 $\pm$ 0,21*	0–2
Юные нейтрофилы, $10^9/л$	0,0 $\pm$ 0,0	1,41 $\pm$ 0,32*	1,91 $\pm$ 0,41*	1,71 $\pm$ 0,22*	0–1
Палочкоядерные нейтрофилы, $10^9/л$	0,40 $\pm$ 0,01	1,23 $\pm$ 0,41*	2,23 $\pm$ 0,47*	1,53 $\pm$ 0,35*	2–5
Сегментоядерные нейтрофилы, $10^9/л$	3,71 $\pm$ 0,32	5,54 $\pm$ 0,62*	6,54 $\pm$ 0,52*	7,54 $\pm$ 0,42*	5–25
Моноциты, $10^9/л$	2,00 $\pm$ 0,30	1,33 $\pm$ 0,21*	2,33 $\pm$ 0,11*	1,35 $\pm$ 0,11*	2–5
Лимфоциты, $10^9/л$	5,27 $\pm$ 0,52	8,13 $\pm$ 0,89*	10,13 $\pm$ 1,12*	9,11 $\pm$ 0,99*	5–9

Примечание: * Различия статистически достоверно между опытной и контрольной группами ($P \leq 0,05$ при t критическом 2,10).

Table

The data of clinical blood analysis of intact and retrovirus-infected animals, ($M \pm m$)

Indicators	Intact animals ($n = 30$)	BLV-infected ($n = 30$)	BIV-infected ($n = 30$)	BLV/BIV-infected ($n = 30$)	Reference values
HGB, g/L	110.51 $\pm$ 5.52	92.21 $\pm$ 4.37*	96.71 $\pm$ 4.82*	83.01 $\pm$ 4.17*	90–120
HCT, %	42.53 $\pm$ 4.31	35.36 $\pm$ 3.72*	38.86 $\pm$ 3.95*	31.86 $\pm$ 3.12*	35–45
ESR, mm/h	5.31 $\pm$ 0.51	14.4 $\pm$ 1.41*	15.82 $\pm$ 1.61*	13.0 $\pm$ 1.11*	0–15
RBC, $10^{12}/L$	6.54 $\pm$ 0.51	5.35 $\pm$ 0.81*	5.83 $\pm$ 0.91*	4.85 $\pm$ 0.51*	5–7.5
PLT, $10^9/L$	380.66 $\pm$ 36.52	635.34 $\pm$ 53.51*	698.34 $\pm$ 57.51*	571.84 $\pm$ 49.51*	260–700
WBC, $10^9/L$	11.50 $\pm$ 1.50	19.52 $\pm$ 1.76*	25.58 $\pm$ 1.93*	23.06 $\pm$ 1.56*	4.5–12
Eosinophils, $10^9/L$	0.10 $\pm$ 0.01	0.80 $\pm$ 0.09*	0.90 $\pm$ 0.09*	0.70 $\pm$ 0.10*	0–2
Basophils, $10^9/L$	0.10 $\pm$ 0.01	1.24 $\pm$ 0.41*	1.54 $\pm$ 0.31*	1.12 $\pm$ 0.21*	0–2
Immature neutrophils, $10^9/L$	0.0 $\pm$ 0.0	1.41 $\pm$ 0.32*	1.91 $\pm$ 0.41*	1.71 $\pm$ 0.22*	0–1
Band neutrophils, $10^9/L$	0.40 $\pm$ 0.01	1.23 $\pm$ 0.41*	2.23 $\pm$ 0.47*	1.53 $\pm$ 0.35*	2–5
Segmented neutrophils, $10^9/L$	3.71 $\pm$ 0.32	5.54 $\pm$ 0.62*	6.54 $\pm$ 0.52*	7.54 $\pm$ 0.42*	5–25
Monocytes, $10^9/L$	2.00 $\pm$ 0.30	1.33 $\pm$ 0.21*	2.33 $\pm$ 0.11*	1.35 $\pm$ 0.11*	2–5
Lymphocytes, $10^9/L$	5.27 $\pm$ 0.52	8.13 $\pm$ 0.89*	10.13 $\pm$ 1.12*	9.11 $\pm$ 0.99*	5–9

Note: * The difference is statistically significant between the experimental and control groups ($P \leq 0.05$ at t critical 2.10).

3. Сбор лимфоцитов из кольца, образовавшегося между и плазмой и градиентом плотности в отдельную пробирку.

4. Добавление фосфатно-солевого буфера (PBS, Росмедбио РМБ) в объеме 1 мл с последующим трехкратным ресуспендированием и центрифугированием при 1800 об/мин в течение 5 минут для очистки от остатков градиента плотности.

Приготовление разведения фракции лимфоцитов осуществляли по стандарту мутности Макфарланда (0,5) на PBS. Равномерно распределяли и высушивали 1 каплю клеточной взвеси на обезжиренном предметном стекле. Фиксировали и окрашивали полученный препарат набором реагентов Лейкодиф 200 (LDF 200) по стандартной методике.

Для спектрального анализа выбирали участки препарата с равномерным монослоем клеток на стекле.

Спектральный анализ агранулоцитов осуществляли с помощью универсального цветоанализатора микроскопа-спектрофотометра ЛОМО МСФУ-К (Россия). Замеры производили при использовании штатного монохроматора МСФУ-К при мощности 800А с шагом измерения 0,5 нм и диаметром точки сканирования 10^{-4} мм при 480-кратном увеличении (12×40). Регистрировали величину интенсивности поглощения светового пучка (I_λ в видимой области спектра при спектральной ширине ($\delta\lambda$ 300–700 нм. По полученным данным определяли степень поглощения окрашенных лимфоцитов в спектре эозина Y и азура II.

Статистическая обработка цифровых данных включала определение средней арифметической (M) и ошибки средней арифметической (m). Различия контроля и опытных групп считали статистически достоверными при $P \leq 0,05$.

Результаты (Results)

Результаты исследования общего анализа крови (ОАК) животных представлены в таблице.

Как следует из данных таблицы, у *BLV*- и *BIV*-инфицированных коров содержание гемоглобина, показатели гематокрита и эритроцитов крови находились на нижних пределах референсных значений. У *BLV/BIV*-инфицированных животных эти показатели были снижены на 12 %, 13 % и 3 % соответственно по сравнению с нижней границей нормограммы для данного вида животных, что может свидетельствовать о нарастающей гипоксии организма.

Скорость оседания эритроцитов в группах животных с ретровирусной инфекцией приближалась к верхней границе нормы и была в 2,7; 2,9; 2,4 раза выше для *BLV*, *BIV*, и *BLV/BIV*-инфицированных коров, соответственно, чем у интактных коров. На фоне выраженного лейкоцитоза со сдвигом нейтрофильного ядра влево свидетельствует о наличии инфекционных и воспалительных процессов.

Содержания лейкоцитов в крови *BLV*-, *BIV*-, *BLV/BIV*-инфицированных коров было в 1,7; 2,2; 2,0 раза выше главным образом за счет фракции нейтрофилов – в 1,5; 1,7; 2,0 раза соответственно по сравнению с интактными, что свидетельствует об усилении воспаления и хемотаксиса иммунных клеток.

Количество лимфоцитов крови животных всех групп было в пределах нормы или чуть выше референсных величин, то есть клинические признаки лейкоза у них выявлены не были, хотя количество лимфоцитов крови *BLV*-инфицированных было в 1,5; *BIV*-инфицированных в 1,9; *BLV/BIV*-инфицированных в 1,7 раза больше чем у интактных. Полученные нами данные коррелируют с результатами других исследователей и свидетельствуют об изменении гомеостаза организма инфицированных животных даже при отсутствии клинических признаков заболевания [2, с. 160], [19, с. 74], [20].

Методом микроспектрального анализа были измерены степень и диапазоны поглощения монохроматического светового пучка окрашенными лимфоцитами периферической крови исследуемых животных. По полученным данным были рассчитаны коэффициенты соотношения оксифильных и базофильных компонентов в них.

Эозин Y, входящий в состав набора для окрашивания «Лейкодиф 200», относят к кислотным красителям, с помощью которых выявляют вещества и структуры основной (белковой) природы. Спектр поглощения чистого органического красителя эозина – 470 нм. Другой компонент красящего раствора (азур II) является основным красителем, используется для окраски структур, богатых нуклеиновыми кислотами (ядра, ядрышки, рибосомы), а также аморфного компонента межклеточного вещества.

Азур II – двухкомпонентный сложный краситель, спектр поглощения которого находится в диапазоне 620–665 нм. При окрашивании биологических объектов часто наблюдается явление метахромазии, что может быть связано с взаимодействием красителей между собой и зависит от кинетики биологических процессов в клетке, поэтому диапазон поглощения может несколько варьировать. Так область поглощения для эозина Y в биологических объек-

тах начинается уже с 360 нм, а для азур II – с 580 нм [21, с. 56, 117, 158]. Однако основные пики поглощения были зарегистрированы именно в диапазоне указанных длин волн для данных красителей (см. рисунок).

Как следует из данных, проиллюстрированных на рисунке, при исследовании спектров поглощения окрашенных агранулоцитов крови коров с ретровирусной моно- и микст-инфекцией в сравнении с таковыми у интактных животных, были зарегистрированы достоверные отличия в полученных показателях. Для лимфоцитов коров с сочетанной патологией (*BLV/BIV*) значения поглощения (I_λ в спектре эозина Y и азур II составили $351,2 \pm 17,6$ и $751,4 \pm 37,6$ counts соответственно. Для животных с *BLV*- и *BIV*-моноинфекцией эти показатели составили $253,3 \pm 12,7$; $383,3 \pm 19,2$ и $371,5 \pm 18,5$; $500,2 \pm 24,9$ counts соответственно. В то время как у интактных коров данные показатели регистрировались на уровне $210,3 \pm 10,5$ и $173,6 \pm 8,6$ counts. Исходя из того, что интенсивность поглощения светового пучка определенной длины волны окрашенными клетками тем выше, чем больше концентрация вещества в клетке, окрашенного красителем, диапазон поглощения которого находится в известных пределах, используя полученные данные, возможно рассчитать соотношение основных и кислых компонентов в клетке.

Ядерно-цитоплазматическое отношение является важной морфологической характеристикой, позволяющей оценить уровень метаболизма и выявить проявление компенсаторных реакций в клетке. Мононуклеары крови характеризуются высоким ядерно-цитоплазматическим соотношением. Однако этот показатель не тождественен показателю соотношения базофильных и оксифильных клеточных компонентов, который, на наш взгляд, является более информативным, так как отражает не столько структурные особенности, сколько функциональное состояние клетки.

По нашим данным, у интактных животных соотношение кислотных и основных компонентов в клетке было равномерно пропорциональным, то есть коэффициент соотношения составил $0,83 \pm 0,04$. Для *BIV*-, *BLV*- и *BLV/BIV*-инфицированных животных этот коэффициент в среднем составил $1,34 \pm 0,06$; $1,51 \pm 0,08$ и $2,13 \pm 0,11$, то есть оказался в 1,6; 1,8 и 2,6 раза выше, чем у интактных. Однако утверждать, что в клетке резко увеличилось содержание нуклеиновых кислот, мы не можем, так как азур II окрашивает все базофильные структуры, включая аморфный компонент межклеточного вещества. Кроме того, АСМ-сканирование лимфоцитов крупного рогатого скота с ретровирусной инфекцией не выявило столь значительных морфо-топографических изменений по сравнению с интактными животными [14].

То есть можно предположить, что в данном случае в клетке развивается метаболический ацидоз. При этом pH может быть приближен к нормальным показателям, и метаболическая активность клеток не снижается. Более того, повышенная метаболическая активность клеток сама по себе является причиной развития ацидоза. В данном случае в равной степени это может быть обусловлено продукцией вирусных частиц и поликлональной пролиферацией лимфоцитов. Причиной метаболического ацидоза служит накопление кетонных тел и других недоокисленных про-

межучточных метаболитов. Вероятно, что предрасполагающим фактором является токсичное действие вирусных белков в инфицированных лимфоцитах. Полученные в настоящем исследовании данные демонстрируют прямую корреляцию с результатами выполненных нами гематологических исследований и свидетельствуют об изменении гомеостаза организма инфицированных животных, в том числе и на уровне клетки.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, *BLV-BIV*-микст-инфекция сопровождается более глубокими изменениями гомеостаза организма

животных, нежели моноинфекция, и характеризуется выраженными признаками гипоксии и воспаления. Кроме того, в инфицированных ретровирусами лимфоцитах содержание базофильных веществ в 1,6–2,6 раза превышает таковое у интактных, что может являться индикатором метаболического ацидоза. Ориентируясь на вышеприведенные данные, мы считаем, что зарегистрированные нами отклонения были вызваны структурно-метаболическими изменениями в клетках, по которым можно оценивать инфекционный статус и состояние гомеостаза организма животного.

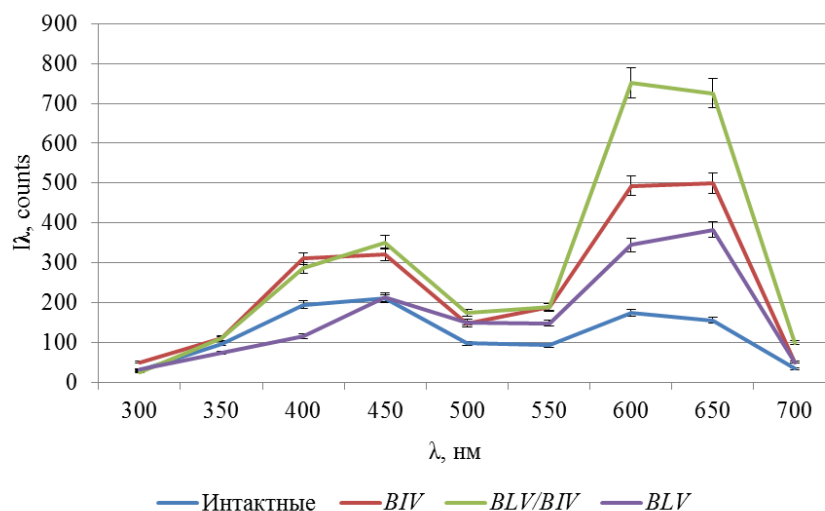


Рис. Зависимость интенсивности поглощения окрашенных лимфоцитов от длины волны

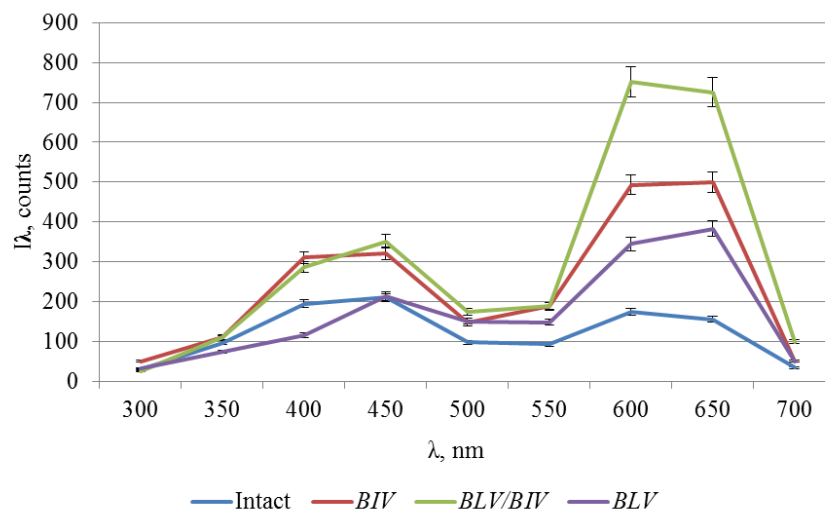


Fig. Dependence of the stained lymphocytes absorption intensity on the wavelength

Библиографический список

1. Донник И. М. Определение динамики распространенности лейкоза крупного рогатого скота на территории российской федерации // Аграрный вестник Урала. 2013. № 1 (107). С. 25–27.
2. Красникова Е. С., Агольцов В. А., Кудинов А. В. Гемато-биохимический статус коров при *BLV*- и *BIV*-инфекции // Научная жизнь. 2016. № 2. С. 159–167.
3. Martinez Cuesta L., Lendez P. A., Nieto Farias M. V., Dolcini G. L., Ceriani M. C. Can Bovine Leukemia Virus Be Related to Human Breast Cancer? A Review of the Evidence // Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia. 2018. No. 23 (3). Pp. 101–107.
4. Gazon H., Chauhan P., Hamaidia M., Hoyos C., Li L., Safari R., Willems L. How Does HTLV-1 Undergo Oncogene-Dependent Replication Despite a Strong Immune Response? // Frontiers in Microbiology. 2017. No. P. 2684.
5. Buehring G. C., DeLaney A., Shen H., Chu D. L., Razavian N., Schwartz D. A., Demkovich Z. R., Bates M. N. Bovine leukemia virus discovered in human blood // BMC Infect Dis. 2019. No. 19 (1). DOI: 10.1186/s12879-019-3891-9.

6. Abdessemed D., Krasnikova E. S., Agoltsov V. A., Krasnikov A. V. Population and biological preconditions for the cattle retroviruses' expansion // Theoretical and Applied Ecology. 2018. No. 3. Pp. 116–124.
7. Schwingel D., Andreolla A., Erpen L., Frandoloso R., Carlos K. Bovine leukemia virus DNA associated with breast cancer in women from South Brazil // Scientific Reports. 2019. No. 9 (1). P. 2949.
8. Khalilian M., Hosseini S. M., Madadgar O. Bovine leukemia virus detected in the breast tissue and blood of Iranian women // Microbial Pathogenesis. 2019. No. 135. P. 103566.
9. Baltzell K. A., Shen H. M., Krishnamurthy S., Sison J. D., Nuovo G. J., Buehring G. C. Bovine leukemia virus linked to breast cancer but not coinfection with human papillomavirus: Case-control study of women in Texas // Cancer. 2018. No. 124 (7). Pp. 1342–1349.
10. Buehring G. C., Shen H., Schwartz D. A., Lawson J. S. Bovine leukemia virus linked to breast cancer in Australian women and identified before breast cancer development // PloS one. 2017. No. 2 (6). P. 0179367.
11. Frie M. C., Coussens P. M. Bovine Leukemia Virus: A Major Silent Threat to Proper Immune Responses in Cattle // Veterinary Immunology and Immunopathology. 2015. No. 163 (3-4). Pp. 103–114.
12. Nieto Farias M. V., Souza F. N., Lendez P. A., Martínez-Cuesta L., Santos K. R., Della Libera A. M. M. P., Ceriani M. C., Dolcini G. L. Lymphocyte proliferation and apoptosis of lymphocyte subpopulations in bovine leukemia virus-infected dairy cows with high and low proviral load // Veterinary Immunology and Immunopathology. 2018. No. 206. Pp. 41–48.
13. Passos-Castilho A. M., Marchand C., Archambault D. B23/nucleophosmin interacts with bovine immunodeficiency virus Rev protein and facilitates viral replication // Virology. 2018. No. 515. Pp. 158–164.
14. Krasnikova E., Artemev D., Stolbovskaya O., Krasnikov A., Kostishko B., Radionov R. The study of the structural features of the lymphocytes from cattle with and without retroviral infection using atomic force microscopy // Proceedings Saratov Fall Meeting 2017: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XIX. 2018. Vol. 10716. P. 107160G.
15. Stolbovskaya O., Khayrullin R., Saenko Yu., Krasnikova E., Krasnikov A., Fomin A., Skaptsov A. In vitro metabolism study of normal and tumor cells when exposed to red LED light // Proceedings Saratov Fall Meeting 2015: Third International Symposium on Optics and Biophotonics and Seventh Finnish-Russian Photonics and Laser Symposium (PALS). Vol. 9917. Pp. 99171Q-1–99171Q-6.
16. Артемьев Д. А., Красников А. В., Козлов С. В., Красникова Е. С., Калганов С. А. Сравнительный анализ функциональной активности лимфоцитов крупного рогатого скота при BLV- и BIV-инфекции // Научная жизнь. 2019. Т. 14. Вып. 5. С. 714–723.
17. Бердюгина О. В., Скорняков С. Н., Медвинский И. Д., Ершова А. В., Павлов В. А., Бердюгин К. А. Функционально-метаболические изменения иммунокомпетентных клеток при туберкулезе легких (обзор литературы) // Уральский медицинский журнал. 2013. № 2. С. 121–127.
18. Нагоев Б. С., Камбачокова З. А. Функционально-метаболическая активность нейтрофильных гранулоцитов у больных рецидивирующей герпетической инфекцией // Журнал инфектологии. 2011. Т. 3. № 3. С. 38–41.
19. Супотницкий М. В. Неудобная иммунология // Актуальная инфектология. 2016. № 2 (11). С. 73–97.
20. Околелов В. И., Божко С. П., Ощепков В. Г. Применение спектрофотометрии для диагностики лейкоза крупного рогатого скота // Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в XXI веке. Ч. 2: тезисы докладов международной научно-практической конференции. Новосибирск, 1999. С. 235–237.
21. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. [Электронный ресурс]. С. 56, 117, 158. URL: <https://chem21.info> (дата обращения: 16.12.2019).

Об авторах:

Александр Владимирович Красников¹, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры «Зоотехния и ветеринария», ORCID 0000-0002-4127-8725, AuthorID 688912; +7 927 224-70-63

Дмитрий Алексеевич Артемьев², аспирант, ассистент кафедры «Болезни животных и ВСЭ», ORCID 0000-0003-3968-9979, AuthorID 793656; +7 937 227-04-72

Екатерина Сергеевна Красникова¹, доктор ветеринарных наук, доцент, профессор кафедры «Зоотехния и ветеринария», ORCID 0000-0003-4395-5862, AuthorID 672926; +7 986 989-31-97, krasnikovaes77@yandex.ru

Сергей Васильевич Козлов², доктор ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры «Болезни животных и ВСЭ», ORCID 0000-0003-2164-8140, AuthorID 671237; +7 917 214-19-38

¹ Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

² Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, Саратов, Россия

Application of a multispectral assay for evaluation of the morphofunctional status of immunocompetent cells in cattle with retroviral diseases

A. V. Krasnikov¹, D. A. Artemiev², E. S. Krasnikova^{1✉}, S. V. Kozlov²

¹ Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

² Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

✉ E-mail: krasnikovaes77@yandex.ru

Abstract. Microspectral analysis is a highly informative way to study the morphofunctional status of cells, including immunocompetent ones. **Purpose** of the study was an application it for studding of bovine lymphocytes in cattle with enzootic leukemia and viral immunodeficiency, which is important for diagnostics and differential diagnostics of diseases, as well as for analyzing of animal homeostasis and making a prognosis of the disease. Leukemia and immunodeficiency are classified as hematopathological processes. Therefore, we used the hematological method as a comparative **method**. Spectral analysis of stained with a Leukodif 200 kit agranulocytes was carried out using the universal color analyzer microscope-spectrophotometer LOMO MSFU-K. The value of the light absorption intensity was measured in the visible-light spectrum from 300 to 700 nm. The **results** of microspectral analysis showed that for cows' lymphocytes with combined pathology (*BLV/BIV*), the absorption values in the spectrum of eosin U and azure II were 351.2 ± 17.6 and 751.4 ± 37.6 counts, respectively. For animals with *BLV* and *BIV* mono-infection, these indicators were 253.3 ± 12.7 ; 383.3 ± 19.2 and 371.5 ± 18.5 ; 500.2 ± 24.9 counts. While in intact cows, these indicators were registered at the level of 210.3 ± 10.5 and 173.6 ± 8.6 counts. In intact animals, the acidic and basic components ratio in the cell was uniformly proportional, the ratio coefficient was 0.83 ± 0.04 . For *BIV*-, *BLV*- and *BLV/BIV*-infected animals, this coefficient was 1.34 ± 0.06 , 1.51 ± 0.08 and 2.13 ± 0.11 , that was in 1.6, 1.8 and 2.6 times higher than in intact animals, which might be an indicator of metabolic acidosis in the cell. The scientific novelty of the research is that the signs of hypoxia and inflammation detected by hematological analysis correlate with the results of microspectral analysis and indicate a change in the homeostasis of the infected animal's organism, including at the cell level.

Keywords: cattle, lymphocytes, spectrophotometry, microscopy, leukemia, immunodeficiency, homeostasis

For citation: Krasnikov A. V., Artemiev D. A., Krasnikova E. S., Kozlov S. V. Ispol'zovanie mikrospektral'nogo analiza dlya otsenki morfofunktsional'nogo statusa immunokompetentnykh kletok pri retrovirusnykh zabolevaniyakh krupnogo rogatogo skota [Application of a multispectral assay for evaluation of the morphofunctional status of immunocompetent cells in cattle with retroviral diseases] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 58–65. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-58-65. (In Russian.)

Paper submitted: 24.12.2019.

References

1. Donnik I. M. Opredeleniye dinamiki rasprostranennosti leykoza krupnogo rogatogo skota na territorii Rossiyskoy Federatsii [Determination of the prevalence dynamics of bovine leukemia in the Russian Federation] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 01 (107). Pp. 25–27. (In Russian.)
2. Krasnikova E. S., Agoltsov V. A., Kudinov A. V. Gemato-biokhimicheskiy status korov pri BLV- i BIV-infektsii [Hemato-biochemical status of cows with *BLV* and *BIV* infection] // Scientific Life. 2016. No. 2. Pp. 159–167. (In Russian.)
3. Martinez Cuesta L., Lendez P. A., Nieto Farias M. V., Dolcini G. L., Ceriani M. C. Can Bovine Leukemia Virus Be Related to Human Breast Cancer? A Review of the Evidence // Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia. 2018. No. 23 (3). Pp. 101–107.
4. Gazon H., Chauhan P., Hamaidia M., Hoyos C., Li L., Safari R., Willems L. How Does HTLV-1 Undergo Oncogene-Dependent Replication Despite a Strong Immune Response? // Frontiers in Microbiology. 2017. No. P. 2684.
5. Buehring G. C., DeLaney A., Shen H., Chu D. L., Razavian N., Schwartz D. A., Demkovich Z. R., Bates M. N. Bovine leukemia virus discovered in human blood // BMC Infect Dis. 2019. No. 19 (1). DOI: 10.1186/s12879-019-3891-9.
6. Abdessemed D., Krasnikova E. S., Agoltsov V. A., Krasnikov A. V. Population and biological preconditions for the cattle retroviruses' expansion // Theoretical and Applied Ecology. 2018. No. 3. Pp. 116–124.
7. Schwingel D., Andreolla A., Erpen L., Frandoloso R., Carlos K. Bovine leukemia virus DNA associated with breast cancer in women from South Brazil // Scientific Reports. 2019. No. 9 (1). P. 2949.
8. Khalilian M., Hosseini S. M., Madadgar O. Bovine leukemia virus detected in the breast tissue and blood of Iranian women // Microbial Pathogenesis. 2019. No. 135. P. 103566.

9. Baltzell K. A., Shen H. M., Krishnamurthy S., Sison J. D., Nuovo G. J., Buehring G. C. Bovine leukemia virus linked to breast cancer but not coinfection with human papillomavirus: Case-control study of women in Texas // *Cancer*. 2018. No. 124 (7). Pp. 1342–1349.
10. Buehring G. C., Shen H., Schwartz D. A., Lawson J. S. Bovine leukemia virus linked to breast cancer in Australian women and identified before breast cancer development // *PloS one*. 2017. No. 2 (6). P. 0179367.
11. Frie M. C., Coussens P. M. Bovine Leukemia Virus: A Major Silent Threat to Proper Immune Responses in Cattle // *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2015. No. 163 (3-4). Pp. 103–114.
12. Nieto Farias M. V., Souza F. N., Lendez P. A., Martínez-Cuesta L., Santos K. R., Della Libera A. M. M. P., Ceriani M. C., Dolcini G. L. Lymphocyte proliferation and apoptosis of lymphocyte subpopulations in bovine leukemia virus-infected dairy cows with high and low proviral load // *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2018. No. 206. Pp. 41–48.
13. Passos-Castilho A. M., Marchand C., Archambault D. B23/nucleophosmin interacts with bovine immunodeficiency virus Rev protein and facilitates viral replication // *Virology*. 2018. No. 515. Pp. 158–164.
14. Krasnikova E., Artemev D., Stolbovskaya O., Krasnikov A., Kostishko B., Radionov R. The study of the structural features of the lymphocytes from cattle with and without retroviral infection using atomic force microscopy // *Proceedings Saratov Fall Meeting 2017: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XIX*. 2018. Vol. 10716. P. 107160G.
15. Stolbovskaya O., Khayrullin R., Saenko Yu., Krasnikova E., Krasnikov A., Fomin A., Skaptsov A. In vitro metabolism study of normal and tumor cells when exposed to red LED light // *Proceedings Saratov Fall Meeting 2015: Third International Symposium on Optics and Biophotonics and Seventh Finnish-Russian Photonics and Laser Symposium (PALS)*. Vol. 9917. Pp. 99171Q-1–99171Q-6.
16. Artem'yev D. A., Krasnikov A. V., Kozlov S. V., Krasnikova E. S., Kalganov S. A. Sravnitel'nyy analiz funktsional'noy aktivnosti limfotsitov krupnogo rogatogo skota pri BLV- i BIV-infektsii [Comparative analysis of lymphocytes functional activity in cattle with *BLV* and *BIV* infection] // *Scientific Life*. 2019. T. 14. Vol. 5. Pp. 714–723. (In Russian.)
17. Berdyugina O. V., Skorniyakov S. N., Medvinskiy I. D., Yershova A. V., Pavlov V. A., Berdyugin K. A. Funktsional'no-metabolicheskiye izmeneniya immunokompetentnykh kletok pri tuberkuleze legkikh (obzor literatury) [Functional and metabolic changes of immunocompetent cells at tuberculosis of lungs (Literature review)] // *Ural Medical Journal*. 2013. No. 2. Pp. 121–127. (In Russian.)
18. Nagoyev B. S., Kambachokova Z. A. Funktsional'no-metabolicheskaya aktivnost' neytrofil'nykh granulotsitov u bol'nykh retsdiviruyushchey gerpeticheskoy infektsiyey [Functional-metabolic activity of neutrophils granulocytes at patients the herpetic infection] // *Journal Infectology*. 2011. T. 3. No.3. Pp. 38–41. (In Russian.)
19. Supotnitskiy M. V. Neugodnaya immunologiya [Unwanted immunology] // *Actual infectology*. 2016. No. 2 (11). Pp. 73–97. (In Russian.)
20. Okolelov V. I., Bozhko S. P., Oshchepkov V. G. Primeneniye spektrofotometrii dlya diagnostiki leykoza krupnogo rogatogo skota // *Problemy stabilizatsii i razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva Sibiri, Mongolii i Kazakhstana v KHKHI veke*. Ch. 2: tezisy dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Novosibirsk, 1999. Pp. 235–237. (In Russian.)
21. Spravochnik khimika 21. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya [Chemist handbook 21. Chemistry and chemical technology] [e-resource]. URL: <https://chem21.info>. (appeal date: 16.12.2019). (In Russian.)

Authors' information:

Aleksandr V. Krasnikov¹, doctor of veterinary sciences, associate professor, professor of the department of animal science and veterinary medicine, ORCID 0000-0002-4127-8725, AuthorID 688912; +7 927 224-70-63

Dmitriy A. Artemiev², postgraduate, assistant of the department of animal diseases and veterinary-sanitary expertise, ORCID 0000-0003-3968-9979, AuthorID 793656; +7 937 227-04-72

Ekaterina S. Krasnikova¹, doctor of veterinary sciences, associate professor, professor of the department of animal science and veterinary medicine, ORCID 0000-0003-4395-5862, AuthorID 672926; +7 986 989-31-97, krasnikovaes77@yandex.ru

Sergey V. Kozlov², doctor of veterinary sciences, associate professor, associate professor of the department of animal diseases and veterinary-sanitary expertise, ORCID 0000-0003-2164-81406 AuthorID 671237; +7 917 214-19-38

¹ Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

² Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia

Партеногенетическое развитие эмбрионов *Bos taurus* из ооцитов, созревших в различных системах культивирования

Т. И. Кузьмина¹✉

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Пушкин, Россия

✉ E-mail: prof.kouzmina@mail.ru

Аннотация. Выявление факторов, детерминирующих приобретение донорскими ооцитами компетентности к партеногенетическому развитию, позволит разработать эффективный метод получения партеногенов для решения фундаментальных проблем регуляции активности генов в онтогенезе, создания гомозиготных линий эмбриональных стволовых клеток, совершенствования этапов технологии клонирования, моделирования сред для дозревания ооцитов *in vitro*. **Цель исследования** – оценить потенции ооцитов *Bos taurus*, созревших в различных системах культивирования, к индуцированному холодовым шоком партеногенезу. **Методы.** Для созревания ооцитов использовали системы культивирования следующего состава: 1 – ТС-199 с 10 % процентами фетальной бычьей сыворотки (ФБС), 50 мкг/мл эстрадиола, 10 мкг/мл лютеинизирующего гормона, 10 мкг/мл фолликулостимулирующего гормона; 2 – ТС-199 с 10 % эстральной сыворотки коров; 3 – ТС-199 с 50 % жидкости фолликулов (Ø 3–8 мм); 4 – ТС-199 с 50 % белков фолликулярной жидкости молекулярной массой 65 кДа; 5 – ТС-199 с 10 % ФБС, 1×10^6 клеток гранулезы на 1 мл среды; 6 – ТС-199 с 10 % ФБС и стенками фолликулов (Ø 6–8 мм); 7 – ТС-199 с 10 % ФБС, 1×10^6 клеток гранулезы на 1 мл среды и стенками фолликулов (Ø 6–8 мм). После 24 часов культивирования ооциты активировали холодовым шоком (экспозиция 20 минут, температура 0...–4 °C). **Результаты.** Доля эмбрионов на стадиях поздней морулы и бластоцисты из ооцитов, созревших в системе 7, составила 45 % (58/129), что оказалось значительно выше, чем в других системах: 1 – 28 % (39/141), $P < 0,05$; 2 – 31 % (42/137), $P < 0,05$; 3 – 25 % (33/133), $P < 0,01$; 4 – 18 % (25/139), $P < 0,001$; 5 – 31 % (41/132), $P < 0,05$; 6 – 33 % (43/129). Введение в среду созревания ооцитов эстрадиола или структурных компонентов антральных фолликулов способствовало увеличению доли партеногенов на доимплантационных стадиях развития (в том числе и бластоцисты) и снижению уровня дегенерированных эмбрионов. **Научная новизна.** Впервые проведен сравнительный морфологический анализ потенций к партеногенезу ооцитов коров, созревших в различных системах культивирования и индуцированных к партеногенезу холодовым шоком, предложены оптимальные системы созревания женских гамет *in vitro*. С учетом анализа полученных результатов рекомендовано для получения партеногенов путем активации холодовым шоком до момента индукции к партеногенезу ооциты коров культивировать в средах, дополненных 50 нг/мл эстрадиола или структурными компонентами антральных фолликулов, продуцирующими эстрадиол. **Ключевые слова:** ооциты, созревание *in vitro*, эстрадиол, партеногены, системы культивирования, *Bos taurus*.

Для цитирования: Кузьмина Т. И. Партеногенетическое развитие эмбрионов *Bos taurus* из ооцитов, созревших в различных системах культивирования // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 66–72. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-66-72.

Дата поступления статьи: 04.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Необходимость в разработке эффективных методов получения партеногенетических зародышей животных диктуется интенсификацией исследований в области фундаментальных основ формирования яйцеклетки, компетентной к созреванию *in vitro*, и совершенствованием инновационных клеточных репродуктивных технологий, в основе которых лежит базовый метод экстракорпорального созревания ооцитов (клонирование, трансгенез, в т. ч. редактирование генома с использованием технологии CRISPR/Cas9) [12], [14], [15]. Многочисленные исследования были инициированы для изучения влияния материнского и отцовского геномов на раннее развитие млекопитающих [6], [7], [9]. Для этих исследований партеногенетические эмбрионы явля-

ются уникальной моделью доимплантационного и раннего постимплантационного развития животных в отсутствие какого-либо вклада мужской гаметы. Партеногенетическая активация используется для биохимических и морфологических исследований ооцитов во время оплодотворения и раннего развития и является критическим компонентом процедуры клонирования [10]. Кроме того, анализ партеногенов является классическим способом исследования механизмов импринтинга [5], [11]. В последнее время разработка способов получения партеногенетических зародышей привлекает внимание для технологии конструирования партеногенетических линий эмбриональных стволовых клеток [5], [13]. Несмотря на то что партеногенетические зародыши получены у многих видов животных, протоко-

лы экспериментов требуют совершенствования. Для получения партеногенов млекопитающих используют модель экстракорпорального созревания донорских ооцитов с последующей их активацией. Существуют множество типов активации яйцеклеток, в том числе химическая, физическая, в итоге приводящие к подъему концентрации интрацитоплазматического кальция, как следствие, запускают процессы, приводящие к партеногенетическому развитию [3], [4], [8], [16]. Однако до сих пор оптимальной модели активации ооцитов коров к партеногенезу не разработано. Актуальной проблемой совершенствования технологии получения партеногенов продолжает оставаться система созревания женских гамет для получения как нативных, так и партеногенетических эмбрионов. Выявление факторов, детерминирующих приобретение донорскими ооцитами компетентности к партеногенетическому развитию, позволит смоделировать адекватную среду для повышения выхода партеногенов из активированных ооцитов для решения фундаментальных проблем регуляции активности генов в онтогенезе, получения гомозиготных линий эмбриональных стволовых клеток, совершенствования отдельных этапов технологии клонирования, моделирования состава сред для дозревания донорских ооцитов in vitro.

Цель настоящего исследования – с использованием различных систем экстракорпорального созревания ооцитов идентифицировать факторы, детерминирующие компетентность ооцитов *Bos taurus* к индуцированному холодным шоком партеногенезу.

Методология и методы исследования (Methods)

При проведении исследований использовали постмортальные яичники коров на стадии фолликулярного роста. Ооцит-кумулюсные комплексы аспирировали из антральных фолликулов диаметром от 3 до 8 мм с высоким тургором, широко разветвленной сетью капилляров и прозрачной оболочкой. Только ооциты с гомогенной цитоплазмой и не менее чем с 5–6 слоями кумулюсных клеток использовали для культивирования. Ооцит-кумулюсные комплексы культивировали в ТС-199, дополненной 10 % фетальной бычьей сыворотки (ФБС) и комплексом гормонов: 50 мкг/мл эстрадиола, 10 мкг/мл лютеинизирующего гормона, 10 мкг/мл фолликулостимулирующего гормона (система 1). Во второй экспериментальной группе для созревания использовали ТС-199 с 10 % эстральной сыворотки коров (система 2). Третья система культивирования состояла из ТС-199 с 50 % жидкости фолликулов диаметром 3–8 мм. В состав 4 системы входили ТС-199 и 50 % белков фолликулярной жидкости молекулярной массой 65 кДа. Для культивирования ооцит-кумулюсных комплексов 5 экспериментальной группы использовали ТС-199 с 10 % ФБС совместно с 1×10^6 клеток гранулезы на 1 мл среды. Стенки фолликулов диаметром 6–8 мм, ТС-199 с 10 % ФБС вошли в состав 6 системы культивирования. 7 система состояла из ТС-199 с 10 процентами ФБС, 1×10^6 клеток гранулезы на 1 мл среды и стенками фолликулов диаметром 6–8 мм.

Ооцит-кумулюсные комплексы культивировали в ТС-199 с 10 % фетальной бычьей сыворотки и гормонами: 50 мкг/мл эстрадиола, 10 мкг/мл лютеинизирующего гор-

мона, 10 мкг/мл фолликулостимулирующего гормона (система культивирования – 1). При проведении исследований использовали следующие системы культивирования: 1 – ТС-199 с добавлением 10 % фетальной бычьей сыворотки (ФБС); 2 – ТС-199 с добавлением 10 % эстральной сыворотки коров (ЭСК); 3 – ТС-199 с добавлением 50 % фолликулярной жидкости (ФЖ), выделенной из фолликулов диаметром 9 мм; 4 – среда ТС-199 с добавлением 50 % белков фолликулярной жидкости (БФЖ) с молекулярной массой 65 кДа; 5 – ТС-199 с добавлением 10 % ФБС совместно с 1×10^6 клеток гранулезы на 1 мл среды; 6 – ТС-199 с добавлением 10 % ФБС и оболочек фолликула (диаметр 6–8 мм); 7 – ТС-199 с добавлением 10% ФБС, 1×10^6 клеток гранулезы на мл среды и оболочки фолликула (диаметр 6–8 мм) [2, с.20]. Во все системы добавляли 50 мкг/мл гентамицина. Грубую фракцию белков получали из жидкости фолликулов (ЖФ) диаметром 2–8 мм осаждением сернокислым аммонием. Для этого ЖФ центрифугировали при 4 °C 30 минут со скоростью 5000 об/мин., затем к супернатанту добавляли кристаллический сернокислый аммоний $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ из расчета 320 г/л. Раствор перемешивали в течение 2 часов и центрифугировали 30 минут при 5000 об/мин. Осадок ресуспендировали в 33-процентном растворе $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Полученный осадок растворяли в трис-гидрохлоридном буфере 0,05 М pH 7,5 с 0,1 М HCL и диализировали против трех смен деионизированной воды, центрифугировали 30 минут при 5000 об/мин. Супернатант хранят при температуре – 30 °C. Хроматографическое разделение белков проводили гелифильтрацией в следующей последовательности. Полученный супернатант фолликулярной жидкости наносили на колонку размером 40×2 см с сефадексом g-100, уравновешенную 0,05 М трис-HCL буфером, pH с 0,1 М HCL 5,5 мг белка. Элюцию белков производили тем же буфером со скоростью 5 мл за 50 минут. Оптическую плотность элюируемых проб измеряли при 280 нм. Сравнительный анализ калиброванной колонки по стандартным белкам с известной молекулярной массой (бычий сывороточный альбумин – 65 000 Да, овальбумин – 40 000 Да, цитохром С – 12 000 Да) позволил заключить, что группа I типа представляет собой белки с молекулярной массой в пределах от 65 000 Да и более, II – от 35 000 до 65 000 Да, III – от 10 000 до 35 000 Да. Электрофорез белков проводили в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (ДС-Na) по методу Корнберга. Разделение белков производили в системе 18-процентного разделяющего и 4-процентного концентрирующего гелей в блоках размером 110×110×1 мм при силе тока 60–80 А и напряжении 80 В в течение 18–20 часов. Гомологичную фолликулярную жидкость предварительно инактивировали 5 минут при 100 °C. Для получения тканевой культуры фолликул разрывали пинцетами. Трехкратным промыванием ткань освобождали от фолликулярной жидкости, рассекали на фрагменты размером 600–900 мкм и размещали в чашке Петри в капли среды совместно с ооцит-кумулюсными комплексами. Гранулезные клетки получали путем аспирации жидкости из фолликулов диаметром 3–6 мм с обширной васкуляризацией и высоким тургором и последующим центрифугированием при 250 г 10 мин. После удаления супернатанта клет-

ки дважды отмывали путем ресуспендирования в среде ТС-199, содержащей 3 % ФБС (Sigma). Конечную концентрацию клеток подсчитывали в камере Горяева, долю живых клеток определяли с помощью трипанового синего (0,1-процентный раствор). Для культивирования использовали суспензию КГ в концентрации $(1,1-1,6) \cdot 10^6$ клеток в 1 мл среды, при этом доля живых клеток составляла не менее 60–80 %. Наличие деструктивных изменений в ядрах соматических клеток оценивали цитологическим анализом (окраска по Романовскому – Гимзе). Неперспективной для кокультивирования с ооцитами является популяция клеток гранулезы с более чем 20 % пикнотических клеток. Режимы культивирования ооцитов и доимплантационных эмбрионов *in vitro* представлены в наших публикациях ранее [1, с. 10–11].

Индукцию ооцитов к партеногенетическому развитию проводили холодным шоком (через 24 часа после начала культивирования. Ооциты помещали в капли среды (5 штук в капле 500 мкл) под маслом и активировали 20-минутной экспозицией при температуре 0–4 °C в криокамере. После холодного шока ооциты помещали в синтетическую среду яйцевода (SOF) с 5-процентной фетальной бычьей сывороткой. Отбор дробящихся зародышей проводили через 48 часов после активации.

Все использованные реагенты, за исключением обозначенных в тексте, производства компании Sigma-Aldrich, США. Пластиковая лабораторная посуда фирмы BD Falcon™.

Для сравнения результатов контрольных и опытных групп использовали критерии χ^2 (пакет статистической программы SigmaStat). Достоверность различия сравниваемых средних значений оценивали при трех уровнях значимости: $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$. Эксперименты проводили в 4–5 повторностях.

Результаты (Results)

Проведенный нами ранее анализ показателей мейотического созревания ооцитов коров (достижение стадии метафазы-II), созревших в различных системах, дополненных в т. ч. и структурными компонентами фолликулов, а также потенциал к развитию из них доимплантационных эмбрионов, выявил значительные различия по вышеуказанным параметрам [2, с. 21]. Введение в среду дозревания стенок фолликула позволило получить оптимальный в серии экспериментов результат по доле эмбрионов на стадии бластоцисты. В целом дополнение систем культивирования структурными компонентами фолликула и его жидкости положительно сказывалось на развитии интактных эмбрионов. В связи с вышеизложенным оценка потенциал к партеногенезу ооцитов коров, созревших в различных системах, позволит охарактеризовать роль структурных компонентов фолликула в возможности партеногенетического развития ооцитов при индуцированном партеногенезе. На рис. 1, 2 представлены данные, отражающие долю коров эмбрионов на различных стадиях доимплантационного развития, полученных из активированных к партеногенезу ооцитов, созревших в разных системах культивирования.



Рис. 1. Доля (%) партеногенетических зародышей *Bos taurus*, развившихся из ооцитов, созревших в различных системах культивирования (количество ооцитов – 940; количество зародышей – 554).

Достоверность сравниваемых значений (χ^2 -test): a,d; a,i; a,k; b,i $P < 0,05$; c,d; c,l $P < 0,01$; a,j; b,k; b,l; d,i; d,k; d,l $P < 0,001$

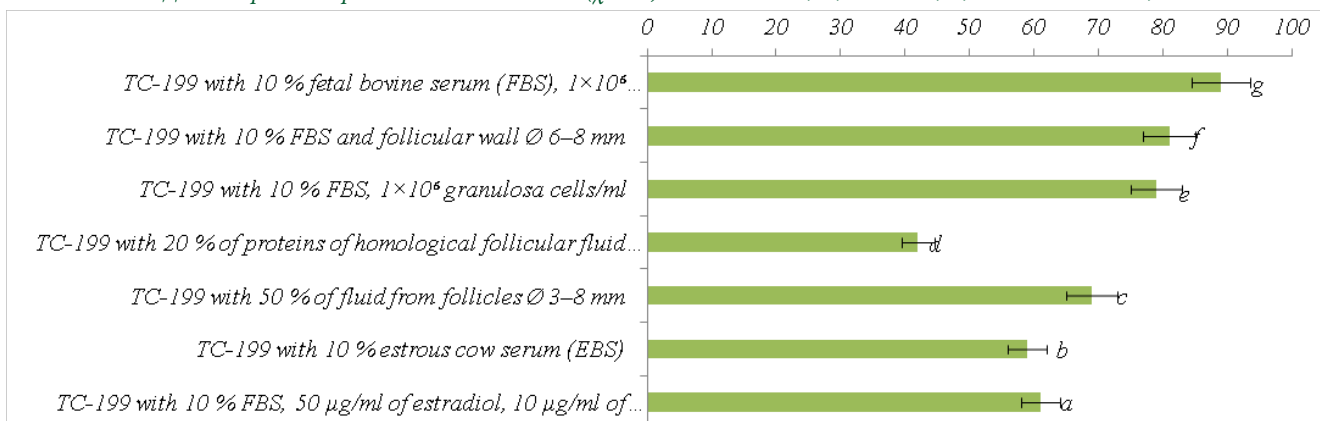


Fig. 1. The proportion (%) of parthenogenetic *Bos taurus* embryos developed from oocytes matured in various culture systems (number of oocytes – 940; number of embryos – 554). Reliability of the compared values (χ^2 -test): a,d; a,i; a,k; b,i $P < 0,05$; c,d; c,l $P < 0,01$; a,j; b,k; b,l; d,i; d,k; d,l $P < 0,001$

Максимальный уровень раздробившихся зигот (89 %) был получен в группе ооцитов, прокультивированных со стенками фолликулов, включающих клетки гранулезы, основной функцией которых является продукция эстрадиола, стероидного гормона, роль которого в приобретении ооцитами компетентности к созреванию постулирована. И, напротив, среда, лишенная как стероидов, так и структурных элементов фолликула, продуцирующих эстрадиол, детерминировала низкий выход дробящихся клеток (42 %). Наличие эстрадиола (как добавленного в виде реагента, так и продуцируемого введенными в состав системы созревания структурными компонентами фолликулов) способствовало росту доли полученных партеногенов (рис. 1).

При оценке перспективных потенций к развитию партеногенетических зародышей до завершающих стадий доимплантационного развития (поздняя морула, бластоциста) вышеуказанная тенденция не изменилась. Высокий уровень партеногенов на стадии бластоцисты был получен из ооцитов, созревших в системах с эстрадиолом или со структурными элементами фолликулов, продуцирующих эстрадиол (рис. 2). Оптимальные показатели по развитию доимплантационных эмбрионов коров были получены в группе, где ооциты культивировали в базовой среде TC-199, дополненной стенками фолликулов и клетками гранулезы. В этой системе 45% зародышей достигли стадий поздней морулы и бластоцисты. Ооциты, созревшие в среде, лишенной эстрадиола или структурных компонентов фолликула, продуцирующих эстрадиол (система 4), имели низкие компетенции к индуцированному партеногенезу и отличались высокими показателями деструктивных изменений в полученных эмбрионах (рис. 3).

Результаты морфологической оценки партеногенетических эмбрионов выявили достоверные различия в доле дегенерированных эмбрионов (неравномерное дробление, наличие фрагментов цитоплазмы, вакуолизация, мультинуклеация, отсутствие ядер в отдельных blastomeres, нарушение ploidy и др.), полученных из ооцитов, созревших в системах созревания с эстрадиолом и со структурными элементами фолликулов по сравнению с системами созревания, лишенными этих компонентов. Выход партеногенетических эмбрионов с признаками дегенерации из ооцитов, созревших в различных системах, составил 1 – 21 %; 2 – 28 %; 3 – 30 %; 4 – 52 %; 5 – 36 %; 6 – 35 %; 7 – 25 % (рис. 3) соответственно, что подтверждает позитивный эффект эстрадиола и продуцирующих его структурных компонентов фолликулов на развитие доимплантационных партеногенов *Bos taurus*.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенная работа направлена на модернизацию методов получения партеногенетических зародышей сельскохозяйственных животных (в частности коров).

В представленных материалах показана высокая эффективность использования холодового шока в качестве активатора партеногенетического развития доимплантационных эмбрионов *Bos taurus*. Введение в среду созревания ооцитов *Bos taurus* эстрадиола или структурных компонентов антральных фолликулов (оболочки фолликула, клетки гранулезы) способствовало увеличению доли партеногенов на доимплантационных стадиях развития (в том числе и бластоцисты) и снижению уровня дегенерированных партеногенетических эмбрионов.

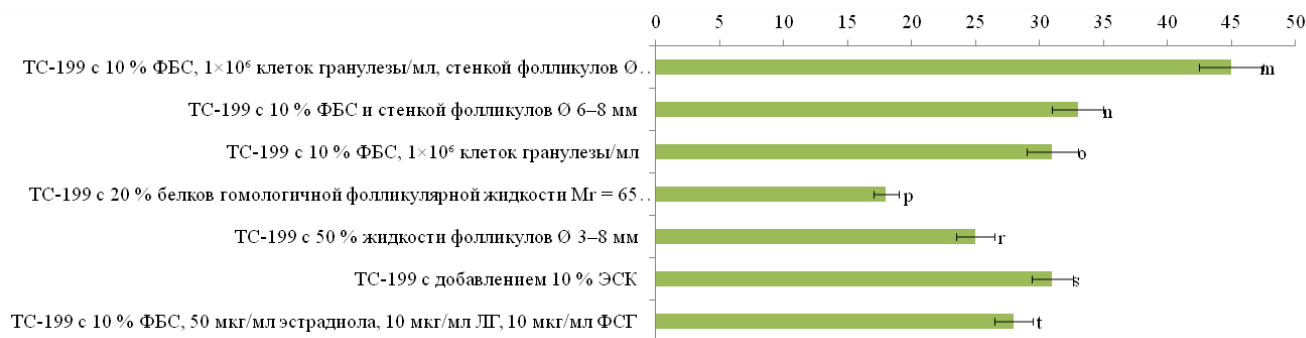


Рис. 2. Доля партеногенов (%) *Bos taurus* на завершающих стадиях доимплантационного развития (поздняя морула, бластоциста) (количество эмбрионов – 281).

Достоверность сравниваемых значений (χ^2 -test): $m;t; m;s; m;o; o;t$ $P < 0,05$; $m;r$ $P < 0,01$; $m;p; p;t$ $P < 0,001$

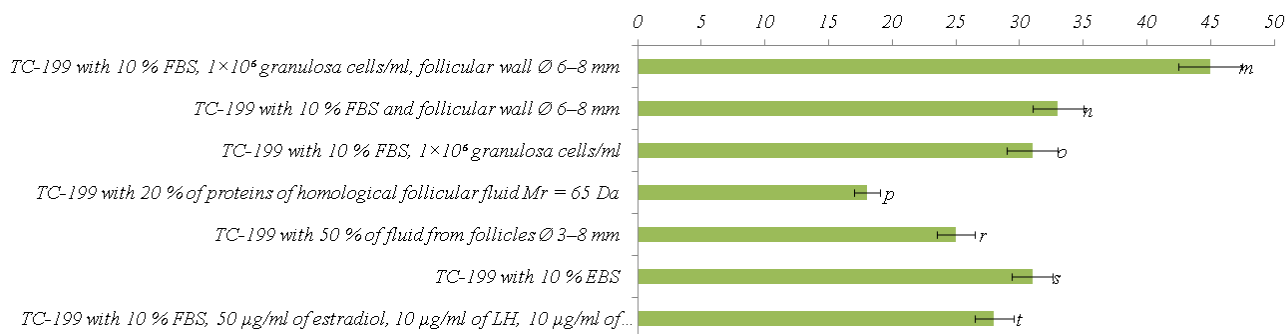


Fig. 2. The proportion (%) of *Bos taurus* parthenotes at the final stages of pre-implantation development (late morula, blastocyst) (number of embryos – 281). Reliability of the compared values (χ^2 -test): $m;t; m;s; m;o; o;t$ $P < 0.05$; $m;r$ $P < 0.01$; $m;p; p;t$ $P < 0.001$

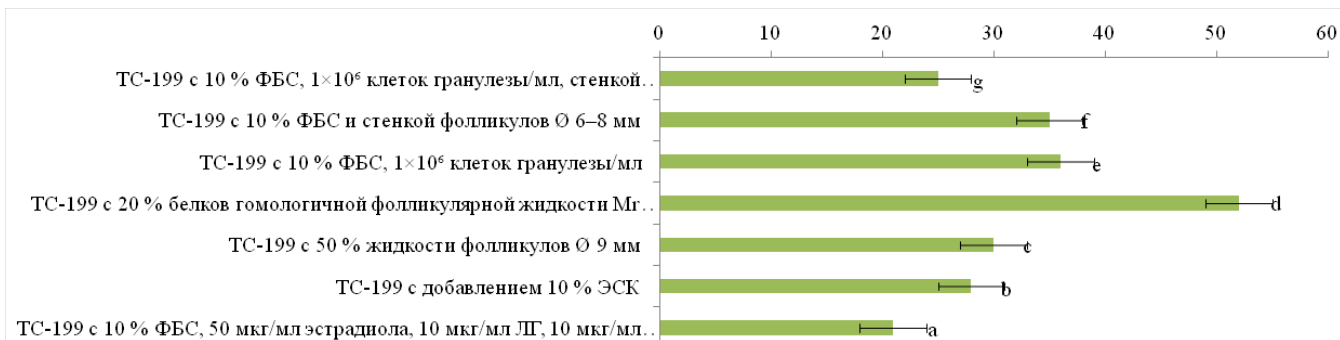


Рис. 3. Уровень (%) дегенерированных партеногенетических зародышей, полученных из ооцитов, созревших в различных системах культивирования (количество эмбрионов – 201).

Достоверность сравниваемых значений (χ^2 -test): $b; e; b; f; c; d$ $P < 0,05$; $b; g; d; e; d; f; d; g$ $P < 0,001$; $c; e; c; f$ $P < 0,05$

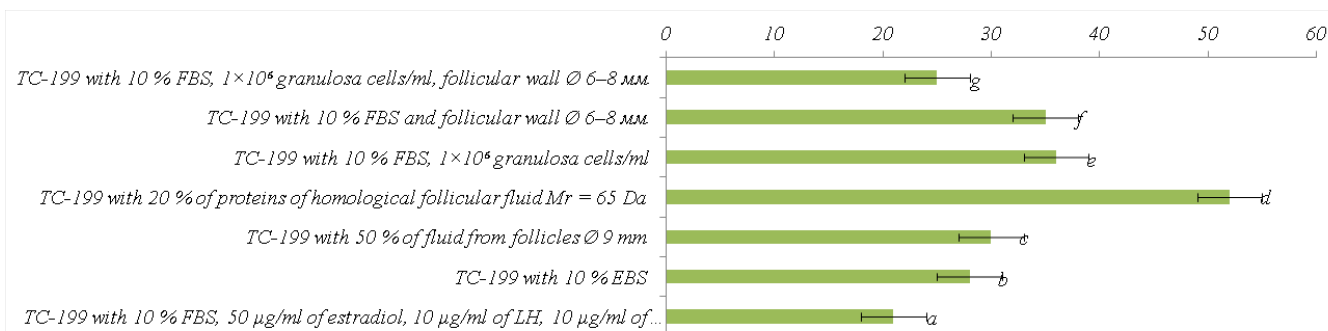


Fig. 3. The proportion (%) of degenerated parthenogenetic embryos obtained from oocytes matured in various culture systems (number of embryos – 201). Reliability of the compared values (χ^2 -test): $b; e; b; f; c; d$ $P < 0.05$; $b; g; d; e; d; f; d; g$ $P < 0.001$; $c; e; c; f$ $P < 0.05$

Помимо идентификации эффектов структурных компонентов овариальных фолликулов и эстрадиола на потенции к развитию партеногенов, полученные данные способствуют лучшему пониманию механизмов функционирования ооцитов в условиях гипотермии для интенсификации исследований в области витрификации женских гамет.

В результате анализа полученных данных предложены нижеследующие рекомендации модернизации протокола экспериментов по получению партеногенетических эмбрионов коров: индукцию к партеногенезу проводить

холодовым шоком через 24 часа после начала культивирования ооцитов при экспозиция 20 минут, температуре 0...–4 °C, до момента активации к партеногенезу ооциты коров культивировать в средах, дополненных 50 нг/мл эстрадиола или структурными элементами антральных фолликулов, продуцирующими эстрадиол.

Благодарности (Acknowledgements)

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

Библиографический список

- Кузьмина Т. И., Молчанов А. В., Станиславович Т. И., Татарская Д. Н. Модернизация этапов технологии экстракорпорального созревания донорских ооцитов *Bos taurus* // Аграрный научный журнал. 2017. № 3. С. 9–14.
- Кузьмина Т. И., Чистякова И. В. Моделирование систем экстракорпорального созревания ооцитов *Bos taurus* с использованием структурных компонентов овариальных фолликулов // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 6. С. 20–22.
- Camargo L. S. A., Costa F. Q., Munk M., Wohlres-Viana S., Serapião R. V., Carvalho B. C., Campos P. H. Jr., Vieira A. C., Nogueira L. A. G., Viana J. H. M. Contrasting effects of heat shock during in vitro maturation on development of in vitro-fertilized and parthenogenetic bovine embryos // Reproduction domestic animal. 2019. Vol. 54. No. 10. Pp. 1357–1365.
- Català M. G., Roura M., Contreras I., Izquierdo D., Paramio T. In vitro embryo production of lamb oocytes after IVF, ICSI and parthenogenetic activation in autumn and winter // Animal reproduction science. 2016. Vol. 13. No. 3. P. 638.
- Kaneda M., Takahashi M., Yamanaka K. I., Saito K., Taniguchi M., Akagi S., Watanabe S., Nagai T. Epigenetic analysis of bovine parthenogenetic embryonic fibroblasts. // Journal of Reproduction and Development. 2017. Vol. 63. No. 4. Pp. 365–375. DOI: 10.1262/jrd.2017-040.
- Mendonça A. D. S., Silveira M. M., Rios A. F. L., Mangiavacchi P. M., Caetano A. R., Dode M. A. N., Franco M. M. DNA methylation and functional characterization of the XIST gene during in vitro early embryo development in cattle. // Epigenetics. 2019. Vol. 14. No. 6. Pp. 568–588. DOI: 10.1080/15592294.2019.1600828.
- Monzani P. S., Adona P. R., Ohashic O. M., Meirelles F. V., Wheeler M. B. Transgenic bovine as bioreactors: Challenges and perspectives // Bioengineered. 2016. Vol. 7. No. 3. Pp. 123–131. DOI: 10.1080/21655979.2016.1171429.

8. Que E. L., Duncan F. E., Lee H. C., Hornick J. E., Vogt S., Fissore R. A., O'Halloran T. V., Woodruff T. K. Bovine eggs release zinc in response to parthenogenetic and sperm-induced egg activation // *Theriogenology*. 2019. Vol. 127. Pp. 41–48. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2018.12.031.
9. Ross P. J., Sampaio R. V. Epigenetic remodeling in preimplantation embryos: cows are not big mice. // *Animal Reproduction*. 2018. Vol. 15. No. 3. Pp. 204–214.
10. Singh B., Mal G., Gautam S. K., Mukesh M. Parthenogenesis – A potential tool to reproductive biotechnology. // *Advances in Animal Biotechnology*. 2019. Springer. Pp. 239–248.
11. Smith L. C., Therrien J., Filion F., Bressan F., Meirelles F. V. Epigenetic consequences of artificial reproductive technologies to the bovine imprinted genes SNRPN, H19/IGF2, and IGF2R // *Frontiers in genetics*. 2015. Vol. 6 No. 58. Pp. 1–6. DOI: 10.3389/fgene/2015.00058.
12. Wu J., Vilarino M., Suzuki K., et al. CRISPR-Cas9 mediated one-step disabling of pancreatogenesis in pigs // *Scientific reports*. 2017. Vol. 7. P. 10487. DOI: 10.1038/s41598-017-08596-5.
13. Yamaguchi T., Ito M., Kuroda K., Takeda S., Tanaka A. The establishment of appropriate methods for egg-activation by human PLCZ1 RNA injection into human oocyte // *Cell Calcium*. 2017. Vol. 65. Pp. 22–30. DOI: 10.1016/j.ceca.2017.03.002.
14. Yum S. Y., Youn K. Y., Choi W. J., Jang G. Development of genome engineering technologies in cattle: from random to specific // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2018. Vol. 9. No. 16. DOI: 10.1186/s40104-018-0232-6.
15. Zhong C., Xie Z., Yin Q., Dong R., Yang S., Wu Y., Yang L., Li J. Parthenogenetic haploid embryonic stem cells efficiently support mouse generation by oocyte injection // *Cell research*. 2016. Vol. 26. Pp. 131–134.
16. Zuo Z., Niu Z., Liu Z., Ma J., Qu P., Qiao F., Su J., Zhang Y., Wang Y. The effects of glycine-glutamine dipeptide replaced L-glutamine on bovine parthenogenetic and IVF embryo development // *Theriogenology*. 2020. Vol. 141. Pp. 82–90.

Об авторах:

Татьяна Ивановна Кузьмина¹, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией биологии развития, ORCID 0000-0002-4218-6080, AuthorID 78163, +7 921 392-19-47, prof.kouzmina@mail.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал федерального научного центра животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста, Пушкин, Россия

Partenogenetic development of *Bos taurus* embryos from oocytes matured in different culture systems

T. I. Kuzmina¹✉

¹ All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – the branch of Federal Scientific Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock named after academician L. K. Ernst, Pushkin, Russia

✉E-mail: prof.kouzmina@mail.ru

Abstract. Identification of the factors determining of donor's oocyte competence to parthenogenetic development will allow developing an effective method for obtaining parthenotes to solve fundamental problems of regulating gene activity in ontogenesis, creating homozygous embryonic stem cell lines, improving the stages of cloning technology, and modeling of in vitro oocyte maturation media. **The purpose** of study is to evaluate the potencies of *Bos taurus* oocytes matured in different culture systems to cold shock-induced parthenogenesis. **Methods.** For oocyte maturation, culture systems of the following composition were used: 1 – TC-199 with 10 % fetal bovine serum (FBS), 50 µg/ml estradiol, 10 µg/ml luteinizing hormone, 10 µg/ml follicle-stimulating hormone; 2 – TC-199 with 10 % estrous serum of cows; 3 – TC-199 with 50 % fluid from follicles (Ø 3–8 mm); 4 – TC-199 with 50 % protein of follicular fluid (molecular weight of 65 kDa); 5 – TC-199 with 10 % FBS, 1×10⁶ granulosa cells/ml medium; 6 – TC-199 with 10 % FBS and walls of follicles (Ø 6–8 mm); 7 – TC-199 with 10 % FBS, 1×10⁶ granulosa cells/ml medium and walls of follicles (Ø 6–8 mm). After 24 hours of cultivation, the oocytes were activated by cold shock (exposure time 20 minutes, temperature 0...–4 °C). **Results.** The proportion of embryos at the stages of late morula and blastocysts from oocytes matured in system 7 was 45 % (58/129), which was significantly higher than in other systems: 1 – 28 % (39/141), $P < 0.05$; 2 – 31 % (42/137), $P < 0.05$; 3 – 25 % (33/133), $P < 0.01$; 4 – 18 % (25/139), $P < 0.001$; 5 – 31 % (41/132), $P < 0.05$; 6 – 33 % (43/129). The introduction of estradiol or structural components of antral follicles into the oocytes maturation medium contributed to an increase in the proportion of parthenotes at the preimplantation stages of development, including blastocysts, and a decrease in the level of degenerated embryos. **Scientific novelty.** A comparative morphological analysis of the potentials for parthenogenesis of bovine oocytes matured in various culture systems and activated by cold shock was carried out for the first time. Optimal systems for in vitro maturation of female gametes were proposed. Based on the analysis of the results, we recommend before induction to parthenogenesis bovine oocytes culture in media supplemented with 50 ng/ml estradiol or structural components of antral follicles producing estradiol.

Keywords: oocytes, in vitro maturation, estradiol, parthenotes, culture systems, *Bos taurus*.

For citation: Kuzmina T. I. Partenogeneticheskoe razvitie embrionov *Bos taurus* iz ootsitov, sozrevshikh v razlichnykh sistemakh kul'tivirovaniya [Partenogenetic development of *Bos taurus* embryos from oocytes matured in different culture systems] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 66–72. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-66-72. (In Russian.)

Paper submitted: 04.03.2020.

References

1. Kuz'mina T. I., Molchanov A. V., Stanislavovich T. I., Tatarskaya D. N. Modernizatsiya etapov tekhnologii ekstrakorporal'nogo sozrevaniya donorskikh ootsitov *Bos taurus* [Modeling of extracorporeal maturation systems of *Bos taurus* oocytes using structural components of ovarian follicles] // The Agrarian Scientific Journal. 2017. No. 3. Pp. 9–14. (In Russian.)
2. Kuz'mina T. I., Chistyakova I. V. Modelirovanie sistem ekstrakorporal'nogo sozrevaniya ootsitov *Bos taurus* s ispol'zovaniem strukturnykh komponentov ovarial'nykh follikulov [Modernization of the stages of in vitro donor oocytes maturation technology in *Bos taurus*] // Dairy and Beef Cattle Farming. 2019. No. 6. Pp. 20–22. (In Russian.)
3. Camargo L. S. A., Costa F. Q., Munk M., Wohlfres-Viana S., Serapião R. V., Carvalho B. C., Campos P. H. Jr., Vieira A. C., Nogueira L. A. G., Viana J. H. M. Contrasting effects of heat shock during in vitro maturation on development of in vitro-fertilized and parthenogenetic bovine embryos // Reproduction domestic animal. 2019. Vol. 54. No. 10. Pp. 1357–1365.
4. Català M. G., Roura M., Contreras I., Izquierdo D., Paramio T. In vitro embryo production of lamb oocytes after IVF, ICSI and parthenogenetic activation in autumn and winter // Animal reproduction science. 2016. Vol. 13. No. 3. P. 638.
5. Kaneda M., Takahashi M., Yamanaka K. I., Saito K., Taniguchi M., Akagi S., Watanabe S., Nagai T. Epigenetic analysis of bovine parthenogenetic embryonic fibroblasts. // Journal of Reproduction and Development. 2017. Vol. 63. No. 4. Pp. 365–375. DOI: 10.1262/jrd.2017-040.
6. Mendonça A. D. S., Silveira M. M., Rios A. F. L., Mangiavacchi P. M., Caetano A. R., Dode M. A. N., Franco M. M. DNA methylation and functional characterization of the XIST gene during in vitro early embryo development in cattle. // Epigenetics. 2019. Vol. 14. No. 6. Pp. 568–588. DOI: 10.1080/15592294.2019.1600828.
7. Monzani P. S., Adona P. R., Ohashi O. M., Meirelles F. V., Wheeler M. B. Transgenic bovine as bioreactors: Challenges and perspectives // Bioengineered. 2016. Vol. 7. No. 3. Pp. 123–131. DOI: 10.1080/21655979.2016.1171429.
8. Que E. L., Duncan F. E., Lee H. C., Hornick J. E., Vogt S., Fissore R. A., O'Halloran T. V., Woodruff T. K. Bovine eggs release zinc in response to parthenogenetic and sperm-induced egg activation // Theriogenology. 2019. Vol. 127. Pp. 41–48. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2018.12.031.
9. Ross P. J., Sampaio R. V. Epigenetic remodeling in preimplantation embryos: cows are not big mice. // Animal Reproduction. 2018. Vol. 15. No. 3. Pp. 204–214.
10. Singh B., Mal G., Gautam S. K., Mukesh M. Parthenogenesis – A potential tool to reproductive biotechnology. // Advances in Animal Biotechnology. 2019. Springer. Pp. 239–248.
11. Smith L. C., Therrien J., Filion F., Bressan F., Meirelles F. V. Epigenetic consequences of artificial reproductive technologies to the bovine imprinted genes SNRPN, H19/IGF2, and IGF2R // Frontiers in genetics. 2015. Vol. 6 No. 58. Pp. 1–6. DOI: 10.3389/fgene.2015.00058.
12. Wu J., Vilarino M., Suzuki K., et al. CRISPR-Cas9 mediated one-step disabling of pancreatogenesis in pigs // Scientific reports. 2017. Vol. 7. P. 10487. DOI: 10.1038/s41598-017-08596-5.
13. Yamaguchi T., Ito M., Kuroda K., Takeda S., Tanaka A. The establishment of appropriate methods for egg-activation by human PLCZ1 RNA injection into human oocyte // Cell Calcium. 2017. Vol. 65. Pp. 22–30. DOI: 10.1016/j.ceca.2017.03.002.
14. Yum S. Y., Youn K. Y., Choi W. J., Jang G. Development of genome engineering technologies in cattle: from random to specific // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2018. Vol. 9. No. 16. DOI: 10.1186/s40104-018-0232-6.
15. Zhong C., Xie Z., Yin Q., Dong R., Yang S., Wu Y., Yang L., Li J. Parthenogenetic haploid embryonic stem cells efficiently support mouse generation by oocyte injection // Cell research. 2016. Vol. 26. Pp. 131–134.
16. Zuo Z., Niu Z., Liu Z., Ma J., Qu P., Qiao F., Su J., Zhang Y., Wang Y. The effects of glycine-glutamine dipeptide replaced L-glutamine on bovine parthenogenetic and IVF embryo development // Theriogenology. 2020. Vol. 141. Pp. 82–90.

Authors' information:

Tatiana I. Kuzmina¹, doctor of biological sciences, professor, head of the laboratory of developmental biology, ORCID 0000-0002-4218-6080, AuthorID 78163, +7 921 392-19-47, prof.kouzmina@mail.ru

¹ All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – the branch of Federal Scientific Center for Animal Husbandry – All-Russian Research Institute of Livestock named after academician L. K. Ernst, Pushkin, Russia

Взаимосвязь между развитием внутренних органов у молодняка овец и биохимическими показателями сыворотки крови

А. В. Паштетская^{1✉}, А. П. Марынич², П. С. Остапчук³, С. А. Емельянов³

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

² Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

³ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

✉E-mail: pashtetskaia@gmail.com

Аннотация. Фактор кормления является важным условием в обеспечении нормальной жизнедеятельности овец. Любые внешние отклонения вызывают метаболический стресс, параметры биохимического профиля меняются, а анализ развития внутренних органов у овец в постэмбриональный период имеет большой научный интерес, поскольку абсолютная масса органов увеличивается в ходе онтогенеза. **Цель исследования.** Изучить результаты влияния биохимических показателей сыворотки крови у молодняка овец на формирование внутренних органов на фоне липосомальной формы антиоксидантов с включением йода. **Методы.** Контрольная группа баранчиков получала основной рацион (ОР), а опытная – ОР с добавлением антиоксидантов в липосомальной форме с содержанием органического йода из расчета 5 г/гол. Определяли биохимические показатели сыворотки крови, развитие внутренних органов молодняка овец и корреляционную взаимосвязь полученных показателей. **Результаты.** Установлено, что ферменты, связанные с деятельностью печени и поджелудочной железы, имеют достоверное преимущество у животных опытной группы на 11,5–25,1 % ($p \leq 0,01$). Отмечены также достоверные преимущества по ферментам, участвующим в почечном обмене, которые превышают контрольных аналогов на 10,7 % ($p \leq 0,05$). Повышается содержание тироксина общего у молодняка опытной группы на 5,3 % ($p \leq 0,05$). Органы желудочно-кишечного тракта характеризуются повышенной массой. Сопряженность между развитием внутренних органов и ферментами сыворотки крови усиливается между печеночными и почечными ферментами в связи с развитием органов пищеварения у молодняка опытных групп. **Научная новизна исследований.** Липосомальная форма антиоксидантов позволяет произвести селективную доставку витальных составов в ткани в оптимальных концентрациях, эффективность ее использования в овцеводстве практически не изучена, а в связи с перспективой наращивания производства баранины в Республике Крым становится актуальным вопрос получения экологически чистой продукции, с минимальным использованием ветеринарных препаратов и кормовых добавок на химической основе; использование антиоксидантов в липосомальной форме – это весомый шаг на пути к достижению этой цели.

Ключевые слова: цигайская порода, молодняк, антиоксиданты, биохимия сыворотки, внутренние органы, корреляция.

Для цитирования: Паштетская А. В., Марынич А. П., Остапчук П. С., Емельянов С. А. Взаимосвязь между развитием внутренних органов у молодняка овец и биохимическими показателями сыворотки крови // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 73–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-73-80

Дата поступления статьи: 15.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время овцеводческая отрасль сосредоточена на увеличении производства мяса и улучшении его качества. Поэтому перед учеными и практиками возникает проблема выращивания здоровых, жизнеспособных животных, с высокой продуктивностью, нацеленной на получение качественных и экологически чистых продуктов [1, с. 713].

Сосредотачиваясь на получение экологически чистой и качественной продукции в отдельно взятом регионе, следует учитывать его особенности – не только климатические, но и природные. Так, для Крыма характерен дефицит йода в окружающей среде [2, с. 18]. Последствия такого

дефицита являются залогом формирования проблем как в медицинской сфере, так и в социальном аспекте [3, с. 27]. Следует также признать существование такой проблемы для многих регионов Российской Федерации [4, с. 104], [5, с. 42], [6, с. 14] и за рубежом [7, с. 12], [8, с. 197], [9, с. 115], [10, 200 с.].

Дефицит йода может быть легко предотвращен с помощью обогащения йодом продуктов питания – этот фактор впервые был обнаружен в Швейцарии в 1922 году. С тех пор во многих частях мира были внедрены программы профилактики дефицита йода путем обогащения этим ценным элементом поваренную соль, а также корм для животных. Однако проблемы остаются из-за фрагмен-

тарности подходов: существуют программы обогащения йодом на различных носителях: йодидом калия обрабатывают различные пищевые продукты (например, хлеб, молочные продукты), внедряются целевые программы по йодированию соли. Кроме того, мониторинг и оценка программ профилактики дефицита йода в разных странах либо отсутствуют, либо не носят систематического характера, а экономическая эффективность профилактики дефицита йода практически не изучена, вероятно, потому, что широко распространено мнение, что из-за низкой стоимости обогащения соли такие программы обеспечивают выгодное соотношение цены и качества [11, с. 204].

Поскольку внешние факторы являются важным условием в обеспечении нормальной жизнедеятельности овец [12, с. 128], к которым относится и кормление, биохимический профиль крови является важным лабораторным диагностическим методом, который можно эффективно использовать для оценки состояния питания и здоровья животных [13, с. 40].

Исходя из вышеизложенного, применение антиоксидантов, содержащих недостающие в биосфере микроэлементы, является важным фактором как в обогащении рациона животных дефицитной субстанцией, так и впоследствии обогащением этими ценными элементами продуктов животноводства [14, с. 64]. В свою очередь, активность антиоксидантов является чувствительным маркером окислительного стресса, поскольку их уровни могут увеличиваться или уменьшаться в ответ на воздействие на организм активных форм кислорода [15, с. 997]. Исходя из этого, любые физиологические отклонения вызывают метаболический стресс, а параметры биохимического профиля меняются [16, с. 181], [17, с. 62].

Любые изменения в питании влекут за собой не только биохимические изменения, но и влияют на динамику развития внутренних органов животных. Анализ развития внутренних органов отводится важное место в зоотехнии, поскольку в постэмбриональный период абсолютная масса органов увеличивается при снижении относительной [18, с. 113].

Основной целью исследований стало изучение влияния биохимических показателей сыворотки крови у молодняка овец на формирование внутренних органов на фоне липосомальной формы антиоксидантов с включением йода.

Методология и методы исследования (Methods)

Научно-хозяйственный опыт проводился в 2017–2019 гг. в К(Ф)Х «Открытое» Сакского района Республики Крым. Объектом исследования являлся молодняк цигайской породы (баранчики). Для проведения опыта из ягнят-единцов окота 2018 года было отобрано две группы баранчиков по 10 голов в каждой по методу групп-аналогов. Контрольная группа ($n = 10$) баранчиков получала основной рацион (ОР), а опытная – ОР с добавлением антиоксидантов в липосомальной форме с содержанием органического йода из расчета 5 г/гол. в сутки. Внутренний гомеостаз животных оценивали согласно биохимическим показателям сыворотки крови [19, с. 77]. Для лабораторных исследований забор крови осуществляли из яремной вены животных с утра до кормления ($n = 3$). Общее количество белка, альбумина, щелочной фосфатазы, глюкозы,

активность органоспецифических маркеров цитолиза гепатоцитов – аспаратаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ), калий (К), неорганический фосфор (Р), креатинина, альфа-амилазы, билирубина и уреазы – устанавливали спектрофотометрическим методом на автоматическом биохимическом анализаторе Vitalab Flexor E (Нидерланды) на базе клинично-диагностической лаборатории НИИСХ Крыма. Использованы реагенты производства «ДиаВетТест». Содержание кальция, γ -глутамилтрансферазы (ГГТ), тироксина общего (Т4) и холестерина – спектрофотометрическим методом на автоматическом биохимическом анализаторе в лаборатории ветеринарной клиники «Авва» (г. Симферополь).

Для изучения закономерностей развития внутренних органов и формирования мясной продуктивности проводили контрольный убой баранчиков после откорма ($n = 3$) в соответствии с методикой ВИЖ. Учитывали убойные характеристики: предубойная живая масса после 12-часовой голодной выдержки и убойная масса. Внутренние органы взвешивали с точностью до 1 г. Изучение популяционно-генетических параметров (корреляция и биометрия исследуемых признаков) осуществлялось по общепринятым методикам на базе электронных таблиц Excel.

Результаты (Results)

В таблице 1 приведены данные биохимических исследований крови молодняка овец в опыте. Кровь была взята у животных в возрасте 12 месяцев.

Ферменты, характеризующие деятельность печени и поджелудочной железы имеют достоверное преимущество у животных опытной группы по глюкозе – на 25,1 % ($p \leq 0,01$), аланинаминотрансферазе – на 18,8 % ($p \leq 0,05$), аспаратаминотрансферазе – на 12,5 % ($p \leq 0,01$), γ -глутамилтрансферазе – на 11,5 % ($p \leq 0,05$). По остальным ферментам, участвующим в печеночном обмене и работе поджелудочной железы, отличия не являются достоверными.

Отмечены достоверные преимущества по ферментам, участвующим в почечном обмене: содержание креатинина в сыворотке крови животных опытной группы превышает контрольных на 10,7 % ($p \leq 0,05$), уровень мочевины незначительно снизился на 1,2 %, а уровень кальция и калия достоверно повысился на 2,8 и 26,1 % ($p \leq 0,05$) соответственно.

Происходит увеличение тироксина общего у молодняка опытной группы на 5,3 % ($p \leq 0,05$). Значение тироксина в овцеводстве доказано введением этого гормона искусственным путем [20, с. 315]: было отмечено повышение живой массы на фоне увеличения интенсивности скорости роста у животных.

В настоящее время овцеводство ориентировано на увеличение производства мяса и улучшение качества мясной продукции. Поэтому решение проблемы выращивания выносливых и здоровых животных, повышения их продуктивности, а также получение качественных экологически чистых продуктов становится актуальной [21, с. 955], [22, с. 2517], [23, с. 502].

В таблице 2 приведены убойные показатели и морфология внутренних органов у молодняка овец в опыте.

Таблица 1

Биохимические исследования сыворотки крови молодняка овец, $n = 3$

Показатель	Контрольная группа			Опытная группа		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$
Общий белок, г/л	65,97	1,18	3,10	68,08	2,28	5,79
Альбумин, г/л	40,10	1,89	8,15	42,90	1,19	4,82
Глюкоза, ммоль/л	3,68	0,13	5,92	4,60**	0,19	7,25
АЛТ, ед/л	22,76	1,00	7,64	27,04*	1,55	9,95
АСТ, ед/л	66,40	1,46	3,82	74,70**	1,42	3,30
ГГТ, ед/л	39,17	1,48	6,52	43,68*	1,40	5,54
Щелочная фосфатаза, ед/л	288,40	11,8	7,07	344,8**	8,16	4,10
Креатинин, ммоль/л	63,60	1,62	4,40	70,40*	2,16	5,31
Мочевина, ммоль/л	6,22	0,03	0,89	6,14	0,06	1,77
Билирубин общий, мкмоль/л	3,33	0,26	13,33	3,00	0,38	22,22
Билирубин прямой, мкмоль/л	15,83	0,90	9,82	16,00	0,77	8,33
Холестерин, ммоль/л	1,33	0,09	11,67	1,40	0,12	14,41
Амилаза, ед/л	1,77	0,03	3,39	1,81	0,05	5,02
Калий, ммоль/л	4,60	0,19	7,25	5,80*	0,38	11,49
Фосфор, ммоль/л	2,70	0,15	9,88	3,03	0,14	7,92
Кальций, ммоль/л	2,55	0,13	9,15	2,62	0,07	4,58
Тироксин общий, нмоль/л	56,30	0,83	3,41	59,31*	0,79	3,20

Table 1

Biochemical studies of blood serum of young sheep, $n = 3$

Indicator	Control group			Experimental group		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$
Total protein, g/l	65.97	1.18	3.10	68.08	2.28	5.79
Albumin, g/l	40.10	1.89	8.15	42.90	1.19	4.82
Glucose, mmol/l	3.68	0.13	5.92	4.60**	0.19	7.25
Alanine aminotransferase, U/l	22.76	1.00	7.64	27.04*	1.55	9.95
Aspartate aminotransferase, U/l	66.40	1.46	3.82	74.70**	1.42	3.30
γ -glutamyltransferase, U/l	39.17	1.48	6.52	43.68*	1.40	5.54
Alkaline phosphatase, U/l	288.40	11.8	7.07	344.8**	8.16	4.10
Creatinine, mmol/l	63.60	1.62	4.40	70.40*	2.16	5.31
Urea, mmol/l	6.22	0.03	0.89	6.14	0.06	1.77
Total bilirubin, μ mol/l	3.33	0.26	13.33	3.00	0.38	22.22
Direct bilirubin, μ mol/l	15.83	0.90	9.82	16.00	0.77	8.33
Cholesterol, mmol/l	1.33	0.09	11.67	1.40	0.12	14.41
Amylase, U/l	1.77	0.03	3.39	1.81	0.05	5.02
Potassium, mmol/l	4.60	0.19	7.25	5.80*	0.38	11.49
Phosphorus, mmol/l	2.70	0.15	9.88	3.03	0.14	7.92
Calcium, mmol/l	2.55	0.13	9.15	2.62	0.07	4.58
Thyroxine, μ mol/l	56.30	0.83	3.41	59.31*	0.79	3.20

За счет высшей предубойной живой массы на 4 кг (7,3 %) отмечен повышенная убойная масса на 2,2 кг или 9,7 % у молодняка опытной группы. Разность достоверная ($p \leq 0,05$). Соответственно, убойный выход у животных опытной группы выше на 0,97 абс. процента или 2,3 % ($p \leq 0,05$).

Органы желудочно-кишечного тракта характеризуются повышенной массой: разница по массе кишечника составляет 0,19 кг или 10,9 % ($p \leq 0,05$). Пищеварительная функция кишечника тесно связана с архитектурой слизистой оболочки, в частности с плотностью, формой и размером.

Во время постнатального развития архитектура эпителия заметно меняется [24, с. 112]. Эти изменения отражаются в структуре клеток крипты, которые присутствуют на стенках ворсинок [25, с. 87]. Кишечные ворсинки выполняют еще одну, не менее важную, функцию – защитную. Обосновано это тем, что поры, которые образуют данные частички, имеют незначительные размеры, поэтому бактерии не попадают из полости кишечника во внутреннюю среду организма. Таким образом, кишечные ворсинки защищают кишечник от ядов, токсинов, грубой пищи, а также всевозможных болезненных микроорганизмов. Они яв-

Таблица 2
Убойные показатели и морфология внутренних органов у молодняка овец, $n = 3$

Показатель	Контроль			Опыт		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$
Живая масса предубойная, кг	55,00	0,77	2,42	59,00*	1,15	3,39
Убойная масса, кг	23,03	0,44	3,31	25,27*	0,56	3,82
Убойный выход, %	41,87	0,22	0,90	42,83*	0,13	0,52
Желудок (все отделы), кг	1,376	0,033	4,22	1,429	0,015	1,77
Кишечник (все отделы), кг	1,709	0,066	6,65	1,894*	0,041	3,77
Селезенка, кг	0,087	0,004	8,21	0,090	0,002	3,70
Печень, кг	0,769	0,039	8,69	0,905*	0,036	6,85
Сердце, кг	0,140	0,002	2,38	0,148	0,008	9,46
Легкие с трахеей, кг	0,711	0,016	3,81	0,786*	0,010	2,21
Почки, кг	0,112	0,002	2,77	0,119*	0,002	2,98
Кожа парная, кг	6,95	0,07	1,66	7,300*	0,10	2,37

Table 2
Slaughter indicators and morphology of internal organs in young sheep, $n = 3$

Indicator	Control group			Experimental group		
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$C_v, \%$
Live weight pre-slaughter, kg	55.00	0.77	2.42	59.00*	1.15	3.39
Slaughter weight, kg	23.03	0.44	3.31	25.27*	0.56	3.82
Slaughter yield, %	41.87	0.22	0.90	42.83*	0.13	0.52
The stomach (all branches), kg	1.376	0.033	4.22	1.429	0.015	1.77
Intestines (all departments), kg	1.709	0.066	6.65	1.894*	0.041	3.77
Spleen, kg	0.087	0.004	8.21	0.090	0.002	3.70
Liver, kg	0.769	0.039	8.69	0.905*	0.036	6.85
Heart, kg	0.140	0.002	2.38	0.148	0.008	9.46
Lungs with trachea, kg	0.711	0.016	3.81	0.786*	0.010	2.21
Kidneys, kg	0.112	0.002	2.77	0.119*	0.002	2.98
Leather, kg	6.95	0.07	1.66	7.300*	0.10	2.37

ляются своеобразным защитным барьером естественной физиологии. При нормальной работе ворсинок практически все патогенные микроорганизмы и вредные частички будут оставаться в полости кишечника и со временем выведутся из организма естественным путем.

В ходе изучения данных сопряженности биохимических показателей сыворотки крови и массы внутренних органов у молодняка изучаемых групп была выявлена следующая закономерность.

У контрольной группы молодняка взаимосвязь между живой предубойной массой достоверную закономерность имеет прямую с глюкозой ($0,88 \pm 0,22$ при $p \leq 0,01$) в сыворотке крови и обратную – с тироксином ($-0,91 \pm 0,17$ при $p \leq 0,01$); аналогично – и в связи с убойной массой, соответственно, $0,97 \pm 0,07$ при $p \leq 0,001$ и $-0,79 \pm 0,34$ при $p \leq 0,05$). Отрицательный уровень тироксина отмечен в связи с массой кишечника, селезенки и почек соответственно $-0,90 \pm 0,19$ при $p \leq 0,01$; $-0,80 \pm 0,36$ при $p \leq 0,05$ и $-0,85 \pm 0,28$ при $p \leq 0,05$.

У молодняка контрольной группы щелочная фосфатаза отрицательно связана с развитием органов пищеварения ($-0,99 \pm 0,11$ при $p \leq 0,001$ – у желудка; $-0,82 \pm 0,23$ при $p \leq 0,05$ – у печени и $-0,97 \pm 0,17$ при $p \leq 0,001$ – у селезенки), а у животных опытной группы эта связь положи-

тельная: щелочная фосфатаза с желудком – $0,74 \pm 0,32$ при $p \leq 0,05$, печени – $0,98 \pm 0,08$ при $p \leq 0,001$ и селезенкой – $0,72 \pm 0,29$ при $p \leq 0,05$.

Печеночные ферменты – аланинаминотрансфераза и аспаратаминотрансфераза – отрицательно связаны с развитием печени у молодняка контрольной группы соответственно $-0,97 \pm 0,06$ при $p \leq 0,001$ и $-0,81 \pm 0,34$ при $p \leq 0,05$. В ходе изучения этих взаимосвязей у молодняка контрольной группы эта взаимосвязь была обратной: $0,87 \pm 0,24$ при $p \leq 0,05$ и $0,98 \pm 0,04$ при $p \leq 0,001$.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В ходе изучения эффективности применения липосомальной формы антиоксидантов, обогащенных йодом на молодняке овец цигайской породы, было установлено, что ферменты, характеризующие деятельность печени и поджелудочной железы, имеют достоверное преимущество у животных опытной группы на $11,5\text{--}25,1\%$ ($p \leq 0,01$). Отмечены также достоверные преимущества по ферментам, участвующим в почечном обмене, которые превышают контрольных аналогов на $10,7\%$ ($p \leq 0,05$). Повышается содержание тироксина общего у молодняка опытной группы на $5,3\%$ ($p \leq 0,05$). За счет повышенной предубойной живой массы на $7,3\%$ ($p \leq 0,05$) отмечено повышение убойной массы на $9,7\%$ ($p \leq 0,05$) у молодняка опытной

группы. Органы желудочно-кишечного тракта характеризуются повышенной массой. Рассчитанная сопряженность между развитием внутренних органов и ферментами слюенной крови показали усиление связей между печеночными и почечными ферментами в связи с развитием органов пищеварения у молодняка опытных групп.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках тем НИР «Оценить закономерности получения и рационального использования новых селекционных форм сельскохозяйственных животных» № ГР АААА-А16-116022610122-2.

Библиографический список

1. Afanasev M.A., Skorykh L.N., Kovalenko D.V., Sergienko A.S., Fursov D.I. Studying Meat Productivity And Morphological Indicators Of Sheep By Biophysical Methods. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. May–June. No. 9 (3). P. 713.
2. Иванов С. В., Гук М. Г., Фазылова Ф. Р., Плиско Е. Ф. Взаимосвязь химического состава почвы и поверхностных вод Республики Крым и их влияние на развитие эндемичных заболеваний // Центральный научный вестник. 2018. Т. 3. № 10 (51). С. 15–19.
3. Безруков О. Ф., Ильченко Ф. Н., Аблаев Э. Э., Зима Д. В. Геохимические факторы зобообразования // Таврический медико-биологический вестник. 2017. Т. 20. № 3. С. 23–27.
4. Афанасьева А. И., Сарычев В. А. Влияние различных доз йодсодержащего препарата «Монклавит-1» на уровень тиреоидных гормонов щитовидной железы в крови лакирующих овец Западносибирской мясной породы // Вестник КрасГАУ. 2018. № 6. С. 100–104.
5. Селионова М. И., Михайленко А. К., Чижова Л. Н., Чотчаева Ч. Б., Суржикова Е. С. Морфо-биохимические функции организма овец и их коррекция в условиях йододефицита // Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 1. С. 42–53. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-42-53.
6. Мельниченко Г. А., Трошина Е. А., Платонова Н. М., Панфилова Е. А., Рыбакова А. А., Абдулхабирова Ф. М., Бостанова Ф. А. Йододефицитные заболевания щитовидной железы в Российской Федерации: современное состояние проблемы. Аналитический обзор публикаций и данных официальной государственной статистики (Росстат) // Consilium Medicum. 2019. № 21 (4). С. 14–20. DOI: 10.26442/20751753.2019.4.190337.
7. Гусейнова С. Я., Гулиева Р. Т., Яхьяева Ф. Р., Гусейнов Т. М. Проблема йододефицита в Азербайджане. Роль микроэлемента селена в регуляции метаболизма йода // Биомедицина. 2019. Т. 17. № 2. С. 12. DOI: 10.24411/1815-3917-2019-10010.
8. Исмаилов С. И., Рашитов М. М. Результаты эпидемиологических исследований распространенности йододефицитных заболеваний в Республике Узбекистан // Международный эндокринологический журнал. 2017. № 13. С. 197–201. DOI: 10.22141/2224-0721.13.3.2017.104119.
9. Köhrle J. The Colorful Diversity of Thyroid Hormone Metabolites // European Thyroid Journal. 2019. No. 8. P. 115–129. DOI: 10.1159/000497141.
10. Völzke H., Erlund I., Hubalewska-Dydejczyk A., et al. How Do We Improve the Impact of Iodine Deficiency Disorders Prevention in Europe and Beyond? // European Thyroid Journal. 2018. No. 7. Pp. 193–200. DOI: 10.1159/000490347.
11. Völzke H. The EU thyroid Consortium: The Krakow Declaration on Iodine: Tasks and responsibilities for prevention programs targeting iodine deficiency disorders // European Thyroid Journal. 2018. No. 7. Pp. 201–204. DOI: 10.1159/000490143.
12. Волнин А. А., Мишуров А. В. Влияние генетического фактора на пищеварение и обмен веществ овец // Международный научно-исследовательский журнал. Серия Биологические науки. 2019. № 9 (87). Ч. 1. С. 122–128. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.87.9.021>.
13. Боголюбова Н. В., Романов В. Н. Биохимический статус овец при включении в рацион природной минеральной добавки // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 3 (39). С. 37–40.
14. Рыков Р. А., Боголюбова Н. В., Фомичев Ю. П. Изменение направленности межклеточного обмена у овец под влиянием антиоксиданта и органического йода // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 9. С. 61–64. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10913.
15. Mann I. K., Chatterjee R., Zhao J., He. X., Weirauch M.T., Hughes T. R., Vinson C. CG methylated microarrays identify a novel methylated sequence bound by the CEBPB|ATF4 heterodimer that is active in vivo // Genome Research. 2013. No. 23. Pp. 988–997. DOI: 10.1101/gr.146654.112.
16. Ercan N., Kockaya M., Ograk Y. Z. Determination of some blood parameters during pregnancy and lactation periods in healthy Akkaraman Kangal ewes // Eurasian Journal of Veterinary Sciences. 2016 No. 32. Pp. 178–181. DOI: 10.15312/EurasianJVetSci.2016318397.
17. Stevanović O., Stojiljković M., Nedić D. Variability of blood serum biochemical parameters in karakachan sheep // Biotechnology in Animal Husbandry. 2015. No. 31 (1). Pp. 55–62.
18. Хайитов А. Х., Джуроева У. Ш. Особенности формирования внутренних органов и морфологических частей туши у овец // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 1 (50). С. 107–113.
19. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных: справочник. СПб. : ЛЕМА, 2013. 116 с.
20. Чижова Л. Н., Шарко Г. Н., Михайленко А. К., Чотчаева Ч. Б. Метаболический и иммунологический профиль овец в условиях йододефицита // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2017. Т. 1. № 10. С. 310–315.

21. Skorykh L. N., Afanasev M. A., Kisyuk V. A., Konik N. V. Using biophysical methods in sheep breeding // Engineering for Rural Development Latvia University of Agriculture, Latvia Academy of Agricultural and Forest Sciences, Section of Engineering. 2017. Pp. 951–955.
22. Degtyarev D. Yu., Emelyanov S. A., Skorykh L. N. Prediction of the epizootic situation in the natural foci of tularemia area for biological risk assessment of food production // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7 (5). Pp. 2514–2517.
23. Emelyanov S. A., Skorykh L. N., Molchanov A. V., Konik N. V., Maslova L. F. Planet ecosystem interrelations' impact on food safety considering anthropogenic factors // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. RJPBCS 8 (6). Pp. 495–502.
24. Zabielski R., Laubitz D., Woliński J., Guilloteau P. Nutritional and hormonal control of gut epithelium remodeling in neonatal piglets // Journal of Animal and Feed Sciences. 2005. Vol. 14 (S1). Pp. 99–112.
25. Skrzypek T., Valverde Piedra J. L., Skrzypek H., Woliński J., Kazimierzczak W., Szymańczyk S., Pawłowska M., Zabielski, R. Light and scanning electron microscopy evaluation of the postnatal small intestinal mucosa development in pigs // Journal of Physiology and Pharmacology. 2005. Vol. 56 (S3). Pp. 71–87.

Об авторах:

Александра Владимировна Паштетская¹, научный сотрудник сектора стандартизации отдела информации, стандартизации и патентно-лицензионной работы, ORCID 0000-0001-5949-2829, AuthorID 957211; +7 978 715-24-79, pashtetskaia@gmail.com

Александр Павлович Марынич², доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой кормления животных и общей биологии, ORCID 0000-0001-7621-2374, AuthorID 379086

Павел Сергеевич Остапчук³, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978

Сергей Анатольевич Емельянов³, кандидат биологических наук, научный сотрудник, ORCID 0000-0002-5429-8442, AuthorID 492945

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

² Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

³ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

Relationship between the development of internal organs in young sheep and biochemical parameters of blood serum

A. V. Pashtetskaya¹✉, A. P. Marynich², P. S. Ostapchuk³, S. A. Emelyanov³

¹ The Labour Red Banner Order Nikitskiy Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nikita, Russia

² Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

³ Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

✉E-mail: pashtetskaia@gmail.com

Abstract. The feeding factor is an important condition in ensuring the normal life of the sheep. Any external abnormalities cause metabolic stress, the parameters of the biochemical profile change, and the analysis of the development of internal organs in sheep in the post-embryonic period is of great scientific interest, since the absolute mass of organs increases during ontogenesis. Any external abnormalities cause metabolic stress. The parameters of the blood's biochemical profile change. Analysis of the development of internal organs in sheep in the post-embryonic period is of great scientific interest. This is because the mass of organs increases during ontogenesis. **Purpose of research.** To study the results of the influence of biochemical parameters of blood serum in young sheep on the formation of internal organs against the background of liposomal form of antioxidants with the inclusion of iodine. **The research methods.** The control group of young animal (rams) received the basic diet (BD). The experimental group received the BD with the addition of antioxidants in liposomal form with organic iodine content at the rate of 5 grams per head. The biochemical parameters of blood serum, the development of internal organs of young sheep and the correlation relationship of the obtained indicators were determined. **Results research.** Liver and pancreatic enzymes have a significant advantage in animals of the experimental group by 11.5–25.1 % ($p \leq 0.01$). The significant advantages for renal enzymes were observed in experimental animals by 10.7 % ($p \leq 0.05$) was stated. The total thyroxine content in young animals of the experimental group increases by 5.3 % ($p \leq 0.05$). Organs of the gastrointestinal tract were characterized by increased weight. The relationship between the development of internal organs and serum enzymes were enhanced between hepatic and renal enzymes in connection with the development of digestive organs in young animals of experimental groups. **The novelty.**

The liposomal form of antioxidants allows selective delivery of vital compounds to tissues in optimal concentrations. The effectiveness of its use in sheep farming has not been studied, and in connection with the prospect of increasing the production of lamb in the Republic of Crimea, the issue of obtaining environmentally friendly products with minimal use of veterinary drugs and chemical-based feed additives becomes urgent. Thus, the use of antioxidants in liposomal form is a significant step towards achieving this mission.

Keywords: tsigai breed, young animals, antioxidants, serum biochemistry, internal organs, correlation.

For citation: Pashetskaya A. V., Marynich A. P., Ostapchuk P. S., Emelyanov S. A. Vzaimosvyaz' mezhdu razvitiem vnutrennikh organov u molodnyaka ovets i biokhimicheskimi pokazatelyami syvorotki krovi [Relationship between the development of internal organs in young sheep and biochemical parameters of blood serum] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 73–80. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-73-80. (In Russian.)

Paper submitted: 15.04.2020.

References

1. Afanasev M.A., Skorykh L.N., Kovalenko D.V., Sergienko A.S., Fursov D.I. Studying Meat Productivity And Morphological Indicators Of Sheep By Biophysical Methods. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. May–June. No. 9 (3). P. 713.
2. Ivanov S. V., Guk M. G., Fazylova F. R., Plisko E. F. Vzaimosvyaz' khimicheskogo sostava pochvy i poverkhnostnykh vod Respubliki Krym i ikh vliyanie na razvitie endemichnykh zaboolevaniy [Interrelation of chemical composition of soil and surface waters of the Republic of Crimea and their influence on the development of endemic diseases] // Central Science Bulletin. 2018. Vol. 3. 10 (51). Pp. 15–19. (In Russian.)
3. Bezrukov O. F., Il'chenko F. N., Ablaev E. E., Zima D. V. Geokhimicheskie faktory zoboobrazovaniya [Geochemical factors of goiter formation] // Tavricheskiy Mediko-Biologicheskii Vestnik. 2017. Vol. 20. No. 3. Pp. 23–27. (In Russian.)
4. Afanasyeva A. I., Sarychev V. A. Vliyanie razlichnykh doz yodsoderzhashchego preparata "Monklavit-1" na uroven' tireoidnykh gormonov shchitovidnoy zhelezy v krovi lakiruyushchikh ovets Zapadnosibirskoy myasnoy porody [The effect of various doses of iodinated drug "Monklavit-1" on thyroid hormone level in the blood of lactation ewes of Wes-Siberian Meat Breed] // The Bulletin of KrasGAU. 2018. No. 6. Pp. 100–104. (In Russian.)
5. Selionova M. I., Mikhailenko A. K., Chizhova L. N., Chotchaeva Ch. B., Surzhikova E. S. Morfo-biokhimicheskie funktsii organizma ovets i ikh korrektsiya v usloviyakh yododefitsita [Morphobiochemical functions of the sheep organism and their adjustment in the conditions of iodine deficiency] // South of Russia: ecology, development. 2019. Vol. 14. No. 1. Pp. 42–53. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-1-42-53. (In Russian.)
6. Mel'nichenko G. A., Troshina E. A., Platonova N. M., Panfilova E. A., Rybakova A. A., Abdulkhabirova F. M., Bostanova F. A. Yododefitsitnye zaboolevaniya shchitovidnoy zhelezy v Rossiyskoy Federatsii: sovremennoe sostoyanie problemy. Analiticheskiy obzor publikatsiy i dannykh ofitsial'noy gosudarstvennoy statistiki (Rosstat) [Iodine deficiency thyroid disease in the Russian Federation: the current state of the problem. Analytical review of publications and data of official state statistics (Rosstat)] // Consilium Medicum. 2019. No. 21 (4). Pp. 14–20. DOI: 10.26442/20751753.2019.4.190337. (In Russian.)
7. Guseynova S. Ya., Gulieva R. T., Yakh'yeva F. R., Guseynov T. M. Problema yoddefitsita v Azerbaydzhanе. Rol' mikroelementa selena v regulatsii metabolizma yoda [The problem of iodine deficiency in Azerbaijan. Role of the microelement of selenium in the regulation of iodine metabolism] // Biomedicine. 2019. Vol. 17. No. 2. P. 12. DOI: 10.24411/1815-3917-2019-10010. (In Russian.)
8. Ismailov S. I., Rashitov M. M. Rezul'taty epidemiologicheskikh issledovaniy rasprostranennosti yododefitsitnykh zaboolevaniy v Respublike Uzbekistan [Results of epidemiological studies on the prevalence of iodine deficiency disorders in the Republic of Uzbekistan] // International journal of endocrinology. 2017. No. 13. Pp. 197–201. DOI: 10.22141/2224-0721.13.3.2017.104119. (In Russian.)
9. Köhrle J. The Colorful Diversity of Thyroid Hormone Metabolites // European Thyroid Journal. 2019. No. 8. P. 115–129. DOI: 10.1159/000497141.
10. Völzke H., Erlund I., Hubalewska-Dydejczyk A., et al. How Do We Improve the Impact of Iodine Deficiency Disorders Prevention in Europe and Beyond? // European Thyroid Journal. 2018. No. 7. Pp. 193–200. DOI: 10.1159/000490347.
11. Völzke H. The EU thyroid Consortium: The Krakow Declaration on Iodine: Tasks and responsibilities for prevention programs targeting iodine deficiency disorders // European Thyroid Journal. 2018. No. 7. Pp. 201–204. DOI: 10.1159/000490143.
12. Volnin A. A., Mishurov A. V. Vliyanie geneticheskogo faktora na pishchevarenie i obmen veshchestv ovets // International research journal. Biological sciences. 2019. No. 9 (87). Vol. 1. Pp. 122–128. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2019.87.9.021>. (In Russian.)
13. Bogolyubova N. V., Romanov V. N. Biokhimicheskiy status ovets pri vkluyuchenii v ratsion prirodnoy mineral'noy dobavki [The Biochemical status of sheep when a natural mineral Supplement is included in the diet] // Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald. 2017. No. 3 (39). Pp. 37–40. (In Russian.)
14. Rykov R. A., Bogolyubova N. V., Fomichev Yu. P. Izmenenie napravlenosti mezhtsochnogo obmena u ovets pod vliyaniem antioksidanta i organicheskogo yoda [Change in the Direction of Interstitial Metabolism in Sheep under the Influence of

- Antioxidants and Organic Iodine] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2019. Vol. 33. No. 9. Pp. 61–64. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10913. (In Russian.)
15. Mann I. K., Chatterjee R., Zhao J., He. X., Weirauch M.T., Hughes T. R., Vinson C. CG methylated microarrays identify a novel methylated sequence bound by the CEBPB|ATF4 heterodimer that is active in vivo // *Genome Research*. 2013. No. 23. Pp. 988–997. DOI: 10.1101/gr.146654.112.
16. Ercan N., Kockaya M., Ograk Y. Z. Determination of some blood parameters during pregnancy and lactation periods in healthy Akkaraman Kangal ewes // *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. 2016 No. 32. Pp. 178–181. DOI: 10.15312/EurasianJVetSci.2016318397.
17. Stevanović O. Stojiljković M., Nedić D. Variability of blood serum biochemical parameters in karakachan sheep // *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2015. No. 31 (1). Pp. 55–62.
18. Khayitov A. Kh., Dzhuraeva U. Sh. Osobennosti formirovaniya vnutrennikh organov i morfologicheskikh chastey tushi u ovets [Features of formation of internal organs and morphological parts of the carcass in sheep] // *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2018. No. 1 (50). Pp. 107–113. (In Russian.)
19. Fiziologicheskie, biokhimicheskie i biometricheskie pokazateli normy eksperimental'nykh zhivotnykh: spravochnik [Guide. Physiological, biochemical and biometric indicators of the norm of experimental animals]. Saint Petersburg: LEMA, 2013. 116 p. (In Russian.)
20. Chizhova L. N., Sharko G. N., Mikhaylenko A.K., Chotchaeva Ch. B. Metabolicheskiy i immunologicheskiy profil' ovets v usloviyakh yododefitsita [Metabolic and immunological profile of sheep in conditions of iodine deficiency] // *Collection of scientific papers of the all-Russian research Institute of sheep and goat breeding*. 2017. Vol. 1. No. 10. Pp. 310–315. (In Russian.)
21. Skorykh L. N., Afanasev M. A., Kisyuk V. A., Konik N. V. Using biophysical methods in sheep breeding // *Engineering for Rural Development Latvia University of Agriculture, Latvia Academy of Agricultural and Forest Sciences, Section of Engineering*. 2017. Pp. 951–955.
22. Degtyarev D. Yu., Emelyanov S. A., Skorykh L. N. Prediction of the epizootic situation in the natural foci of tularemia area for biological risk assessment of food production // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. Vol. 7 (5). Pp. 2514–2517.
23. Emelyanov S. A., Skorykh L. N., Molchanov A. V., Konik N. V., Maslova L. F. Planet ecosystem interrelations' impact on food safety considering anthropogenic factors // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. RJPBCS 8 (6). Pp. 495–502.
24. Zabielski R., Laubitz D., Woliński J., Guilloteau, P. Nutritional and hormonal control of gut epithelium remodeling in neonatal piglets // *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2005. Vol. 14 (S1). Pp. 99–112.
25. Skrzypek T., Valverde Piedra J. L., Skrzypek H., Woliński J., Kazimierzczak W., Szymańczyk S., Pawłowska M., Zabielski, R. Light and scanning electron microscopy evaluation of the postnatal small intestinal mucosa development in pigs // *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2005. Vol. 56 (S3). Pp. 71–87.

Authors' information:

Aleksandra V. Pashtetskaya, researcher of the standardization sector of the department of information, standardization and patent and licensing works, ORCID 0000-0001-5949-2829, AuthorID 957211; +7 978 715-24-79, pashtetskaia@gmail.com

Aleksandr P. Marynich², doctor of agricultural sciences, associate professor, head of the department of animal feeding and general biology, ORCID 0000-0001-7621-2374, AuthorID 379086

Pavel S. Ostapchuk³, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory for research of technological method in animal husbandry and plant growing, ORCID 0000-0001-5156-9705, AuthorID 401978

Sergey A. Emelyanov³, candidate of biology sciences, researcher of the laboratory for research of techniques in animal husbandry and plant growing, ORCID 0000-0002-5429-8442, AuthorID 492945

¹ The Labour Red Banner Order Nikitskiy Botanical Gardens – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Nikita, Russia

² Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

³ Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

Обеспечение квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы агропромышленного комплекса региона

В. И. Волков¹, В. И. Набоков^{2✉}, Н. К. Юлдашев³

¹ Пермский институт (филиал) Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, Пермь, Россия

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

³ Ташкентский государственный экономический университет, Ташкент, Узбекистан

✉ E-mail: nv1472@yandex.ru

Аннотация. Цель научного исследования – выявить проблемы обеспечения квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы АПК Пермского края и предложить пути их решения. В качестве основных **методов исследования** использовались методы статистического наблюдения, сравнительного анализа и экономической оценки. В результате исследования были рассмотрены проблемы обеспечения квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы. Отмечено, что проблему дефицита профессиональных кадров испытывает более 60 % российских предприятий, в том числе аграрных. Высказано мнение, что инвестиции в развитие кадрового потенциала провоцируют рост производительности труда и в конечном счете экономическую эффективность деятельности предприятий. В статье говорится о снижении в российских агропромышленных предприятиях доли сотрудников, имеющих профессиональное образование. Проведен анализ численности городского и сельского населения Пермского края. Исследован состав сельского населения по основным возрастным группам. Сделан вывод, что сельские поселения несут потери трудоспособного населения, а агропромышленные предприятия при отсутствии прилива молодых профессиональных кадров сталкиваются с проблемой старения кадров. Проведен анализ рождаемости и смертности населения Пермского края, в том числе в городах и сельских поселениях. Сделано предположение, что существенное снижение рождаемости населения является следствием сложной социально-экономической ситуации, сложившейся на территории Пермского края. Также проведен анализ причин, приводящих к оттоку сельского населения в города региона и за его пределы. В качестве мер по устранению выявленных проблем представлена федеральная целевая программа развития сельских территорий, направленная на улучшение жилищных условий работников агропредприятий, строительство школ и дошкольных образовательных учреждений, ввод в действие фельдшерско-акушерских пунктов, строительство спортивных сооружений и досуговых центров, развитие инфраструктуры сельских поселений. Сделано предположение, что наиболее существенными факторами, способными удержать молодые профессиональные кадры в агропромышленных предприятиях, являются их заработная плата и жилищные условия. Сделан вывод, что для привлечения молодежи в аграрное производство необходимо обеспечить работников агропромышленных предприятий собственным жильем и поднять уровень их заработной платы до уровня средней по экономике региона. **Научная новизна** исследования состоит в комплексе мер, предложенном авторами, для решения кадровой проблемы агропромышленных предприятий. **Ключевые слова:** сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, сельские поселения, численность населения, кадровый голод, система образования, обеспечение кадрами аграрной сферы.

Для цитирования: Волков В. И., Набоков В. И., Юлдашев Н. К. Обеспечение квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы агропромышленного комплекса региона // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 81–88. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-81-88.

Дата поступления статьи: 05.03.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

На протяжении двух последних десятилетий вопрос обеспечения квалифицированными кадрами фигурирует в списке актуальных проблем российского бизнеса. Дефицит квалифицированных специалистов стабильно располагается в первой тройке основных барьеров, препятствующих инновационному развитию российской экономики. В соответствии с докладом «О состоянии делового климата в России», представленном на съезде Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) в мар-

те 2019 г., недостаток профессиональных кадров является серьезной проблемой в развитии 66 % российских предприятий и организаций, в том числе агропромышленного комплекса [1], [2].

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 раз-

витие. Финансовые вложения, осуществляемые в развитие кадрового потенциала, провоцируют рост производительности труда и, как следствие, повышают экономическую эффективность работы предприятия [3, с. 31], [4, с. 1321], [5, с. 118].

Методология и методы исследования (Methods)

Главная цель научного исследования заключается в выявлении проблем обеспечения квалифицированными кадрами предприятий аграрной сферы АПК Пермского края и предложении путей их решения. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, в том числе провести анализ численности городского и сельского населения региона, исследовать состав сельского населения по основным возрастным группам, провести анализ рождаемости и смертности населения Пермского края, в том числе в городах и сельских поселениях, оценить кадровый состав агропромышленных предприятий Пермского края, выявить причины оттока сельского населения в города региона и за его пределы, сформулировать предложения по устранению выявленных причин.

В качестве основных методов исследования использовались методы статистического наблюдения, сравнительного анализа и экономической оценки.

Результаты (Results)

На российских предприятиях аграрной сферы АПК доля сотрудников, имеющих профессиональное образование, в последние годы значительно снизилась и продолжает снижаться. Сокращается количество работников как с высшим, так и со средним специальным образованием. Падает доля опытных специалистов и руководителей в наиболее активной возрастной группе – от 30 до 50 лет. Проблема обеспеченности аграрного сектора квалифицированными кадрами присуща многим регионам Российской Федерации.

Так, в таблице представлены данные о численности городского и сельского населения Пермского края с 2011 по 2018 годы [6], [7], [8].

В соответствии с приведенными статистическими данными численность городского населения Пермского края с 2011 по 2018 годы выросла на 11 тысяч человек. За тот же период численность сельского населения снизилась на 31 тысячу человек. Естественно, что часть жителей, покинувших сельские поселения региона, осела в городах, другая часть навсегда покинула Пермский край.

В приведенных данных учтен естественный прирост городского населения, который за исследуемый период составил 381 человек, а также естественная убыль сельского населения, которая составила 1776 человек. Общие потери населения Пермского края составили 1395 человек. Сельское население региона несет значительные потери от высокой смертности и миграции в города, а городское население прирастает главным образом за счет мигрантов. Особое беспокойство вызывают данные за 2017 и 2018 годы, когда смертность городского населения превысила рождаемость на 1729 и 892 человека соответственно. Смертность сельского населения в 2017 году превысила рождаемость на 1217 человек, в 2018 году – на 1922 человека. С учетом того, что городское население составляет около 75 %, а сельское – только 25 % от общей численности населения края, можно сделать вывод, что потери сельского населения гораздо более ощутимы, чем городского. В любом случае эти факторы весьма сильно повлияли на социально-экономическое развитие региона.

На рис. 1 представлены данные о соотношении численности сельского населения по основным возрастным группам [6], [7], [8]. Судя по расположению на графике кривых, отражающих возрастные группы сельских жителей, наблюдается весьма нежелательная и крайне опасная тенденция. Так, доля сельских жителей трудоспособного возраста падает, а старше трудоспособного возраста растет. Численность сельских жителей трудоспособного возраста с 2011 по 2018 годы снизилась почти на 7 % и составила 327 тысяч человек, потери составили более 60 тысяч человек. Численность сельского населения старше трудоспособного возраста за тот же период, напротив, возросла более чем на 5 % и составила 166 тысяч человек, что больше показателя 2011 года на 27 тысяч человек. При этом численность сельского населения моложе трудоспособного возраста изменилась незначительно, в 2011 году она равнялась 134 тысячам человек, в 2018 году – 137 тысячам человек.

Следует заметить, что село несет трудновосполнимые потери трудоспособного населения. В отсутствие заметного притока молодых профессиональных кадров агропромышленные предприятия столкнулись с проблемой старения кадров. Основная часть сотрудников этих предприятий – лица старше 40 лет, значительная доля которых находится в предпенсионном либо в пенсионном возрасте.

Таблица
Численность городского и сельского населения Пермского края, тыс. чел.

Население	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Городское	1970	1978	1986	1992	1992	1993	1988	1981
Сельское	661	656	650	645	642	639	635	630
Итого	2631	2634	2636	2637	2634	2632	2623	2611

Table
The number of urban and rural population of the Perm region, thousands of people

Population	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Urban	1970	1978	1986	1992	1992	1993	1988	1981
Rural	661	656	650	645	642	639	635	630
Total	2631	2634	2636	2637	2634	2632	2623	2611

Сложившаяся ситуация усугубляется снижением рождаемости на селе и сокращением общего количества сельского населения [9, с. 160], [10, с. 170].

На рис. 2 представлен график рождаемости и смертности жителей городских и сельских поселений Пермского края [10].

На графике видно снижение смертности в 2018 году по сравнению с 2012 годом городского населения на 1012 человек, сельского – на 1101 человека. Смертность в процентном отношении на селе гораздо выше, чем в городах. При этом рождаемость населения в 2018 году относительно 2012 года в городах Пермского края снизилась на 5319 человек, в сельских поселениях – на 4086 человек. Существенное снижение рождаемости населения является главным образом следствием сложной социально-экономической ситуации, сложившейся на территории Пермского края и в стране в целом. В результате значительного снижения рождаемости общие потери населения края намного превысили положительный эффект от снижения его смертности.

Дефицит квалифицированных кадров является актуальной проблемой для предприятий аграрной сферы АПК на протяжении всего постперестроечного периода. В то же время уровень безработицы в сельских поселениях существенно превышает уровень безработицы городского на-

селения. Дело в том, что руководители предприятий агропромышленного комплекса либо не в состоянии, либо не желают обеспечить своим работникам достойный уровень оплаты труда, что, в свою очередь, серьезно обостряет и без того сложную кадровую проблему. В результате этого уровень доходов работников предприятий сельского хозяйства составляет лишь около 60 % от средней заработной платы по экономике региона, что является негативным фактором, оказывающим решающее влияние на кадровую проблему указанных предприятий [9, с. 160], [10, с. 170].

Низкая заработная плата, недостаточное социально-экономическое развитие сельских территорий, низкий уровень благоустройства жилья способствуют миграции подрастающего поколения в города. Усугубляют ситуацию сложные условия работы, низкий уровень механизации и автоматизации труда, отсутствие перспектив карьерного роста. Кроме того, молодежь считает работу на предприятиях агропромышленного комплекса, в том числе сельского хозяйства, непрестижной и неинтересной. Сложившаяся ситуация ведет к сокращению общего количества работающих на них, в результате чего затрудняется работа указанных предприятий. При этом действия региональных властей, направленные на развитие сельских территорий и рост сельскохозяйственного производства, пока не дали ощутимых положительных результатов [11, с. 244], [12, с. 131].

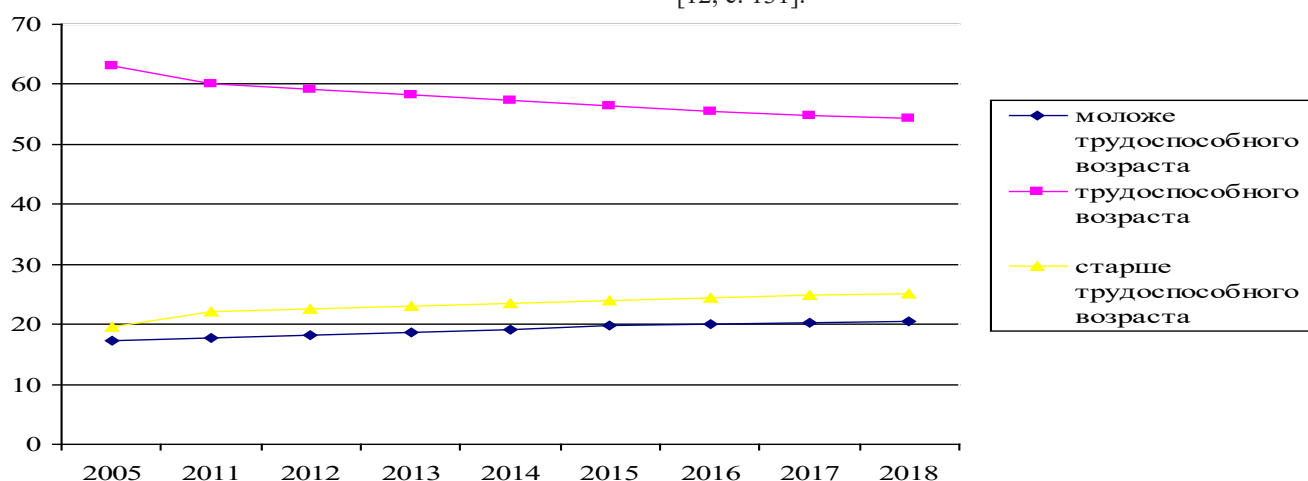


Рис. 1. Распределение сельского населения Пермского края по основным возрастным группам, %

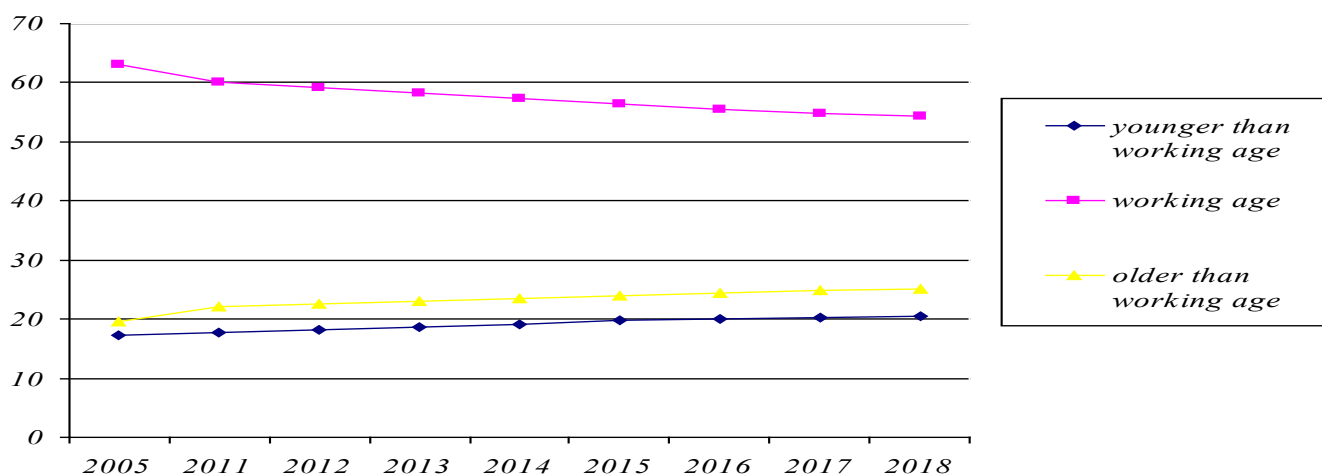


Fig. 1. Distribution of the rural population of the Perm region by main age groups, %

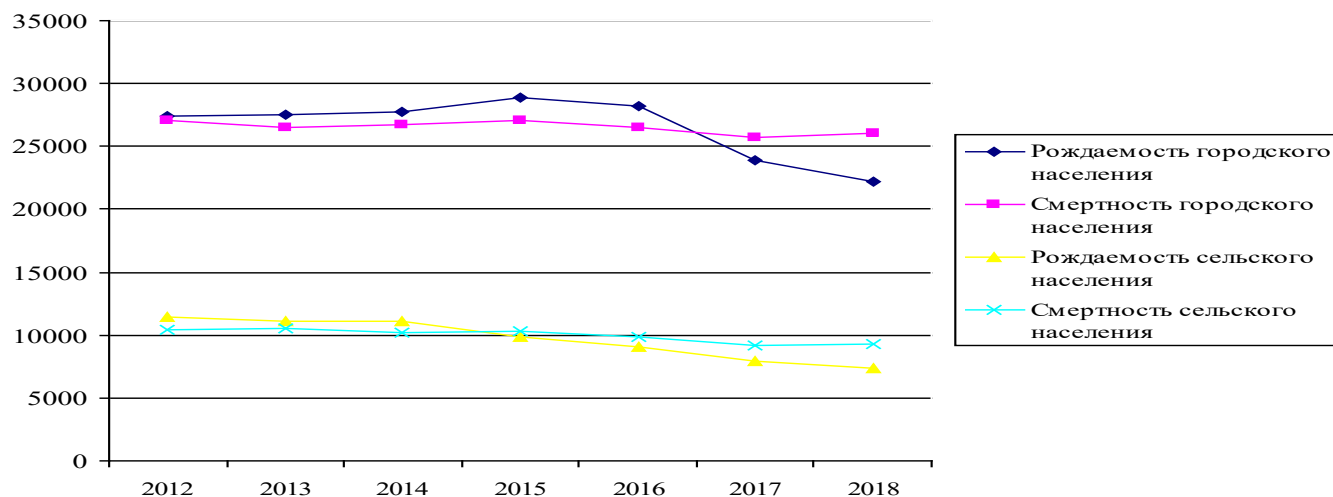


Рис. 2. Рождаемость и смертность населения в Пермском крае

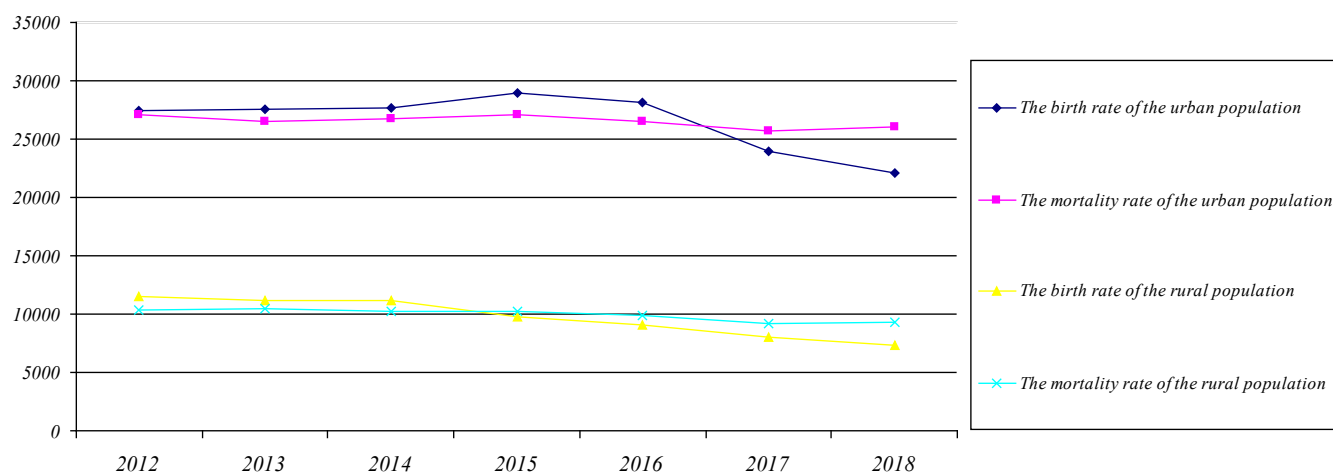


Fig. 2. Birth rate and mortality rate of the population in the Perm region

С 2014 года в России действует федеральная целевая программа «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года». Общий объем финансирования Программы составляет почти 300 миллиардов рублей, включая средства федерального бюджета (30 %), бюджетов субъектов РФ (50 %), внебюджетных источников (20 %) [13], [14].

Основные целевые направления реализации Программы – улучшение жилищных условий работников агропромышленных предприятий, строительство школ и дошкольных образовательных учреждений, ввод в действие фельдшерско-акушерских пунктов (ФАП), строительство спортивных сооружений и досуговых центров, строительство газопроводов и водопроводов, создание дополнительных рабочих мест и поддержка инициатив местных граждан [15], [16], [17], [18].

Все мероприятия Программы являются важными и необходимыми для перспективного развития сельских территорий. Несмотря на то что большого положительного эффекта от реализованных мероприятий пока не наблюдается, средства, вложенные в развитие села и его человеческих ресурсов, со временем непременно принесут положительные результаты.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Решить проблему дефицита квалифицированных кадров на предприятиях аграрной сферы АПК невозможно без комплексного воздействия на все сферы жизнедеятельности сельского населения. Среди основных факторов, способствующих возвращению молодежи в аграрный сектор, выступают заработная плата, обеспеченность собственным жильем, развитие инфраструктуры села, включая объекты школьного и дошкольного образования, учреждения медицинского обслуживания, а также обеспеченность товарами народного потребления. Важнейшими из них являются заработная плата и жилье. Именно они должны лежать в основе государственной политики возрождения села.

В настоящее время по данному вопросу в Пермском крае делается недостаточно. В крае нет программ льготного (бесплатного) выделения земельных участков под индивидуальное жилищное строительство для лиц, желающих переехать в сельскую местность на постоянное место жительства с целью работы на местных сельскохозяйственных предприятиях, для организации личных подсобных хозяйств, для создания сельскохозяйственных предприятий.

Реальная заработная плата работников предприятий сельского хозяйства Пермского края гораздо ниже той, что заявлена в планах Министерства сельского хозяйства и продовольствия региона. Анализ вакансий предприятий АПК показал, что очень часто встречаются ситуации, когда в тексте объявления о приеме специалиста на работу указывается минимальный размер оплаты труда (МРОТ), который только в 2018 году достиг прожиточного минимума в регионе, а ранее был еще меньше. В 2019 году прожиточный минимум в Пермском крае составил 11 280 рублей.

Для решения кадровой проблемы предприятий аграрной сферы АПК систему подготовки профессиональных кадров необходимо строить таким образом, чтобы в нее были включены не только образовательные организации высшего и среднего профессионального образования аграрного профиля, но и предприятия-работодатели, их профессиональные союзы и объединения. Процесс подготовки квалифицированных специалистов для предприятий аграрного сектора должен быть основан на взаимодействии всех заинтересованных в этом субъектов, что будет способствовать повышению качества профессиональной подготовки выпускников и закреплению их на предприятиях агропромышленного комплекса региона.

Комплекс мер, предлагаемый для решения кадровой проблемы, должен включать в себя следующие мероприятия:

- закрепление предприятий АПК за аграрными учебными заведениями;
- социальный заказ на контрактную подготовку кадров для предприятий АПК;
- финансовые выплаты агропромышленным предприятиям, направленные на повышение зарплат молодым специалистам;
- обеспечение молодых специалистов ведомственным жильем с последующим оформлением на него права собственности.

Подготовка специалистов в образовательных организациях аграрного профиля должна не только быть практико-ориентированной, но и морально настраивать студентов на будущую трудовую деятельность в аграрном секторе. Практика студентов должна проходить на ведущих предприятиях агропромышленного комплекса, которые должны быть административно закреплены за профессиональными учебными заведениями на продолжительное время, не менее 5 лет.

Выпускники аграрных учебных заведений должны направляться по принципу социального заказа на предприятия, нуждающиеся в специалистах, для трудоустройства в соответствии с полученной специальностью и квалификацией. На молодых специалистов – выпускников аграрных учебных заведений, подготовленных в соответствии с социальным заказом, должна быть возложена обязанность отработать не менее трех лет на том предприятии, для которого их готовили или куда их распределили в соответствии с полученной квалификацией. При этом молодые специалисты должны быть обеспечены жилой площадью, закрепленной за ними на весь срок выполнения трудовых обязанностей по социальному заказу, а в случае последующего заключения долгосрочного трудового контракта с агропромышленным предприятием жилое помещение должно переходить в собственность новых сотрудников.

В случае неявки на рабочее место или отказа приступить к выполнению своих обязанностей по контракту социального заказа на выпускников-нарушителей должен налагаться штраф в размере средств, затраченных на их обучение, независимо от того, были эти средства из федерального бюджета, бюджета региона или из средств конкретного агропромышленного предприятия.

Другим эффективным методом воздействия на сельскую молодежь, направленным на ее удержание и возвращение для проживания и работы в родные места, может быть дополнительное стимулирование в виде денежных выплат предприятиям, принимающим на работу выпускников аграрных учебных заведений, для доведения зарплаты молодых специалистов до средней по экономике региона. Примером такого воздействия может служить инициатива московского правительства 2009 года о назначении выплат предприятиям, принимающим на работу выпускников вузов, в размере 10 тысяч рублей в месяц на погашение части зарплаты таких сотрудников. Вслед за московской инициативой правительство Пермского края в том же году приняло аналогичное решение. Только размер выплат в этом регионе ограничен суммой в 3 тысячи рублей на каждого трудоустроенного выпускника вуза.

Одновременно с этим необходимо повышать престиж сельскохозяйственного труда и формировать положительный имидж отрасли. Улучшение условий труда и качества жизни сельского населения в сочетании с хорошо продуманными мотивационными мероприятиями способно создать надежную основу для повышения привлекательности жизни и работы на селе в глазах современной молодежи и подрастающего поколения.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии делового климата в России в 2018 году. Российский союз промышленников и предпринимателей [Электронный ресурс]. URL: <http://media.rspp.ru/document/1/6/f/6f344ccbe128406192e0548516b4f9eb.pdf> (дата обращения: 25.01.2020).
2. Российский союз промышленников и предпринимателей [Электронный ресурс]. URL: <http://rspp.pf> (дата обращения: 25.01.2020).
3. 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.
4. 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.
5. Khokhlova M. G. Youth labour market: European experience in Russian context // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2019. Vol. 63. No. 9. Pp. 118–128.

6. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru> (дата обращения: 27.01.2020).
7. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru> (дата обращения: 27.01.2020).
8. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Пермского края. Оперативные сводки [Электронный ресурс]. URL: <https://agro.permkrai.ru/analitika/operativnye-svodki> (дата обращения: 07.02.2020).
9. Волков В. И. Государственная поддержка и развитие агропромышленного комплекса Пермского края // Вестник аграрной науки. 2020. № 1 (82). С. 160–168.
10. Набоков В. И., Волков В. И., Некрасов К. В. Агропромышленный комплекс Пермского края на современном этапе развития // Вопросы управления. 2019. № 6 (61). С. 170–177.
11. Kharcheva I., Kontsevaya S., and Maitah M., Analysis of manpower resources utilization in agricultural organizations of the Russian Federation // Economic science for rural development: integrated and sustainable regional development, production and cooperation in agriculture. 2016. 21–22 April. No. 42. Pp. 244–249.
12. Alhanaqtah V., Pakhomova A. Development of rural areas of Russia and Jordan // Management theory and studies for rural business and infrastructure development. 2018. Vol. 40. No. 2. Pp. 131–142.
13. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70110644> (дата обращения: 25.01.2020).
14. Федеральная целевая программа «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70319016> (дата обращения: 25.01.2020).
15. Годовой отчет за 2017 год Министерства сельского хозяйства и продовольствия Пермского края «О выполнении государственной программы «Развитие сельского хозяйства и устойчивого развития сельских территорий Пермского края» [Электронный ресурс]. URL: <https://agro.permkrai.ru/analitika/itogi-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-permskogo-kraia> (дата обращения: 07.02.2020).
16. Годовой отчет «О выполнении государственной программы «Государственная поддержка агропромышленного комплекса Пермского края» за 2018 год [Электронный ресурс]. URL: <https://agro.permkrai.ru/analitika/itogi-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-permskogo-kraia> (дата обращения: 07.02.2020).
17. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2017 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/1e0/1e03cd2e5492906ba15ca24d67367d8b.pdf> (дата обращения: 07.02.2020).
18. Об итогах реализации в 2018 году подпрограммы «Устойчивое развитие сельских территорий» Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/153/1534693e8b0024353bfd24b05d05b623.pdf> (дата обращения: 25.01.2020).

Об авторах:

Владислав Иванович Волков¹, старший преподаватель, ORCID 0000-0003-1817-2065, AuthorID 836766;
+7 908 276 10 11, 89082761011@mail.ru

Владимир Иннокентьевич Набоков², доктор экономических наук, профессор, ORCID 0000-0001-8789-6062,
AuthorID 391586; +7 912 28 010 26, nv1472@yandex.ru

Нуритдин Курбанович Юлдашев³, доктор экономических наук, профессор, ORCID 0000-0003-0088-7783;
+7 109 98 71 239 28 49, yuldashev51@inbox.ru

¹ Пермский институт (филиал) Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова, Пермь, Россия

² Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

³ Ташкентский государственный экономический университет, Ташкент, Узбекистан

Provision of qualified personnel for agricultural enterprises of the agro industrial complex of the region

V. I. Volkov¹, V. I. Nabokov², N. K. Yuldashev³

¹ Perm Institute (branch) of the Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Perm, Russia

² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

³ Tashkent State Economic University, Tashkent, Uzbekistan

✉ E-mail: nv1472@yandex.ru

Abstract. The purpose of scientific research – identify the problems of providing qualified personnel for agricultural enterprises of the Perm region and suggest ways to solve them. The main **research methods** used were statistical observation, comparative analysis and economic assessment. **As a result** of the research the problems of providing qualified personnel for

agricultural enterprises were considered. It is noted that more than 60 % of Russian enterprises, including agricultural ones, are experiencing a shortage of professional personnel. It is suggested that investments in the development of human resources provoke an increase in labor productivity and ultimately the economic efficiency of enterprises. The article refers to a decrease in the share of employees with professional education in Russian agro-industrial enterprises. The analysis of the number of urban and rural population of the Perm region is carried out. The composition of the rural population by main age groups was studied. It is concluded that rural settlements are losing their working population, and agro-industrial enterprises in the absence of a surge of young professional staff face the problem of aging personnel. The analysis of the birth rate and mortality of the population of the Perm region, including in cities and rural settlements, was carried out. It is assumed that a significant decrease in the birth rate of the population is a consequence of the difficult socio-economic situation in the Perm region. The analysis of the reasons leading to the outflow of rural population to the cities of the region and beyond is also carried out. The Federal target program for rural development aimed at improving the housing conditions of agricultural workers, building schools and pre-school educational institutions, putting into operation paramedic and midwifery centers, building sports facilities and leisure centers, and developing rural infrastructure is presented as measures to address the identified problems. It is assumed that the most significant factors that can keep young professional staff in agro-industrial enterprises are their wages and housing conditions. It is concluded that to attract young people to agricultural production, it is necessary to provide employees of agro-industrial enterprises with their own housing and raise their wages to the level of the average economy of the region. **The scientific novelty** of the research consists in a set of measures proposed by the authors to solve the personnel problem of agro-industrial enterprises.

Keywords: agriculture, agribusiness, rural settlement, population size, personnel hunger, education system, training of professional personnel.

For citation: Volkov V. I., Nabokov V. I., Yuldashev N. K. Obespechenie kvalifitsirovannyimi kadrami predpriyatiy agrarnoy sfery agropromyshlennogo kompleksa regiona [Provision of qualified personnel for agricultural enterprises of the agro industrial complex of the region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 81–88. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-81-88. (In Russian.)

Paper submitted: 05.03.2020.

References

1. Doklad o sostoyanii delovogo klimata v Rossii v 2018 godu. Rossiyskiy soyuz promyshlennikov i predprinimateley [Report on the state of the business climate in Russia in 2018. Russian Union of Industrialists and entrepreneurs] [e-resource]. URL: <http://media.rsp.ru/document/1/6/f/6f344ccbe128406192e0548516b4f9eb.pdf> (appeal date: 25.01.2020). (In Russian.)
2. Rossiyskiy soyuz promyshlennikov i predprinimateley [Russian Union of Industrialists and entrepreneurs] [e-resource]. URL: <http://pcnp.pf/> (appeal date: 25.01.2020). (In Russian.)
3. 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.
4. 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.
5. Khokhlova M. G. Youth labour market: European experience in Russian context // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2019. Vol. 63. No. 9. Pp. 118–128.
6. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Federal state statistics service] [e-resource]. URL: <https://www.gks.ru> (appeal date: 27.01.2020). (In Russian.)
7. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii [Ministry of agriculture of the Russian Federation] [e-resource]. URL: <http://mcx.ru> (appeal date: 27.01.2020). (In Russian.)
8. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva i prodovol'stviya Permskogo kraya. Operativnye svodki [Ministry of agriculture and food of Perm krai. Situation report] [e-resource]. URL: <https://agro.permkrai.ru/analitika/operativnye-svodki> (appeal date: 07.02.2020). (In Russian.)
9. Volkov V. I. Gosudarstvennaya podderzhka i razvitie agropromyshlennogo kompleksa Permskogo kraya [State support and development of the agro industrial complex of the Perm region] // Bulletin of agrarian science. 2020. No. 1 (82). Pp. 160–168. (In Russian.)
10. Nabokov V. I., Volkov V. I., Nekrasov K. V. Agropromyshlennyy kompleks Permskogo kraya na sovremennom etape razvitiya [Agro-industrial complex of the Perm region at the present stage of development] // Management Issues. 2019. No. 6 (61). Pp. 170–177. (In Russian.)
11. Kharcheva I., Kontsevaya S., Maitah M. Analysis of manpower resources utilization in agricultural organizations of the Russian Federation // Economic science for rural development: integrated and sustainable regional development, production and co-operation in agriculture. 2016. 21–22 April. No. 42. Pp. 244–249.
12. Alhanaqtah V., Pakhomova, A. Development of rural areas of Russia and Jordan // Management theory and studies for rural business and infrastructure development. 2018. Vol. 40. No. 2. Pp. 131–142.

13. Gosudarstvennaya programma razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produkt-sii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody [State program for the development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food for 2013–2020] [e-resource]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70110644> (appeal date: 25.01.2020). (In Russian.)

14. Federal'naya tselevaya programma "Ustoychivoe razvitie sel'skikh territoriy na 2014–2017 gody i na period do 2020 goda" [Federal target program "Sustainable development of rural areas for 2014–2017 and for the period up to 2020"] [e-resource]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70319016> (appeal date: 25.01.2020). (In Russian.)

15. Godovoy otchet za 2017 god Ministerstva sel'skogo khozyaystva i prodovol'stviya Permskogo kraya "O vypolnenii gosudarstvennoy programmy "Razvitie sel'skogo khozyaystva i ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy Permskogo kraya" [Annual report of the Ministry of agriculture and food of Perm Krai for 2017 "On the implementation of the state program "Development of agriculture and sustainable development of rural areas of Perm Krai"] [e-resource]. URL: <https://agro.permkrai.ru/analitika/itogi-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-permskogo-kraya> (appeal date: 07.02.2020). (In Russian.)

16. Godovoy otchet "O vypolnenii gosudarstvennoy programmy "Gosudarstvennaya podderzhka agropromyshlennogo kompleksa Permskogo kraya" za 2018 god [Annual report "On the implementation of the state program "State support of the agro-industrial complex of the Perm region" for 2018] [e-resource]. URL: <https://agro.permkrai.ru/analitika/itogi-razvitiya-agropromyshlennogo-kompleksa-permskogo-kraya> (appeal date: 07.02.2020). (In Russian.)

17. Natsional'nyy doklad "O khode i rezul'tatakh realizatsii v 2017 godu Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produkt-sii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody" [National report "On the progress and results of the implementation in 2017 of the State program for the development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food for 2013–2020"] [e-resource]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/1e0/1e03cd2e5492906ba15ca24d67367d8b.pdf> (appeal date: 07.02.2020). (In Russian.)

18. Ob itogakh realizatsii v 2018 godu podprogrammy "Ustoychivoe razvitie sel'skikh territoriy" Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produkt-sii, syr'a i prodovol'stviya na 2013–2020 gody [About results of implementation in 2018 of the subprogram "Sustainable development of rural territories" of the State program of development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food for 2013–2020] [e-resource]. – URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/153/1534693e8b0024353bfd24b05d05b623.pdf> (appeal date: 25.01.2020). (In Russian.)

Authors' information:

Vladislav I. Volkov¹, senior lecturer, ORCID 0000-0003-1817-2065, AuthorID 836766; +7 908 276 10 11, 89082761011@mail.ru

Vladimir I. Nabokov², doctor of economics, professor, ORCID 0000-0001-8789-6062, AuthorID 391586; +7 912 28 010 26, nv1472@yandex.ru

Nuritdin K. Yuldashev³, doctor of economics, professor, ORCID 0000-0003-0088-7783; +7 109 98 71 239 28 49, yuldashev51@inbox.ru

¹ Perm Institute (branch) of the Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov, Perm, Russia

² Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

³ Tashkent State Economic University, Tashkent, Uzbekistan

Об эффективности деятельности сельскохозяйственных кооперативов в России

С. Г. Головина¹✉, Л. Н. Смирнова²

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Курган, Россия

✉ E-mail: kkrav84@mail.ru

Аннотация. Актуальность представленного материала обоснуется тем, что аграрная кооперация, во-первых, рассматривается сегодня как важнейшее условие успешного функционирования аграрной отрасли экономики и сохранения сельских территорий, во-вторых, находится под пристальным вниманием государства, в-третьих, характеризуется низкой эффективностью, несмотря на значительные усилия теоретиков и практиков. **Целью** исследования является скрупулезное изучение состояния кооперативной деятельности в Российской Федерации (РФ) в целом и ее регионах в частности, в результате чего в статье представлены материалы оценки эффективности деятельности отечественных сельскохозяйственных потребительских кооперативов (в том числе в Уральском федеральном округе). **Результаты.** В качестве основных детерминантов неэффективной деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в России (подтвержденной расчетами и результатами анализа соответствующих экономических показателей) определены такие обстоятельства, как низкая готовность товаропроизводителей к любым интегративным процессам вследствие неадекватности неформальных институтов; препятствия для внедрения предпринимательских моделей в кооперативную деятельность со стороны формальных институтов; ограниченность находящихся в распоряжении кооперативов ресурсов (в том числе финансовых); несоответствующее требованиям кооперативной деятельности качество человеческого капитала; невозможность реализации традиционной кооперативной модели в сложившихся условиях среды. **Научная новизна.** Полученные результаты позитивно коррелируют с трендами изменений институциональной среды. При этом данные теоретических и эмпирических исследований, в основе которых, прежде всего, современные достижения кооперативной науки и обобщенный материал практической деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов, позволяют не только выявить основные тренды и тенденции в развитии отечественных сельскохозяйственных потребительских кооперативов, но и идентифицировать причины их медленного развития.

Ключевые слова: сельскохозяйственные потребительские кооперативы, формальные и неформальные институты, институциональная теория, эффективность.

Для цитирования: Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Об эффективности деятельности сельскохозяйственных кооперативов в России // Аграрный вестник Урала. 2020. № 06 (197). С. 89–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-89-100.

Дата поступления статьи: 25.05.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время сельскохозяйственная кооперация в очередной раз находится в центре пристального внимания ученых, правительственных структур, практиков (сельскохозяйственных производителей – потенциальных и действующих участников сельскохозяйственной кооперации). Важность кооперативных процессов в сельском хозяйстве России неоднократно (в своих выступлениях) подчеркивается президентом страны В. В. Путиным, и прежде всего обращается внимание на необходимость поддержки сельскохозяйственных потребительских кооперативов. Во исполнение данных Президентом РФ соответствующих поручений Министерством сельского хозяйства разработано (и сегодня уже реализуется) ряд важных государственных программ, определяющих стратегические пути развития сельскохозяйственной кооперации, а следовательно, развития сельского хозяйства и возрождения российского села. Экономическая целесообразность

активной поддержки сельхозкооперации в сложившихся социально-экономических, политических и институциональных условиях очевидна и аргументирована, с одной стороны, уникальностью ситуации на рынках сельскохозяйственной продукции, с другой – изменчивостью среды, в которой функционируют аграрные производители.

Современное состояние и проблемы отечественной сельскохозяйственной кооперации, изменение ее роли в развитии аграрной отрасли экономики и устойчивом развитии сельских сообществ и сельских территорий (особенно в свете новых правительственных требований) представляют интерес как для отечественных (в первую очередь), так и для западных ученых-экономистов [1–5]. Исследователи отмечают, что в современных условиях, когда сельскохозяйственные кооперативы развиваются не эволюционным путем, а создаются в большинстве своем сверху, государство, конечно же, не снимает с себя ответственности за их успешное функционирование и, ини-

цируя создание кооперативов, через соответствующие административные структуры предоставляет им и различного рода информационно-консультационные услуги, и значимую финансовую помощь. Общий тренд в совершенствовании методов и инструментов соответствующей государственной политики в первую очередь направлен на экономическую (финансовую) помощь кооперативам (субсидии, гранты) для создания и развития их материально-технической базы, достижения конкурентоспособных позиций на тех или иных рынках. При этом в эволюции государственной кооперативной политики (начиная с 1990-х годов) можно выделить несколько важных периодов.

Первый период (1990–2005 гг.). Активное формирование законодательства, регулирующего деятельность сельскохозяйственных кооперативов. Опосредованное стимулирование кооперативных процессов через поддержку фермерства. Создание новых институциональных структур (Фонда кредитования АПК, к примеру) для льготного кредитования сельхозтоваропроизводителей. Разработка программ поддержки на региональном уровне личных подсобных хозяйств и крестьянских (фермерских) хозяйств.

Второй период (2006–2015 гг.). Поддержка в рамках реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК». Инициирование создания значимого числа сельскохозяйственных потребительских кооперативов (всего 2550, включая 1 тыс. кредитных, 1 тыс. снабженческо-сбытовых и 550 перерабатывающих кооперативов). Разработка и утверждение (29 марта 2006 г.) Концепции развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов, в основе которой многогранная нормативно-правовая, финансово-кредитная, информационная, консультационная, методическая (и иная) поддержка. Определение Россельхозбанка в качестве основного института льготного кредитования фермерских хозяйств и их кооперативов с целью реализации государственной кооперативной политики.

Третий период (2015 год – настоящее время). Активная государственная поддержка сельскохозяйственной отрасли в целом (особенно в связи с ранее введенными санкциями и политикой импортозамещения). Реализация разработанного Министерством сельского хозяйства во исполнение Послания Федеральному Собранию Президента России В. В. Путина (декабрь 2016 г.) комплекса мероприятий, культивирующих создание новых сельскохозяйственных кооперативов и оказание им (как и уже функционирующим кооперативам) всевозможной консультационной, информационной и финансовой помощи.

Тем не менее поставленная правительством цель активного развития аграрной кооперации при всесторонней поддержке государства (даже в условиях ежегодного роста объемов выделяемых денежных средств) для многих аграрных российских регионов так и остается нереализованной. В связи с этим актуальной проблемой современной науки и целью данного исследования является тщательное и глубокое изучение состояния кооперативной деятельности в Российской Федерации (РФ) в целом и ее регионах в частности (концентрируя внимание на областях Уральского федерального округа – УФО).

Методология и методы исследования (Methods)

Описывая алгоритм и методы оценок эффективности деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в России, прежде всего поясним, что информационной базой эмпирической части исследования послужили данные современной кооперативной статистики по областям УФО (Курганской, Челябинской, Свердловской, Тюменской) и Российской Федерации в целом, аккумулируемые Росстатом РФ, а также материалы, полученные авторами в ходе опросов членов сельскохозяйственных потребительских кооперативов и сельских жителей (потенциальных участников кооперации в областях УФО), которые проводились с целью выявления проблем в развитии аграрной кооперации, причин низкой эффективности кооперативной деятельности. Вопросы касались текущего состояния и перспектив развития сотрудничества сельскохозяйственных производителей с партнерами по бизнесу; уровня благоприятности сложившейся институциональной среды для функционирования сельскохозяйственных кооперативов; возможностей модификации принципов организации деятельности кооперативов в целях их успешного развития. Аналитическая часть исследования относительно результатов функционирования сельскохозяйственных потребительских кооперативов Курганской области реализована путем расчета и обобщения общепринятых показателей эффективности деятельности организаций.

Отметим, что сложность использования региональной статистики связана с тем, что Департаменты (министерства) АПК (в том числе Курганской области) имеют достоверную информацию лишь относительно численности сельскохозяйственных кооперативов в регионе (как зарегистрированных в налоговых органах, так и реально функционирующих). Что же касается конкретно ресурсов кооперативов (финансовых, материальных), а также результативности их использования, то данные предоставляются в соответствующие органы не всеми кооперативами (хотя, безусловно, большинством). Однако, обобщая имеющийся материал о функционировании отечественных сельскохозяйственных кооперативов, систематизируя основные показатели деятельности непосредственно сельскохозяйственных потребительских кооперативов (причем тех из них, по которым информация доступна), используя относительные показатели (рассчитанные на 1 кооператив), все же возможно проследить динамику тех или иных результатов деятельности кооперативов в исследуемых регионах.

Научный интерес представляют сравнительные характеристики и показатели эффективности деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в Российской Федерации в целом и ее округах в частности. Статистической базой такого компаративного анализа может послужить база ЕМИСС, созданная Росстатом и включающая множество важных данных относительно кооперативной деятельности (численность членов кооперативов, паевой фонд и его структура, стоимость отгруженных товаров собственного производства, выручка от несельскохозяйственной деятельности и т. д.).

Таблица 1

Динамика численности членов снабженческо-сбытовых кооперативов, ед.

Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2013 г. (рост, снижение, ед.)
Центральный федеральный округ	9 588	7 785	6 066	18 747	28 080	27 682	+18 094
Северо-Западный федеральный округ	215	151	167	178	124	155	–60
Южный федеральный округ	1 010	876	933	1 120	1 222	1 413	+403
Северо-Кавказский федеральный округ	1 078	255	321	354	286	182	–896
Приволжский федеральный округ	9 828	8 704	8 428	8 933	8 863	11 290	+1 462
Уральский федеральный округ	7 874	8 511	8 760	9 063	8 018	7 323	–551
Курганская область	18	24	24	40	35	47	+29
Свердловская область	59	124	156	183	125	104	+45
Тюменская область	3 781	4 217	4 328	4 030	3 104	2 502	–1279
Челябинская область	4 016	4 146	4 252	4 810	4 754	4 670	+654
Сибирский федеральный округ	6 472	7 149	8 341	7 551	8 476	8 920	+2 448
Дальневосточный федеральный округ	348	275	253	216	110	619	+271
Российская Федерация	36 413	33 706	33 269	46 162	55 179	57 584	+21 171

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Table 1

Dynamics of the number of members of supply and marketing cooperatives, units

Territory	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 to 2013 (growth, decrease, units)
Central Federal District	9 588	7 785	6 066	18 747	28 080	27 682	+18 094
Northwestern Federal District	215	151	167	178	124	155	–60
Southern Federal District	1 010	876	933	1 120	1 222	1 413	+403
North Caucasus Federal District	1 078	255	321	354	286	182	–896
Volga Federal District	9 828	8 704	8 428	8 933	8 863	11 290	+1 462
Ural Federal District	7 874	8 511	8 760	9 063	8 018	7 323	–551
Kurgan region	18	24	24	40	35	47	+29
Sverdlovsk region	59	124	156	183	125	104	+45
Tyumen region	3 781	4 217	4 328	4 030	3 104	2 502	–1279
Chelyabinsk region	4 016	4 146	4 252	4 810	4 754	4 670	+654
Siberian Federal District	6 472	7 149	8 341	7 551	8 476	8 920	+2 448
Far Eastern Federal District	348	275	253	216	110	619	+271
Russian Federation	36 413	33 706	33 269	46 162	55 179	57 584	+21 171

Source: Rosstat, EMISS <https://fedstat.ru/indicators>.

Результаты (Results)

В имеющейся научной литературе по проблеме исследования неоднократно отмечается, что число сельскохозяйственных потребительских кооперативов в последние годы перманентно снижается [1, с. 753], однако такой важный показатель, как численность членов, наоборот, перманентно демонстрирует положительную динамику [6, с. 486]. Причем рост участников кооперативной деятельности в Российской Федерации характерен не только для сельскохозяйственных потребительских кооперативов в целом, но и для основной (наиболее важной для мелких сельхозпроизводителей) их группы – снабженческо-сбытовых кооперативов (таблица 1).

В то же время очевидно, что в разрезе округов РФ (и областей УФО) изменения численности членов сельскохозяйственных снабженческо-сбытовых кооперативов далеко не однозначны. Так, например, существенное увеличение данного показателя отмечается в Центральном и Сибирском федеральных округах, а значимое снижение – в Северо-Кавказском и Уральском. Причем снижение численности членов исследуемого вида кооперативов не-

посредственно в Уральском федеральном округе наблюдается в Тюменской области, в то время как другие области УрФО (Челябинская, Курганская, Свердловская) характеризуются их ростом. Включение в данную статистику перерабатывающих кооперативов несколько изменило бы общую картину, но (предположительно) в незначительной степени. Так как общая база по всем сельскохозяйственным потребительским кооперативам конкретно по данному показателю (как и некоторым другим, приведенным далее) отсутствует, а анализ возможен лишь на основе результатов сельскохозяйственной переписи (главным образом на основе первичных данных, которые не публикуются в открытой печати), оценка основных результатов деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в России, федеральных округах и конкретно в областях УрФО осуществлялась (далее) по такой категории, как снабженческо-сбытовые кооперативы.

Отметим, что значимая региональная дифференциация наблюдается и с точки зрения других показателей деятельности сельскохозяйственных снабженческо-сбытовых кооперативов, в том числе одного из базовых – размера паевого фонда (таблица 2).

Таблица 2

Динамика паевого фонда снабженческо-сбытовых потребительских кооперативов, тыс. р.

Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2013 г., %
Центральный федеральный округ	81 185	79 863	91 273	77 246	71 661	75 468	93
Северо-Западный федеральный округ	4 743	4 068	4 089	17 531	17 113	19 409	409
Южный федеральный округ	32 916	35 701	54 426	141 263	147 638	110 471	336
Северо-Кавказский федеральный округ	5 326	5 226	6 666	8 477	4 978	4 361	82
Приволжский федеральный округ	148 878	131 751	98 028	98 698	91 095	100 742	68
Уральский федеральный округ	13 783	18 783	16 072	18 578	20 961	20 279	147
Курганская область	4 621	1 500	1 627	1 669	1 109	1 671	36
Свердловская область	7 401	7 721	13 489	15 173	6 070,8	14 723	199
Тюменская область	5 292	5 334,4	2 014,1	2 690,5	5 194	2 306	44
Челябинская область	1 469,2	1 516,6	1 448,1	1 428,8	1 409,2	1 579	107
Сибирский федеральный округ	28 476	30 731	21 320	22 769	39 076	н/д	137*
Дальневосточный федеральный округ	44 352	18 603	18 993	19 907	13 192	н/д	30*
Российская Федерация	359 659	324 725	310 868	404 470	405 714	380 876	106

Комментарий: * сравнение данных 2017 г. с данными 2013 г. (данные же 2018 г. в базе ЕМНИС отсутствуют).

Table 2

Dynamics of the mutual fund supply and marketing consumer cooperatives, thousand rubles

Territory	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 to 2013, %
Central Federal District	81 185	79 863	91 273	77 246	71 661	75 468	93
Northwestern Federal District	4 743	4 068	4 089	17 531	17 113	19 409	409
Southern Federal District	32 916	35 701	54 426	141 263	147 638	110 471	336
North Caucasus Federal District	5 326	5 226	6 666	8 477	4 978	4 361	82
Volga Federal District	148 878	131 751	98 028	98 698	91 095	100 742	68
Ural Federal District	13 783	18 783	16 072	18 578	20 961	20 279	147
Kurgan region	4 621	1 500	1 627	1 669	1 109	1 671	36
Sverdlovsk region	7 401	7 721	13 489	15 173	6 070.8	14 723	199
Tyumen region	5 292	5 334.4	2 014.1	2 690.5	5 194	2 306	44
Chelyabinsk region	1 469.2	1 516.6	1 448.1	1 428.8	1 409.2	1 579	107
Siberian Federal District	28 476	30 731	21 320	22 769	39 076	No data	137*
Far Eastern Federal District	44 352	18 603	18 993	19 907	13 192	No data	30*
Russian Federation	359 659	324 725	310 868	404 470	405 714	380 876	106

Notes: * comparison of data from 2017 with data from 2013 (data from 2018 are not available in the EMNIS database).

Согласно статистике, с 2013 г. отмечается рост паевого фонда (включая взносы ассоциированных членов), как в целом по Российской Федерации, так и в отдельных федеральных округах, например, Северо-Западном, Южном, Уральском, Сибирском. Снижение паевого фонда наблюдается в остальных федеральных округах (в том числе отдельных областях Уральского федерального округа, в частности Курганской и Тюменской). Причем, если в Свердловской области паевой фонд сельскохозяйственных снабженческо-сбытовых кооперативов увеличивается на 7,3 млн р., то в Курганской области, наоборот, сокращается почти на 3 млн. р. В целом положительная динамика характерна и для резервного фонда сельскохозяйственных потребительских кооперативов.

Следующее. Для определения ресурсных и материально-технических возможностей сельскохозяйственных кооперативов России и ее регионов важно проанализировать (и сравнить) такой показатель, как «наличие основных фондов снабженческо-сбытовых сельскохозяйственных потребительских кооперативов по полной учетной стоимости», значение которого также различается по регионам, при этом для большинства из них (как и для России

в целом) характерна его положительная динамика (таблица 3).

Что касается основных результатов хозяйственной деятельности сельскохозяйственных снабженческо-сбытовых кооперативов в России и ее регионах, то их целесообразно оценить по таким показателям, как стоимость отгруженных товаров (работ, услуг) собственного производства снабженческо-сбытовыми потребительскими кооперативами; выручка от их несельскохозяйственной деятельности. Следует отметить, что по Российской Федерации наблюдается ежегодное увеличение стоимости отгруженных товаров собственного производства, выполненных сельскохозяйственными снабженческо-сбытовыми кооперативами работ и услуг, которое, к примеру, в 2019 г. составляет (относительно 2013 г.) более 350 %. В округах Российской Федерации (за исключением Дальневосточного федерального округа) наблюдается аналогичная динамика, хотя и по этому показателю деятельности анализируемой группы сельхозкооперативов дивергенция по округам и субъектам (в том числе по областям Уральского федерального округа) очевидна (таблица 4).

Таблица 3

**Основные фонды снабженческо-сбытовых сельскохозяйственных потребительских кооперативов
по полной учетной стоимости, тыс. р.**

Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2013 г., %
Центральный федеральный округ	641 355	549 382	715 919	683 250	1 284 721	725 620	113
Северо-Западный федеральный округ	38 484	27 304	41 781	45 328	45 213	86 092	224
Южный федеральный округ	н/д	н/д	н/д	283 134	486 243	424 930	н/д
Северо-Кавказский федеральный округ	10 644	9 073	34 433	53 999	10 904	14 434	136
Приволжский федеральный округ	729 044	532 854	571 954	501 631	552 266	645 451	89
Уральский федеральный округ	103 529	149 649	157 021	171 952	195 616	192 525	186
Курганская область	604,2	4 151	4 151	н/д	н/д	н/д	н/д
Свердловская область	9 209	14 672	18 346	42 259	38 721	32 625	354
Тюменская область	67 361	100 550	101 956	96 537	113 852	117 187	174
Челябинская область	26 354	30 276	32 568	33 157	43 042	42 699	162
Сибирский федеральный округ	360 349	334 224	369 364	315 058	426 146	567 090	157
Дальневосточный федеральный округ	209 063	320 569	330 287	366 805	320 908	260 417	125
Российская Федерация	2 251 748	2 124 527	2 449 119	2 421 156	3 322 016	2 916 559	130

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Table 3

Fixed assets of supply and marketing agricultural consumer cooperatives at full book value, thousand rubles

Territory	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 to 2013, %
Central Federal District	641 355	549 382	715 919	683 250	1 284 721	725 620	113
Northwestern Federal District	38 484	27 304	41 781	45 328	45 213	86 092	224
Southern Federal District	н/д	н/д	н/д	283 134	486 243	424 930	н/д
North Caucasus Federal District	10 644	9 073	34 433	53 999	10 904	14 434	136
Volga Federal District	729 044	532 854	571 954	501 631	552 266	645 451	89
Ural Federal District	103 529	149 649	157 021	171 952	195 616	192 525	186
Kurgan region	604.2	4 151	4 151	No data	No data	No data	No data
Sverdlovsk region	9 209	14 672	18 346	42 259	38 721	32 625	354
Tyumen region	67 361	100 550	101 956	96 537	113 852	117 187	174
Chelyabinsk region	26 354	30 276	32 568	33 157	43 042	42 699	162
Siberian Federal District	360 349	334 224	369 364	315 058	426 146	567 090	157
Far Eastern Federal District	209 063	320 569	330 287	366 805	320 908	260 417	125
Russian Federation	2 251 748	2 124 527	2 449 119	2 421 156	3 322 016	2 916 559	130

Source: Rosstat, EMISS <https://fedstat.ru/indicators>.

Таблица 4

**Динамика стоимости отгруженных товаров (работ, услуг)
собственного производства снабженческо-сбытовыми потребительскими кооперативами, тыс. р.**

Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2013 г., %
Центральный федеральный округ	691 478	1 040 032	1 252 957	1 508 489	2 448 205	2 510 867	363
Северо-Западный федеральный округ	20 538	59 708	12 935	66 357	41 068	69 277	337
Южный федеральный округ	196 757	145 274	194 675	81 307	244 403	296 805	151
Северо-Кавказский федеральный округ	21 536	49 339	48 361	65 974	53 368	180 027	836
Приволжский федеральный округ	1 191 805	1 354 800	1 362 013	1 367 583	1 775 884	1 502 841	126
Уральский федеральный округ	480 139	626 258	637 563	1 178 969	732 894	647 051	135
Курганская область	Н/д	40 687	Н/д	Н/д	2 715	Н/д	Н/д
Свердловская область	4 605	6 316	19 165,7	84 777,8	35 651,7	37 163	807
Тюменская область	184 609	204 492	195 883	560 295	329 089	Н/д	Н/д
Челябинская область	290 925	374 763	422 514	533 897	365 438	281 898	97
Сибирский федеральный округ	757 796	1 049 320	1 016 850	750 381	782 700	821 512	108
Дальневосточный федеральный округ	69 435	116 154	144 915	85 545	54 447	103 147	149
Российская Федерация	3 429 484	4 440 885	4 670 268	5 104 606	6 132 968	6 131 526	179

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Table 4

Dynamics of the cost of shipped goods (works, services) of own production by supply and marketing consumer cooperatives, thousand rubles

<i>Territory</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2018 to 2013, %</i>
<i>Central Federal District</i>	691 478	1 040 032	1 252 957	1 508 489	2 448 205	2 510 867	363
<i>Northwestern Federal District</i>	20 538	59 708	12 935	66 357	41 068	69 277	337
<i>Southern Federal District</i>	196 757	145 274	194 675	81 307	244 403	296 805	151
<i>North Caucasus Federal District</i>	21 536	49 339	48 361	65 974	53 368	180 027	836
<i>Volga Federal District</i>	1 191 805	1 354 800	1 362 013	1 367 583	1 775 884	1 502 841	126
<i>Ural Federal District</i>	480 139	626 258	637 563	1 178 969	732 894	647 051	135
<i>Kurgan region</i>	No data	40 687	No data	No data	2 715	No data	No data
<i>Sverdlovsk region</i>	4 605	6 316	19 165,7	84 777,8	35 651,7	37 163	807
<i>Tyumen region</i>	184 609	204 492	195 883	560 295	329 089	No data	No data
<i>Chelyabinsk region</i>	290 925	374 763	422 514	533 897	365 438	281 898	97
<i>Siberian Federal District</i>	757 796	1 049 320	1 016 850	750 381	782 700	821 512	108
<i>Far Eastern Federal District</i>	69 435	116 154	144 915	85 545	54 447	103 147	149
<i>Russian Federation</i>	3 429 484	4 440 885	4 670 268	5 104 606	6 132 968	6 131 526	179

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Таблица 5

Динамика выплат за проданную продукцию снабженческо-сбытовыми потребительскими кооперативами, тыс. р.

<i>Территория</i>	<i>2013 г.</i>	<i>2014 г.</i>	<i>2015 г.</i>	<i>2016 г.</i>	<i>2017 г.</i>	<i>2018 г.</i>	<i>2018 г. к 2013 г., %</i>
Центральный федеральный округ	3 291 874	3 643 237	3 220 455	3 518 512	4 691 322	4 722 439	143
Северо-Западный федеральный округ	44 651	46 309	53 954	90 146	57 082	114 464	256
Южный федеральный округ	789 929	949 782	846 386	1 115 064	1 331 020	1 055 318	134
Северо-Кавказский федеральный округ	15 252	34 226	16 247	28 055	42 499	148 394	973
Приволжский федеральный округ	3 332 284	4 152 143	4 987 105	3 664 882	3 693 261	3 023 699	91
Уральский федеральный округ	944 735	1 252 085	1 184 061	1 340 867	1 133 479	784 525	83
Курганская область	18 360,9	24 273	5 941	8 000	100	Н/д	Н/д
Свердловская область	44 663	4 893	17 743	45 155	14 520	48 974	110
Тюменская область	457 879	705 210	698 025	730 117	693 329	632 632	138
Челябинская область	423 833	517 709	462 352	557 596	425 530	Н/д	Н/д
Сибирский федеральный округ	1 148 624	1 532 715	1 808 532	16 67 131	1 948 411	2 395 454	209
Дальневосточный федеральный округ	138 344	115 874	161 365	111 151	142 090	204 577	148
Российская Федерация	9 705 693	11 726 371	12 278 105	11 535 808	13 039 164	12 448 870	128

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Table 5

Dynamics of payments for sold products by supply and marketing consumer cooperatives, thousand rubles

<i>Territory</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2018 to 2013, %</i>
<i>Central Federal District</i>	3 291 874	3 643 237	3 220 455	3 518 512	4 691 322	4 722 439	143
<i>Northwestern Federal District</i>	44 651	46 309	53 954	90 146	57 082	114 464	256
<i>Southern Federal District</i>	789 929	949 782	846 386	1 115 064	1 331 020	1 055 318	134
<i>North Caucasus Federal District</i>	15 252	34 226	16 247	28 055	42 499	148 394	973
<i>Volga Federal District</i>	3 332 284	4 152 143	4 987 105	3 664 882	3 693 261	3 023 699	91
<i>Ural Federal District</i>	944 735	1 252 085	1 184 061	1 340 867	1 133 479	784 525	83
<i>Kurgan region</i>	18 360.9	24 273	5 941	8 000	100	No data	No data
<i>Sverdlovsk region</i>	44 663	4 893	17 743	45 155	14 520	48 974	110
<i>Tyumen region</i>	457 879	705 210	698 025	730 117	693 329	632 632	138
<i>Chelyabinsk region</i>	423 833	517 709	462 352	557 596	425 530	No data	No data
<i>Siberian Federal District</i>	1 148 624	1 532 715	1 808 532	16 67 131	1 948 411	2 395 454	209
<i>Far Eastern Federal District</i>	138 344	115 874	161 365	111 151	142 090	204 577	148
<i>Russian Federation</i>	9 705 693	11 726 371	12 278 105	11 535 808	13 039 164	12 448 870	128

Source: Rosstat, EMISS <https://fedstat.ru/indicators>.

Таблица 6

Динамика выручки от несельскохозяйственной деятельности снабженческо-сбытовых потребительских кооперативов, тыс. р.

Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2013 г., %
Центральный федеральный округ	2 813 225	1 946 655	1 558 049	1 176 098	1 498 444	1 680 436	60
Северо-Западный федеральный округ	99 460	115 400	130 384	225 385	54 519	81 527	82
Южный федеральный округ	396 204	538 742	459 603	694 914	784 485	548 193	138
Северо-Кавказский федеральный округ	10 737	15 080	29 208	17 622	11 370	Н/д	Н/д
Приволжский федеральный округ	1 433 477	1 483 830	2 034 104	2 205 026	2 346 375	2 408 097	168
Уральский федеральный округ	205 527	237 868	134 984	359 884	294 918	290 411	141
Курганская область	2 722	Н/д	Н/д	Н/д	126	Н/д	Н/д
Свердловская область	19 879	35 262	43 344	37 394	25 711	37 431	188
Тюменская область	52 762	67 744	49 543	308 947	267 117	252 461	478
Челябинская область	130 164	134 862	42 097	13 543	1 964	Н/д	Н/д
Сибирский федеральный округ	246 721	490 983	548 484	577 262	614 080	967 817	392
Дальневосточный федеральный округ	161 452	112 701	135 076	237 071	219 245	259 618	161
Российская Федерация	5 366 803	4 941 259	5 029 893	5 493 263	5 823 438	6 258 088	117

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Table 6

Dynamics of revenue from non-agricultural activities of supply and marketing consumer cooperatives, thousand rubles

Territory	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 to 2013, %
Central Federal District	2 813 225	1 946 655	1 558 049	1 176 098	1 498 444	1 680 436	60
Northwestern Federal District	99 460	115 400	130 384	225 385	54 519	81 527	82
Southern Federal District	396 204	538 742	459 603	694 914	784 485	548 193	138
North Caucasus Federal District	10 737	15 080	29 208	17 622	11 370	н/д	н/д
Volga Federal District	1 433 477	1 483 830	2 034 104	2 205 026	2 346 375	2 408 097	168
Ural Federal District	205 527	237 868	134 984	359 884	294 918	290 411	141
Kurgan region	2 722	No data	No data	No data	126	No data	No data
Sverdlovsk region	19 879	35 262	43 344	37 394	25 711	37 431	188
Tyumen region	52 762	67 744	49 543	308 947	267 117	252 461	478
Chelyabinsk region	130 164	134 862	42 097	13 543	1 964	No data	No data
Siberian Federal District	246 721	490 983	548 484	577 262	614 080	967 817	392
Far Eastern Federal District	161 452	112 701	135 076	237 071	219 245	259 618	161
Russian Federation	5 366 803	4 941 259	5 029 893	5 493 263	5 823 438	6 258 088	117

Source: Rosstat, EMISS <https://fedstat.ru/indicators>.

Еще большей дифференциации подвержен такой показатель деятельности сельскохозяйственных потребительских (снабженческо-сбытовых) кооперативов, как выплата за проданную продукцию (таблица 5). Во-первых, этот показатель не демонстрирует в федеральных округах существенного роста (за исключением Северо-Кавказского федерального округа, где наблюдается увеличение данного показателя почти в 10 раз, и Северо-Западного федерального округа, где этот же показатель увеличился в 2,5 раза). Во-вторых, если в 2015–2017 гг. во многих округах (и областях) РФ отмечается рост выручки от проданной продукции, то 2018 год характеризуется очередным снижением объемов дохода. Отметим, что такая же ситуация наблюдается в последующие после реализации Приоритетного национального проекта «Развитие АПК» годы [7, с. 472].

Благодаря тому, что направления хозяйственной активности современных сельскохозяйственных потребительских кооперативов характеризуются процессами дивер-

сификации, снабженческо-сбытовые кооперативы (для обретения конкурентоспособности и финансовой устойчивости) стремятся получать выгоды не только от сугубо сельскохозяйственной деятельности, но и от деятельности несельскохозяйственной, однако динамика выручки непосредственно от несельскохозяйственной деятельности снабженческо-сбытовых потребительских кооперативов в России и ее округах показывает наличие многих ограничений в данном направлении развития кооперации (таблица 6). Помимо дифференциации федеральных округов РФ (согласно динамике выручки сельскохозяйственных потребительских кооперативов от несельскохозяйственной деятельности), следует отметить некоторый рост данного показателя (по России в целом – 17 %).

И последнее. Ни одна современная организация (сельскохозяйственная, промышленная, мелкая, крупная) не может эффективно функционировать без использования заемных средств. В связи с такими особенностями аграрной деятельности, как сезонность и длительный техноло-

Таблица 7

Общая сумма заимствований снабженческо-сбытовых потребительских кооперативов, тыс. р.

Территория	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. к 2013 г., %
Центральный федеральный округ	477 634	408 652	351 864	252 909	1 105 025	213 745	45
Северо-Западный федеральный округ	42 539	12 582	3 828	11 250	7 750	26 557	62
Южный федеральный округ	152 353	148 116	106 405	76 702	104 628	141 341	93
Северо-Кавказский федеральный округ	23 856	27 465	19 949	21 670	17 133	27 828	117
Приволжский федеральный округ	1 315 171	1 381 073	1 384 169	1 085 149	574 273	183 998	14
Уральский федеральный округ	204 773	252 644	200 169	275 908	173 134	137 543	67
Курганская область	67 793,2	87 650	45 136	88 904	70 813	38 842	57
Свердловская область	98 100	123 692,1	118 479	165 158,6	86 380	79 805	81
Тюменская область	38 082,4	40 310,1	36 554,5	18 960,1	14 976	18 896	50
Челябинская область	797	992	Н/д	2 885	965	н/д	н/д
Сибирский федеральный округ	150 331	83 994	91 489	86 834	65 907	79 465	53
Дальневосточный федеральный округ	167 227	167 485	220 053	387 061	233 464	215 863	129
Российская Федерация	2 533 884	2 482 012	2 377 926	2 197 482	2 281 314	1 026 341	41

Источник: Росстат, ЕМИСС <https://fedstat.ru/indicators>.

Table 7

Total borrowed amount of supply and marketing consumer cooperatives, thousand rubles

Territory	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018 to 2013, %
Central Federal District	477 634	408 652	351 864	252 909	1 105 025	213 745	45
Northwestern Federal District	42 539	12 582	3 828	11 250	7 750	26 557	62
Southern Federal District	152 353	148 116	106 405	76 702	104 628	141 341	93
North Caucasus Federal District	23 856	27 465	19 949	21 670	17 133	27 828	117
Volga Federal District	1 315 171	1 381 073	1 384 169	1 085 149	574 273	183 998	14
Ural Federal District	204 773	252 644	200 169	275 908	173 134	137 543	67
Kurgan region	67 793,2	87 650	45 136	88 904	70 813	38 842	57
Sverdlovsk region	98 100	123 692,1	118 479	165 158,6	86 380	79 805	81
Tyumen region	38 082,4	40 310,1	36 554,5	18 960,1	14 976	18 896	50
Chelyabinsk region	797	992	No data	2 885	965	No data	No data
Siberian Federal District	150 331	83 994	91 489	86 834	65 907	79 465	53
Far Eastern Federal District	167 227	167 485	220 053	387 061	233 464	215 863	129
Russian Federation	2 533 884	2 482 012	2 377 926	2 197 482	2 281 314	1 026 341	41

Source: Rosstat, EMISS <https://fedstat.ru/indicators>.

гический период производства многих видов продукции, заемные средства, по сути, являются особенно необходимыми для сельскохозяйственных хозяйственных единиц любой организационной формы. Тем не менее общий объем внешних заимствований постепенно снижается (таблица 7).

В итоге по результатам деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в Уральском федеральном округе можно отметить, что ограниченные финансовые ресурсы членов кооперативов, с одной стороны, и невозможность использования кооперативом современных финансовых инструментов (эмиссия ценных бумаг, операции на финансовых и фондовых рынках, привлечение средств в форме займов от субъектов, не являющихся членами кооператива), с другой – выступают (в совокупности с малыми размерами самих кооперативов и их низкой жизнеспособностью) основными причинами низкой эффективности деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в отечественных регионах, слабой конкурентоспособности по сравнению с аналогичными по видам деятельности крупными (акционерными) предприятиями.

Кроме того, результаты эмпирических исследований, продемонстрировавшие низкую эффективность деятельности отечественных сельскохозяйственных потребительских кооперативов, а также некоторые итоги теоретических изысканий относительно причин такой ситуации позволили заключить следующее:

1) неформальные институты, несмотря на определенные позитивные изменения в их характеристиках, по-прежнему создают существенные препятствия на пути успешного развития сельскохозяйственной потребительской кооперации (нейтрализуя результаты совершенствования формальных институтов, снижая эффективность государственных инициатив);

2) для улучшения результатов функционирования сельскохозяйственных потребительских кооперативов необходимо внести определенные изменения в современное кооперативное законодательство, что обеспечит кооперативам большие возможности для реализации современных бизнес-стратегий в их хозяйственной деятельности;

3) использование в организации кооперативной деятельности традиционной модели, преимущества которой строятся на эффекте масштаба (в то время как созданные

сверху кооперативы отличаются незначительными размерами), обуславливает недостаток капитала, отсутствие стимулов и мотивации для внедрения современных технологий, низкую конкурентоспособность кооперативных организаций [8, с. 112].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В целом, исследуя деятельность сельскохозяйственных кооперативов в сложившейся среде (в том числе с помощью научных достижений российской и зарубежной кооперативной теории), изучая опыт функционирования подобных организаций в развитых и развивающихся странах мира, обобщая итоги существенной поддержки кооперативов государством), становятся возможными определение внутренних и внешних факторов успехов и неудач кооперативного развития и прогнозирование перспектив эволюции кооперативов в будущем. Так, в качестве детерминантов неэффективной деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов (на основании собственных и других исследований) можно специфицировать следующие обстоятельства:

- 1) ограниченность некоторых важных ресурсов, необходимых для эффективного функционирования [9–11];
- 2) низкая готовность товаропроизводителей к любым интегративным процессам вследствие неадекватности неформальных институтов [12–14];
- 3) невозможность реализации традиционной кооперативной модели в сложившихся условиях среды [15], [16];
- 4) препятствия для внедрения предпринимательских моделей в кооперативную деятельность со стороны формальных институтов [17], [18].

Подчеркнем, что масштабы деятельности сельскохозяйственного кооператива (в существенной мере) обуславливаются находящимися в собственности организации ресурсами, причем такими значимыми, как земля, физический капитал, финансовые ресурсы (а сегодня еще и знания, информация, человеческий капитал, сложившиеся сети). Что касается земельных ресурсов, то в собственности сельскохозяйственных кооперативов (как показывает общероссийская статистика) находится лишь 2 % земель. Причем подавляющее большинство современных сельскохозяйственных кооперативов (в России в целом) арендуют земельные участки у их собственников (в основном у сельских жителей) [7, с. 473]. Таким образом, земельный вопрос (в первую очередь недостаток земельных площадей) является важным препятствием для развития сельскохозяйственной кооперации, так как одни кооперативы нуждаются в обширных земельных площадях для реализации определенных видов деятельности, а успех функционирования других непосредственно зависит от размеров земельных площадей их членов (если члены кооператива сосредоточены, например, на производстве зерна или других видов растениеводческой продукции). Решение земельного вопроса и предоставление земельных участков из государственной и муниципальной собственности фермерским (и другим мелким и средним) хозяйствам является своеобразным методом государственной поддержки, который целесообразно использовать наряду с общепринятыми мерами финансовой помощи сельхозпроизводителям и их кооперативным объединениям. С учетом много-

функциональности деятельности сельскохозяйственных кооперативов путем таких трансформаций (передача прав собственности) будут решаться вопросы, связанные как с повышением эффективности использования земель, так и с их экологической сохранностью (члены кооператива, как правило, проживают на тех же территориях, где осуществляют хозяйственную деятельность, а следовательно, заинтересованы как в сохранении продуктивных свойств используемых земельных участков, так и в обеспечении безопасности данного ресурса с позиции экологических стандартов).

Следующее. Развитие сельскохозяйственных кооперативов, как было отмечено ранее, обуславливается (помимо других факторов) качеством человеческого капитала. Как и любая сельскохозяйственная организация, кооператив нуждается как в специфической рабочей силе, обладающей знаниями об уникальных сельскохозяйственных технологиях, так и в профессиональных менеджерах, способствующих эффективному функционированию кооператива в современных рыночных условиях. Существенные затраты, связанные с управлением данным ресурсом (трудом), являются серьезным ограничителем развития сельскохозяйственной кооперации. Если транзакционные издержки эффективного менеджмента трудовыми ресурсами высоки, кооператив долгое время остается на более низком (относительно технологически оптимального) уровне. Исследования в русле новой институциональной теории показывают, что издержки, связанные с управлением (мониторингом, контролем) транзакциями с человеческим капиталом внутри организации, являются одним из главных факторов, ограничивающих рост и успех ее деятельности. Так, многие председатели сельскохозяйственных потребительских кооперативов подчеркивают (в ходе опроса) более высокие затраты времени и сил на управление данным ресурсом даже относительно затрат на приобретение физических активов, внедрение новых технологий, стратегическое планирование.

Низкую эффективность деятельности сельхозкооперативов можно связать (как следует из предыдущего теоретического и эмпирического анализа, а также результатов исследований, проводимых ранее [6, с. 491]) с особенностями неформальной и формальной институциональной среды, в которой они функционируют. Следует также отметить еще одну важную причину низкой эффективности деятельности сельскохозяйственных кооперативов в сложившихся условиях среды, в частности несоответствие этим условиям реализуемой в отечественной практике модели кооператива (традиционной модели). Как известно, традиционный кооператив осуществляет свою деятельность на таких принципах, как:

- 1) добровольность и открытость членства в кооперативе;
- 2) ограниченное участие в хозяйственной деятельности кооператива лиц, не являющихся его членами;
- 3) управление деятельностью кооператива на демократических началах;
- 4) обеспечение хозяйственных выгод для членов кооператива, участвующих в его деятельности;
- 5) внесение членами кооператива взносов, пропорциональных доле их участия в деятельности кооператива.

Кроме того, традиционный кооператив обладает внутренним потенциалом к росту активов и расширению деятельности, руководствуясь некоторыми своими базовыми принципами [19, с. 147]. При этом обретение кооперативом конкурентоспособности благодаря эффекту масштаба возможно лишь в определенной (в какой-то мере традиционной) институциональной среде. Обобщая, можно выделить следующие наиболее существенные аспекты: кооперативная организация в благоприятных для нее условиях не имеет ограничений для роста, так как функционирует на принципах добровольного и открытого участия для всех членов сообщества; кооперативная идеология равенства в управлении и патронаже социально привлекательна для многих сельских жителей и сельхозпроизводителей; философия солидарности, лояльности, взаимопомощи в деятельности кооператива и (в том числе) в его управлении импонирует как действующим членам кооператива, так и новым его участникам; кооператив находится в собственности фермеров (аграрных производителей), управляется ими, ориентируется на извлечение для них хозяйственных выгод, привлекая таким образом в свой состав все большее число членов. Рост же размеров кооператива объясняется (в определенной мере) отсутствием внешних собственников и тесными связями членов кооператива (единомышленников) между собой, а участие в органах управления кооператива лишь его членов способствует единству целей, формируемых и кооперативом как организацией в целом, и его отдельными участниками. Отсутствие обязательств новых членов инвестировать при вступлении в кооператив больше, чем инвестируют действующие члены, привлекает в кооператив аграрных производителей, у которых финансовые возможности ограничены. Развитие деятельности кооператива происходит на базе роста производства его участников, а особенности распределения прибыли (отсутствие дивидендов, создание неделимого фонда) создают условия для установления кооперативом более высоких цен на закупаемую продукцию, причем члены традиционного кооператива не ограничены в объемах поставок своей продукции кооперативу, но ограничены в ее поставках другим фирмам и организациям. Общественно привлекательно еще и то, что:

1) кооператив, предлагая одинаковую цену за продукцию (независимо от себестоимости ее производства), усредняет эффективность деятельности производителей, например, субсидированием одними фермерами деятельность других;

2) управляется кооператив по принципу «один член – один голос»;

3) члены кооператива могут выступать его кредиторами, что обуславливает значительное сокращение издержек деятельности кооператива и повышение ее эффективности.

В то же время в современной мобильной среде (с господством высоких технологий, жесткой конкуренцией, глобальным экономическим пространством, неравными рыночными позициями субъектов экономической деятельности) традиционные кооперативные принципы, обеспечивающие кооперативным организациям в классических рыночных условиях существенные преимущества, оборачиваются для сельскохозяйственных кооперативов зна-

чимыми (иногда непреодолимыми) проблемами, в числе которых следует выделить наиболее значимые:

1) добровольность и открытость членства (источники эффекта масштаба) приводят к вступлению в члены кооператива слабых (неконкурентоспособных) субъектов;

2) демократический механизм принятия решений и контроля (вовлечение в деятельность и управление всех членов кооператива в целях максимального использования их потенциала) детерминирует принятие неоптимальных решений из-за недостаточного опыта и слабой профессиональной подготовки;

3) ограничение участия в хозяйственной деятельности кооператива лиц, не являющихся его членами (приоритетность деятельности кооператива в интересах его членов) обуславливает недостаток финансовых ресурсов и, как следствие, невозможность реализации поставленных кооперативом целей;

4) внесение взносов членами кооператива пропорционально доле их участия (взаимная увязка объема совершаемых с кооперативом трансакций как с размером паевых взносов, так и с получаемым доходом) оборачивается скудным финансированием кооператива и ограниченными инвестиционными возможностями;

5) совместная ответственность членов кооператива (в том числе субсидиарная) за результаты его деятельности (в традиционных условиях мотивирующая эффективную деятельность организации и обеспечивающая ее жизнеспособность) определяет низкую готовность к членству в кооперативе (в условиях высоких рисков, гетерогенности интересов, низкого уровня доверия) и нежелание действующих членов вкладывать средства в совместную кооперативную собственность.

Таким образом, можно констатировать, что небольшие размеры кооперативов в сочетании с обстоятельствами (социально-экономическими, институциональными, политическими), препятствующими реализации традиционных кооперативных принципов в отечественной среде, не позволяют им извлекать экономию от масштаба, генерировать внешние эффекты от интеграционных и агломеративных процессов, существенно сокращать производственные и трансакционные издержки, сдерживая тем самым рост капитала кооперативных организаций, ставя под угрозу их жизнеспособность, обостряя внутренние противоречия между членами кооператива. В итоге вместо экспансии своей деятельности большинство созданных в отечественной экономике сельскохозяйственных кооперативов функционируют лишь благодаря государственной поддержке, а следовательно, не реализуют в полной мере свой потенциал как уникальных коллективных артефактов, не удовлетворяют многочисленные хозяйственные интересы сельхозтоваропроизводителей, не решают (как специфические организационные феномены) множество социальных проблем села. И тем не менее подчеркнем, что эффективная деятельность сельскохозяйственных кооперативов и других интегративных организаций в отечественном сельском хозяйстве все же возможна, но, безусловно, требует определенных условий, а именно:

1) совершенствования содержания кооперативного законодательства в пользу предпринимательских кооперативов;

2) изменения менталитета аграрных производителей в направлении сотрудничества и кооперации;
 3) развития конкуренции на аграрных рынках и улучшения общего состояния аграрного сектора экономики;
 4) формирования готовности членов кооператива внедрять новые стратегии управления и современные инстру-

менты финансирования с целью минимизации транзакционных издержек и учета нового целеполагания деятельности организации [20].

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-010-01048.

Библиографический список (References)

1. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Cooperative tradition in Russia: a revival of agricultural service cooperatives? // *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31 (6). Pp. 751–771. DOI: 10.1080/14631377.2019.1607439.
2. Kurakin A., Visser O. Post-socialist agricultural cooperatives in Russia: A case study of top-down cooperatives in the Belgorod region // *Post-Communist Economies*. 2017. Vol. 29 (2). Pp. 158–181. DOI: 10.1080/14631377.2016.1267974.
3. Grashuis J. An exploratory study of ownership and governance interrelationships in traditional and hybrid farmer cooperatives // *Managerial and Decision Economics*. 2018. Vol. 39 (6). Pp. 664–673. DOI: 10.1002/mde.2936.
4. Burkitbayeva S., Swinnen J. Smallholder agriculture in transition economies // *Journal of Agrarian Change*. 2018. No. 18 (4). Pp. 882–892. DOI: 10.1111/joac.12284.
5. Wegren S. The “left behind”: Smallholders in contemporary Russian agriculture // *Journal of Agrarian Change*. 2018. No. 18 (4). Pp. 913–925. DOI: 10.1111/joac.12279.
6. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian farmers and their prospects for success // *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31 (4). Pp. 484–499. DOI: 10.1080/14631377.2018.1537737.
7. Loretts E., Golovina S., Smirnova L. Functioning field of farm enterprises in Russia: uncertainty and risks. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Digital agriculture – development strategy” (ISPC 2019) // *Advances in Intelligent Systems Research*. 2019. Vol. 167. Pp. 470–475. DOI: 10.2991/ispc-19.2019.106.
8. Wolz A., Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia // *Outlook on Agriculture*. 2016. No. 45 (2). Pp. 111–116. DOI: 10.1177/0030727016651214.
9. Royer A., Bijman J., Abebe G. K. Cooperatives, partnerships and the challenges of quality upgrading: A case study from Ethiopia // *Journal of Co-operatives Organization and Management*. 2017. No. 5 (1). Pp. 48–55. DOI: 10.1016/j.jcom.2017.04.001.
10. Cook M. L., Illiopoulos C. Generic Solution to Coordination and Organizational Costs: in *Forming Cooperative Longevity* // *Journal of Chain and Network Science*. 2016. No. 16 (1). Pp. 1–10. DOI: 10.3920/JCNS2016.x001.
11. Grashuis J., Cook M. L. Farmer Cooperatives as Systems of Attributes: An Analysis of Ownership and Investment Complementarities // *Management and Governance of Networks: Franchising, Cooperatives, and Strategic Alliances*. 2017. Pp. 131–147. DOI: 10.1007/978-3-319-57276-5_8.
12. Hakelius K., Hansson H. Members’ attitudes towards cooperatives and their perception of agency problems // *International Food and Agribusiness Management Association*. 2016. No. 19 (4). Pp. 1–14. DOI: 10.22434/IFAMR2015.0219.
13. Grashuis J., Cook M. L. A Structural Equation Model of Cooperative Member Satisfaction and Long-term Commitment // *International Food and Agribusiness Management Association*. 2019. No. 22 (2). Pp. 1–18. DOI: 10.22434/IFAMR2018.0101.
14. Hooks T., McCarthy O., Power C., Macken-Walsh A. A Co-operative Business Approach in a Values-based Supply Chain: A Case Study of a Beef Co-operative // *Journal of Co-operative Organization and Management*. 2017. Vol. 5. Iss. 2. Pp. 65–72. DOI: 10.1016/j.jcom.2017.10.001.
15. Puusa A., Hokkila K., Varis A. Individuality vs. Communitality – A New Dual Role of Co-operatives? // *Journal of Co-operative Organization and Management*. 2016. Vol. 4. Iss. 1. Pp. 22–30. DOI: 10.1016/j.jcom.2016.02.002.
16. Illiopoulos C., Cook M. L., Chadad F. Agricultural cooperatives in Netchains // *Journal of Chain and Network Science*. 2016. No. 16 (1). Pp. 1–6. DOI: 10.3920/JCNS2016.x003.
17. Cook M. L., Grashuis J. Theory of Cooperatives: Recent Developments // *Routledge Handbook of Agricultural Economics*. New York, NY: Routledge, 2018. Pp. 372–392.
18. Cook M. L. A Life Cycle Explanation of Cooperative Longevity // *Sustainability*. 2018. No. 10 (5). Pp. 1–20. DOI: 10.3390/su10051586.
19. Ménard C. Organization and governance in the agrifood sector: How can we capture their variety? // *Agribusiness*. 2018. No. 34 (1). Pp. 142–160. DOI: 10.1002/agr.21539.
20. Briggeman B. C., Jacobs K. L., Kenkel P., McKee G. J. Current Trends in Cooperative Finance // *Agricultural Finance Review*. 2016. No. 402–410. DOI: 10.1108/AFR-04-2016-0034.

Об авторах:

Светлана Георгиевна Головина¹, 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

Лидия Николаевна Смирнова², ведущий научный сотрудник НИИ «Изучение проблем АПК», ORCID 0000-0002-7991-0802, AuthorID 904486; +7 912 212-68-17

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Курган, Россия

About the efficiency of agricultural cooperatives' functioning in Russia

S. G. Golovina^{1✉}, L. N. Smirnova²

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Kurgan State Agricultural Academy, Kurgan, Russia

✉E-mail: kkrav84@mail.ru

Abstract. The relevance of the presented material are justified by the fact that agrarian cooperation, first, is considered today as the most important condition for the successful functioning of agrarian sector of the economy and the preservation of rural areas, second, is under the close attention of the government, third, is characterized by low efficiency, despite the considerable efforts of theorists and practitioners. **Research objective** is scrupulous studying of a condition of cooperative activity in the Russian Federation in general and its regions in particular therefore materials about the efficiency assessment of domestic agricultural consumer cooperatives activity are presented in article (including in the Ural Federal District). **Results.** The main determinants of inefficient activity of agricultural consumer cooperatives in Russia (confirmed by calculations and analysis of corresponding economic indicators) are such circumstances as low readiness of producers for any integrative processes due to inadequacy of informal institutions; obstacles for introduction of entrepreneurial models into cooperative activities by formal institutions; limited resources at the disposal of cooperatives (including financial); non-compliant quality of human capital; inability to implement the traditional cooperative model in the current environment. **Scientific novelty.** The results are positively correlated with trends in the institutional environment. At the same time, the data of theoretical and empirical studies, on the basis of which, first of all, modern achievements of cooperative science and generalized material of practical activity of agricultural consumer cooperatives, allow not only to identify the main trends and tendencies in the development of domestic agricultural consumer cooperatives, but also to identify the reasons for their slow development.

Keywords: agricultural consumer cooperatives, formal and informal institutions, institutional theory, efficiency.

For citation: Golovina S. G., Smirnova L. N. Ob effektivnosti deyatel'nosti sel'skokhozyaystvennykh kooperativov v Rossii [About the efficiency of agricultural cooperatives' functioning in Russia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 89–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-89-100. (In Russian.)

Paper submitted: 25.05.2020.

Authors' information:

Svetlana G. Golovina¹, doctor of economics, professor, chief researcher of the research institutes of agricultural and environmental problems and agricultural management, ORCID 0000-0002-1157-8487, AuthorID 149863; +7 909 146-40-64, kkrav84@mail.ru

Lidiya N. Smirnova², 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

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Kurgan State Agricultural Academy, Kurgan, Russia