

ISSN 1097-4568

[WWW.USADA.RU](http://www.usada.ru)

04 (183) Апрель

Всероссийский ключевой аграрный журнал **2019**

**АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК**

**УРАЛА**

Агротехнологии

Биология и Биотехнологии

Экономика

# Аграрный вестник Урала

№ 4 (183), апрель 2019 г.

## Сведения о редакционной коллегии / редакционном совете

**И. М. Донник** (председатель), доктор биологических наук, профессор, академик РАН; вице-президент Российской академии наук

**О. Г. Лоретц** (заместитель председателя), доктор биологических наук, доцент, ректор УрГАУ

**Н. В. Абрамов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, доцент кафедры математики и естественных наук, Тюменский государственный университет

**В. Д. Богданов**, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН

**В. Н. Большаков**, доктор биологических наук, академик РАН; заведующий кафедрой экологии Института экологии растений и животных УрО РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина

**О. А. Быкова**, доктор сельскохозяйственных наук, доцент; заместитель декана по науке инновационной работе, УрГАУ

**Б. А. Воронин**, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой управления и права, УрГАУ

**Э. Д. Джавадов**, доктор ветеринарных наук, действительный член РАН, заслуженный деятель науки РФ, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства, директор

**Л. И. Дроздова**, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой анатомии и физиологии, УрГАУ

**А. С. Донченко**, академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока, директор

**Н. Н. Зезин**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, директор

**С. Б. Исмурагов**, доктор экономических наук, профессор, действительный член Международной академии наук высшей школы, Международной академии информатизации; Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова, ректор; Костанайский филиал Международной академии аграрного образования, президент

**В. В. Калашников**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ; заместитель академика-секретаря Отделения сельскохозяйственных наук РАН

**А. Г. Кошаев**, доктор биологических наук, профессор; Кубанский государственный аграрный университет, проректор по научной работе

**В. С. Мымрин**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства РФ; ОАО «Уралплемцентр», директор

**А. Г. Нежданов**, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии

**В. С. Паштецкий**, доктор сельскохозяйственных наук; Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, ВРИО директора

**Ю. В. Плугатарь**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, член Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, заслуженный деятель науки и техники Республики Крым

**А. Г. Самоделькин**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный ветеринарный врач РФ; Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, ректор

**А. А. Стекольников**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ; Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, ректор

**В. Г. Тюрин**, доктор ветеринарных наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ; Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, заведующий лабораторией зоогигиены и охраны окружающей среды

**И. Г. Ушаев**, доктор экономических наук, профессор, академик РАН, избранный действительный член (академик) Французской академии сельскохозяйственных наук, член Украинской и Казахской академий аграрных наук, заслуженный деятель науки РФ; Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, директор

**С. В. Шабунин**, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ; Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии, директор

**И. А. Шкурагова**, доктор ветеринарных наук, профессор УрГАУ; Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт, директор

По решению ВАК России настоящее издание входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертационных работ

## К сведению авторов

1. Представляемые статьи должны содержать результаты научных исследований, готовые для использования в практической работе специалистов сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес (исторические материалы и др.).

2. Структура представляемого материала в целом должна выглядеть так:

– УДК;

– рубрика;

– заголовок статьи (на русском языке);

– Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на русском языке);

– ключевые слова (на русском языке);

– расширенная аннотация – 200–250 слов (на русском языке);

– заголовок статьи (на английском языке);

– Ф. И. О. авторов, ученая степень, звание, должность, место работы, адрес и телефон для связи (на английском языке);

– ключевые слова (на английском языке);

– расширенная аннотация – 200–250 слов (на английском языке);

– собственно текст (необходимо выделить заголовками в тексте разделы: «Цель и методика исследований», «Результаты исследований», «Выводы. Рекомендации»);

– список литературы, использованных источников (на русском языке);

– список литературы, использованных источников (на английском языке).

3. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы представляются в формате Word. Формулы – в стандартном редакторе формул Word, структурные химические – в ISIS/Draw или сканированные, диаграммы – в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах.

4. Литература на русском и английском языках должна быть оформлена в виде общего списка, в тексте указывается ссылка с номером. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

5. Перед публикацией редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование в ведущие вузы и НИИ соответствующего профиля по всей России.

6. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа, если авторские права принадлежат ей.

7. Авторы представляют (одновременно):

– статью в печатном виде – 1 экземпляр, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами. Размер шрифта – 12, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman;

– цифровой накопитель с текстом статьи в формате RTF, DOC;

– иллюстрации к статье (при наличии).

8. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте, дублировать на бумажных носителях не обязательно.

## Редакция журнала:

**Д. Н. Багрецов** – кандидат филологических наук, шеф-редактор

**О. А. Багрецова** – ответственный редактор

**А. В. Ерофеева** – редактор

**Н. А. Предеина** – верстка, дизайн

**Подписной индекс 16356**

в объединенном каталоге «Пресса России»

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет

[avu.usaca.ru](http://avu.usaca.ru)

Адрес учредителя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42

Телефоны: гл. редактор 8 912 237-20-98; зам. гл. редактора – ответственный секретарь,

отдел рекламы и научных материалов 8 919 380-99-78; факс (343) 350-97-49. E-mail: [agro-ural@mail.ru](mailto:agro-ural@mail.ru) (для материалов)

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций Журнал входит в Международную научную базу данных AGRIS. Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат». Журнал «Аграрный вестник Урала» включен в базу данных периодических изданий «Ульрих» (Ulrich's Periodicals Directory) Свидетельство о регистрации: ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Уральском аграрном издательстве. 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт». 620049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж

Подписано в печать: 10.04.2019 г.

Усл. печ. л. – 9,3

Тираж: 2000 экз.

Автор. л. – 8,1

Цена: в розницу – свободная Обложка – источник: <http://svouya.ucoz.ru>

© Аграрный вестник Урала, 2019

## **АГРОТЕХНОЛОГИИ**

- А. А. Конищев, И. И. Гарифуллин, Е. Н. Конищева  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН, ПОБУЖДАЮЩИХ К ПЕРЕХОДУ  
 НА МИНИМИЗИРОВАННЫЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ** 4
- Е. В. Кравцова, Л. В. Рудакова  
**ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО  
 ПОД ВЛИЯНИЕМ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР** 12
- И. Р. Манукян, М. А. Басиева, Е. С. Мирошникова, В. Б. Абиев  
**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ  
 В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА** 20
- С. Ю. Турко, К. Ю. Трубакова  
**РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ НА ПАСТБИЩАХ АРИДНОЙ ЗОНЫ  
 И ВОПРОС ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ИСКУССТВЕННО СОЗДАННЫХ МОДЕЛЕЙ)** 27
- В. Л. Уляшев, В. В. Рзаева  
**ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ БОБОВ  
 ПО ПРИЁМАМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ** 35
- А. А. Шаманин, Л. А. Попова, В. В. Гинтов  
**МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫЕ КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ  
 ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ  
 В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА РОССИИ** 40

## **БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

- О. Ю. Ежова, Ю. Н. Беляцкая, Л. Н. Бакаева, Р. Р. Гадиев  
**ПЕРЕВАРИМОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОМБИКОРМА УТЯТАМИ  
 ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА** 48
- В. И. Косилов, С. С. Жаймышева, С. И. Мироненко, О. Г. Лоретц, О. А. Быкова, Б. С. Нуржанов, И. Р. Газеев  
**ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ТЕЛОК СИММЕНТАЛЬСКОЙ, ЛИМУЗИНСКОЙ ПОРОД  
 И ИХ ПОМЕСЕЙ РАЗНЫХ ПОКОЛЕНИЙ** 52
- Л. А. Логвиненко, О. М. Шевчук, Е. Н. Кравченко  
**ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПОЛЫНИ КОЛЛЕКЦИИ  
 АРОМАТИЧЕСКИХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА** 59
- К. М. Пладистая, Н. А. Татарникова  
**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЗРИТЕЛЬНОМ АНАЛИЗАТОРЕ КОШЕК  
 В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ** 64
- Т. Н. Сивкова  
**ПАЛЕОПАРАЗИТОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В ПЕРМСКОМ КРАЕ** 68
- В. Е. Софронова, В. А. Чепалов, К. А. Петров, О. В. Дымова, Т. К. Головкин  
**ФОНД ЗЕЛЕННЫХ И ЖЕЛТЫХ ПИГМЕНТОВ У ЯРОВОГО ОВСА, КУЛЬТИВИРУЕМОГО  
 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИОКОРМА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ** 72

## **ЭКОНОМИКА**

- Х. Б. Бадарчи, В. К. Севек  
**АНАЛИЗ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ  
 ПО УРОВНЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ  
 (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА)** 78
- Б. А. Воронин, А. Н. Митин  
**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ** 86
- И. П. Чупина, Я. В. Воронина  
**ВОЗРОЖДЕНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ** 96

**AGROTECHNOLOGIES**

A. A. Konishchev, I. I. Garifullin, E. N. Konishcheva <b>A STUDY ON THE CAUSES PROMPTING TO SWITCH TO THE MINIMIZED TILLAGE</b>	4
E. V. Kravtsova, L. V. Rudakova <b>CHANGE OF AGROCHEMICAL INDICATORS THE CHERNOZEM ORDINARY UNDER THE INFLUENCE OF SIDERALNY CULTURES</b>	12
I. R. Manukyan, M. A. Basieva, E. S. Miroshnikova, V. B. Abiyev <b>ASSESSMENT OF ECOLOGICAL PLASTICITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF A FOOTHILL ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS</b>	20
S. Yu. Turko, K. Yu. Trubakova <b>GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS ON PASTURES IN ARID ZONE AND QUESTION OF THEIR EXPLOITATION (ON THE EXAMPLE OF ARTIFICIALLY CREATED MODELS</b>	27
V. L. Ulyashev, V. V. Rzaeva <b>THE CONTAMINATION OF CROPS AND YIELD OF BROAD BEANS BY METHODS OF PRIMARY TILLAGE</b>	35
A. A. Shamanin, L. A. Popova, V. V. Gintov <b>USING THE LESS WIDESPREAD FEED CROPS FOR FORMING A HIGH QUALITY FEED AGROPHYTOCENOSIS IN CONDITIONS OF THE NORTHERN REGION OF RUSSIA</b>	40

**BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGIES**

O. Yu. Ezhova, Yu. N. Beletskaya, L. N. Bakayeva, R. R. Gadiev <b>DIGESTIBILITY AND UTILIZATION OF NUTRIENTS OF FEED DUCKLINGS WHEN FED WITH ENZYME PREPARATION</b>	48
V. I. Kosilov, S. S. Zhaimysheva, S. I. Mironenko, O. G. Loretz, O. A. Bykova, B. S. Nurzhanov, I. R. Gazeev <b>REPRODUCTIVE QUALITY HEIFERS SIMMENTAL, AND LIMOUSIN BREEDS AND THEIR HYBRIDS OF DIFFERENT GENERATIONS</b>	52
L. A. Logvinenko, O. M. Shevchuk, E. N. Kravchenko <b>INTRODUCTION STUDY OF SOME SPECIES OF THE HOLITONE OF THE COLLECTION OF AROMATIC AND MEDICINAL PLANTS OF THE NIKITA BOTANICAL GARDENS</b>	59
K. M. Pladistaya, N. A. Tatarnikova <b>MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE CENTRAL VISUAL ANALYZER OF CATS IN THE AGE ASPECT</b>	64
T. N. Sivkova <b>PALEOPARASITOLOGY AND PERSPECTIVES OF ITS DEVELOPMENT IN THE PERM REGION</b>	68
V. E. Sofronova, V. A. Chepalov, K. A. Petrov, O. V. Dymova, T. K. Golovko <b>GREEN AND YELLOW PIGMENTS OF SPRING OATS CULTIVATED FOR HARVESTING CRYOFODDER IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA</b>	72

**ECONOMY**

Kh. B. Badarchi, V. K. Sevek <b>ANALYSIS OF THE FRONTIER REGIONS OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA BY THE LEVEL OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF TYVA)</b>	78
B. A. Voronin, A. N. Mitin <b>MANAGEMENT OF DIGITALIZATION PROCESSES IN AGRICULTURE OF RUSSIA</b>	86
I. P. Chupina, Ya. V. Voronina <b>REVIVAL OF THE RUSSIAN MARKET OF ORGANIC PRODUCTS</b>	96

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН, ПОБУЖДАЮЩИХ К ПЕРЕХОДУ НА МИНИМИЗИРОВАННЫЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. А. КОНИЩЕВ, кандидат технических наук, старший научный сотрудник,

И. И. ГАРИФУЛЛИН, младший научный сотрудник,

Ивановский филиал Верхневолжского федерального аграрного научного центра

(153506, Ивановская обл., Ивановский р-н, с. Богородское, ул. Центральная, д. 2; e-mail: aleksei.konishhev2010@yandex.ru),

Е. Н. КОНИЩЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. К. Беляева

(153012, г. Иваново, ул. Советская, д. 45)

**Ключевые слова:** затраты на обработку почвы, посев, минеральные удобрения, средства защиты растений, рентабельность производства, урожайность зерновых.

Постатейный анализ затрат на выращивание зерновых культур показывает, что характер затрат за последние 20 лет практически не изменился. Из-за неравномерного удорожания расходных материалов, необходимых для производства зерновых, на первые места по затратам попеременно выходят затраты на посев, минеральные удобрения, средства защиты растений, уборку и содержание техники. И только затем следуют общие затраты ГСМ на технологию. Составляя в зависимости от региона и уровня интенсивности технологии 5–19 % от общих затрат. А затраты ГСМ непосредственно на основную обработку почвы во всех случаях составляют менее половины от их общей величины. Поэтому переход на минимизированные технологии обработки почвы только с целью уменьшения затрат на ГСМ часто не приводит к повышению рентабельности производства. Особенно если учесть, что переход на минимизированные обработки требуют увеличения расхода удобрений и средств защиты растений. Наибольшее влияние на урожайность, а следовательно, и на рентабельность производства оказывают годовые колебания урожайности (вызванные воздействием природных факторов), приводящие к изменению закупочных цен на зерно. При одинаковых начальных вложениях в производство, в зависимости от погодных условий вегетационного периода можно получить как убыток, так и высокую прибыль. При низком увлажнении почвы в период вегетации перспективней минимальные обработки, при высоком увлажнении – вспашка. Изменить эту закономерность путем только перехода на более интенсивные методы ведения производства невозможно. В то время как с помощью обработки почвы можно влиять на урожайность при различном режиме увлажнения. Для этого целесообразен переход на объемно-гетерогенную обработку.

## A STUDY ON THE CAUSES PROMPTING TO SWITCH TO THE MINIMIZED TILLAGE

A. A. KONISHCHEV, candidate of technical sciences, senior researcher,

I. I. GARIFULLIN, junior researcher,

Ivanovo branch of the Upper Volga Federal Agricultural Research Center

(2 Tsentralnaya Str., 153506, Ivanovo region, Ivanovo district, Bogorodskoye village; e-mail: aleksei.konishhev2010@yandex.ru),

E. N. KONISHCHEVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,

Ivanovo State Agricultural Academy named after academician D. K. Belyaev

(45 Sovetskaya Str., 153012, Ivanovo)

**Keywords:** costs of soil treatment, sowing, mineral fertilizers, plant protection products, profitability of production, grain yield.

An article-by-article analysis of the costs of growing crops shows that the nature of the costs over the past twenty years has not changed. Due to the uneven rise in the cost of consumables necessary for the production of grain, the first place on the costs alternately out the costs of sowing, fertilizers, plant protection, cleaning and maintenance of equipment. And only then there are the cost of fuel and lubricants. Depending on the region and the level of intensity of the technology it make up 5-19% of the total cost. And the cost of fuel directly to the main tillage in all cases is less than half of their total value. Therefore, the transition to minimized tillage technologies only in order to reduce the cost of fuel often does not lead to an increase in the profitability of production. Especially when you consider that the transition to minimized processing require an increase in the consumption of fertilizers and plant protection products. The greatest impact on productivity, and, consequently, on the profitability of production have annual fluctuations in yield (caused by natural factors), leading to changes in purchase prices for grain. With the same initial investments in production, depending on the weather conditions of the growing season, you can get both a loss and a high profit. With low soil moisture during the growing season promising minimum processing, with high moisture - plowing. It is impossible to change this pattern by only switching to more intensive methods of production. While with the help of tillage it is possible to influence the yield under different humidification regime. To do this, it is advisable to switch to volume-heterogeneous processing.

Положительная рецензия представлена Г. Н. Корневым, доктором экономических наук,  
профессором кафедры естественно-научных дисциплин  
Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени академика Д. К. Беляева.

### Введение

В качестве аргументов необходимости перехода на минимизированную обработку почвы во всем мире на первом месте находится защита почвы от эрозии (водной или ветровой), восстановление плодородия почвы или обеспечение возможности выращивания сельскохозяйственных культур в условиях жесткого дефицита осадков. И только в России на первое место выдвигаются экономические требования. При этом в качестве аргументов часто используются данные, говорящие что энергетические затраты на обработку почвы в стране достигли 40 %, а трудовые – 25 % от общих затрат на производство. Эти данные впервые появились в печати в семидесятые годы прошлого столетия и цитируются до настоящего времени. Между тем за минувшие с момента их первоначального появления более 40 лет произошли кардинальные изменения. Изменилась сама страна, изменился общественно-политический строй, изменились законы, изменилось соотношение цен и т. д. То есть изменилось практически все, в том числе и в сельскохозяйственном производстве. На этом фоне изменились и затраты на выполнение технологических операций, в том числе и на обработку почвы.

### Цель и методика исследований

Целью данной работы является выявление иерархии затрат на операции технологий выращивания зерновых культур и выбор направлений совершенствования технологий, способствующих снижению себестоимости и повышению рентабельности производства зерна.

Методически поставленная цель достигалась путем анализа публикаций по изучаемому вопросу за последние двадцать лет. Анализировались публикации по большинству зернопроизводящих регионам. Особое внимание уделялось выявлению устойчивости установленных тенденций.

### Результаты исследований

В результате изменений, произошедших в стране после перехода к рыночным отношениям, в себестоимости выращивания озимой пшеницы в Краснодарском крае в 2001–2002 годах при использовании классической технологии обработки на первое место вышли затраты на посев (табл. 1). На второе – затраты на уборку, обработка почвы оказалась на 5 месте. А общие затраты на ГСМ составили всего 4,9 % от суммарных затрат (для сравнения: затраты на минеральные удобрения, средства защиты растений (далее СЗР) и уборку соответственно составили 7,1, 12,0, 19,0 % от итога) [24].

В Саратовской области калькуляция затрат на производство пшеницы на первое место выводит затраты на посев (табл. 1, [16]). На втором месте – приобретение минеральных удобрений. Затраты на механическую обработку почвы оказываются на тре-

тьем месте. При этом большая часть затрат относится к механической обработке паров.

В Черноземной зоне (как, впрочем, и в других зонах) распределение затрат по статьям зависит от интенсивности применяемых технологий. При использовании экстенсивных технологий на первом месте по затратам находятся затраты на семена (табл. 2).

А при нормальных и интенсивных технологиях – удобрения. Далее идут общие затраты на ГСМ (без выделения технологических операций, в т. ч. и на обработку почвы). Стоимость семян при нормальных и интенсивных технологиях немногим меньше общих затрат на ГСМ. Весьма показателен и тот факт, что по мере увеличения интенсивности технологии, уровень рентабельности (при неизменной технологии обработки почвы) значительно снижается. Это свидетельствует в подтверждение определяющего влияния на рентабельность стоимости удобрений и средств защиты растений, а не обработки почвы.

На Южном Урале в благоприятном по погодным условиям 2008 году в хозяйствах, получивших наибольшую урожайность, на первом месте по затратам оказались минеральные удобрения (табл. 1, [6]).

Затраты по статьям при производстве зерновых по годам по разным причинам колеблются. Это наглядно представлено в работе Г. А. Безносова [3]. Например, в 2011 году на первом месте оказались фактические затраты на СЗР, а в 2012 году они оказались на 6 месте (табл. 1). А затраты на ГСМ соответственно на 7 и 4 местах.

На распределение затрат по статьям оказывает большое влияние финансовая нестабильность в стране. Например, в 2015 году из-за девальвации рубля рост цен на необходимое для сельхозпроизводителей сырье и материалы составил: на дизельное топливо – 5,5 %; на минеральные удобрения – 26,2 %; на средства защиты растений – 17 % [22].

В результате, если в 2014 году в структуре затрат на производство зерновых в Курганской области на первом месте были затраты на ГСМ, то в 2015 году они сместились на 4 место (табл. 1). А впереди оказались затраты на СЗР, удобрения и семена [19].

Часто затраты на содержание техники оказываются на первом месте. При этом техника для реализации традиционной технологии, как правило, оказывается более «возрастной», по сравнению с более современной техникой для минимальной обработки и прямого посева. Например, в себестоимости производства гороха в Ростовской области затраты на содержание техники составляют по традиционной технологии 48 % (259,7 руб/ц), а при прямом посева – 36 % (189,2 руб/ц) [14]. Далее располагаются затраты на посев и СЗР. Затраты на ГСМ делят 3–4 места (табл. 1).

Таблица 1  
Затраты по статьям при производстве зерновых и зернобобовых культур

Статьи затрат	Год расчетов, источник информации						
	2001–2002 [24]	2004 [16]	2007–2011 [20]	2008 [6]	2011–2012 [3] <sup>1</sup>	2014–2015 [19] <sup>3</sup>	2014–2015 [14] <sup>4</sup>
	Ранговый уровень затрат						
Обработка почвы	5	3 <sup>5</sup>	Нет данных	2	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Посев (в т. ч. стоимость семян)	1	1	3	3	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{1}$
Минеральные удобрения	4	2	1	1	$\frac{2}{7}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{5}{5}$
СЗР	3	5	5	4	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{4}{3}$
ГСМ (всего)	6	4	2	Нет данных	$\frac{7(5)^2}{4(2)}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$

<sup>1</sup> в числителе – данные за 2011 год, в знаменателе – за 2012 год;

<sup>2</sup> затраты на электроэнергию;

<sup>3</sup> в числителе – данные за 2014 год, в знаменателе – за 2015 год;

<sup>4</sup> в числителе – технология на базе вспашки, в знаменателе – прямой посев;

<sup>5</sup> всего затрат (включая обработку паров) – 14,2 % от итога, в т. ч. основная обработка – 5,8 %.

Table 1  
Costs of articles in the production of grain and leguminous crops

Cost items	Year calculation, source of information						
	2001–2002 [22]	2004 [16]	2007–2011 [19]	2008 [6]	2011–2012 [3] <sup>1</sup>	2014–2015 [18] <sup>3</sup>	2014–2015 [14] <sup>4</sup>
	Rank of level costs						
Soil tillage	5	3 <sup>5</sup>	No data	2	No data	No data	No data
Sowing (including the cost of seeds)	1	1	3	3	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{1}$
Mineral fertilizers	4	2	1	1	$\frac{2}{7}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{5}{5}$
Plant protection products	3	5	5	4	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{4}{3}$
Fuels and lubricants	6	4	2	No data	$\frac{7(5)^2}{4(2)}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$

<sup>1</sup> in the numerator is data for 2011, the denominator is for 2012;

<sup>2</sup> electricity costs;

<sup>3</sup> in the numerator is data for 2014, the denominator is for 2015;

<sup>4</sup> in the numerator is the technology of plowing, in the denominator is direct seeding;

<sup>5</sup> total cost (including processing of vapors) making up – 14.2 % of the total, including the basic processing of 5.8 %.

Таким образом, представленные данные наглядно показывают, что даже при наблюдаемых в настоящее время незначительных объемах внесения минеральных удобрений и средств защиты растений (на порядок более низких, чем во многих странах), затраты на их приобретение и применение выходят на лидирующие позиции в калькуляции себестоимости зерна (также и в энергетическом эквиваленте). При переходе от традиционной обработки к любой минимизированной обработке требуется увеличение использования минеральных удобрений и средств защиты растений. Например, еще в 80-е годы прошлого столетия Г. Кант отмечал [8], что при глубине вспашки в 28 см урожайность в 38–39 ц/га можно получать без

внесения азотных удобрений. При внесении 100 кг/га азота такую же урожайность обеспечивает рыхление на 13 см. При внесении 150 кг/га азота первоначальную урожайность обеспечивает обработка почвы на глубину 9 см. В современном мировом сельскохозяйственном производстве это наглядно подтверждается многочисленными данными, как отечественными, так и зарубежными [4, 7, 18, 21 и т. д.].

Если же производить замену вспашки на одну из минимизированных обработок без увеличения количества вносимых удобрений и средств защиты растений, то итоговая себестоимость зерна по «новым» технологиям оказывается в подавляющем большинстве случаев равной или большей, чем себестои-

Таблица 2  
Экономическая эффективность зернопаропропашного севооборота в зависимости от применяемых агротехнологий в Черноземной зоне (2007–2011 гг.) [20]

Показатели по статьям затрат, %	Озимая пшеница по чистому пару			Ячмень			Кукуруза на зерно		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Технология*									
Семена	36,5	16,4	14,8	45,7	23,4	20,2	33,8	18,5	14,0
СЗР	13,0	5,8	5,3	16,3	8,3	7,2	11,1	6,1	4,6
Удобрения	–	39,9	45,4	–	38,1	45,8	–	32,8	45,6
Уборка	7,5	6,6	6,1	7,3	7,1	6,4	10,8	9,2	7,9
ГСМ	19,0	16,8	15,4	12,3	11,9	10,8	27,4	23,5	20,2
Прочие	23,9	14,4	13,1	18,4	11,2	9,7	16,9	9,9	7,7
Рентабельность	52	34	23	28	24	12	119	88	62

\*Технологии: 1 – экстенсивная, 2 – нормальная; 3 – интенсивная.

Table 2  
Economic efficiency of grain-tiledcrop rotations depending on the applied agricultural technologies in the Chernozem zone (2007–2011) [19]

Indicators by costs item, %	Winter wheat by lea			Barley			Grain maize		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Technology*									
Seeds	36.5	16.4	14.8	45.7	23.4	20.2	33.8	18.5	14.0
Plant protection products	13.0	5.8	5.3	16.3	8.3	7.2	11.1	6.1	4.6
Fertilizers	–	39.9	45.4	–	38.1	45.8	–	32.8	45.6
Harvest	7.5	6.6	6.1	7.3	7.1	6.4	10.8	9.2	7.9
Fuels and lubricants	19.0	16.8	15.4	12.3	11.9	10.8	27.4	23.5	20.2
The others	23.9	14.4	13.1	18.4	11.2	9.7	16.9	9.9	7.7
Profitability	52	34	23	28	24	12	119	88	62

\*Technologies: 1 – extensive; 2 – normal; 3 – intensive.

Таблица 3  
Эффективность производства зерна в хозяйствах Челябинской области [1]

Показатели	Годы						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Урожайность, ц/га	8,4	15,3	6,8	9,5	9,8	13,4	14,5
Себестоимость, руб/ц	503	383	488	620	715	589	455
Цена реализации, руб/ц	483	445	563	647	747	938	1090
Рентабельность, %	–4	16,2	15,4	4,4	4,5	5,3	13,1

Table 3  
Efficiency of grain production in farms Chelyabinsk region [1]

Indicators	Years						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Yield, C/ha	8.4	15.3	6.8	9.5	9.8	13.4	14.5
Cost, RUB/C	503	383	488	620	715	589	455
Sale price, RUB/C	483	445	563	647	747	938	1090
Profitability, %	–4	16.2	15.4	4.4	4.5	5.3	13.1

мость при использовании базовой технологии [2, 13, 17], превращая, таким образом, подобную модернизацию в малоэффективное мероприятие.

Поэтому переход от технологии с использованием вспашки на любую минимизированную обработку не гарантирует улучшение финансового положения производителя из-за роста затрат на удобрения и СЗР. Кроме того, попытки относить расход ГСМ преимущественно на обработку почвы содержат известную долю лукавства, хотя бы потому, что, например, затраты горючего на вспашку и уборку одного гектара зерновых это близкие между собой величины.

Все обозначенные статьи затрат взаимосвязанным образом влияют на конечные результаты. Дорогие минеральные удобрения и средства защиты растений не позволяют приобретать их в достаточном объеме и тем самым обеспечивать должную отдачу от семян. Дорогие семена вынуждают производителей сеять некондиционными семенами, что значительно снижает общую отдачу технологий. Дорогая техника приводит к задержке ее обновления и вынуждает производителей работать на недостаточном количестве даже устаревшего оборудования, что в итоге приводит к нарушению сроков выполнения технологических операций.

В итоге все обозначенные факторы значительно снижают рентабельность производства зерна и инвестиционную привлекательность отрасли растениеводства.

При этом большой дестабилизирующий момент в деятельности предприятий вносят колебания рентабельности производства, зависящие от закупочных цен на зерно. В годы с низкой урожайностью (засушливые) происходит некоторый рост закупочных цен и соответственное увеличение рентабельности производства (например, 2012 год, табл. 3). Во влажные годы с высокой урожайностью избыток зерна сильно снижает закупочные цены и рентабельность производства. Особенно наглядно это видно при сравнении 2015 и 2012 годов (табл. 3). Увеличение валовых сборов пшеницы в 2015 году в Челябинской области до 1142,5 тыс. т против 479,9 тыс. т в 2012 году [1] уменьшило рентабельность почти в три раза (несмотря на принятые Правительством меры по увеличению закупочной цены)!

Аналогичная тенденция наблюдается и в других регионах. Например, в Татарстане колебания цены реализации зерна по годам составили [23]: в 2009 году – снижение от 9 до 3 тыс. руб./т; в 2010 – 10–11; в 2011 – 5–6; 2012 – 10, в 2013 – 8,5; в 2014 – до 12; в 2015 – 10–11; в 2016 – 9–10. Все это происходило на фоне непрерывного роста затрат на потребляемые ресурсы [23]. И при том, что выращивание зерновых при цене реализации менее 7 тыс. руб./т убыточно при всех интенсивных технологиях и по всем зерновым предшественникам [17].

При этом величина урожайности зерновых в различные по климатическим условиям годы в значительной степени зависит от технологии обработки почвы. Например, в условиях недостатка осадков

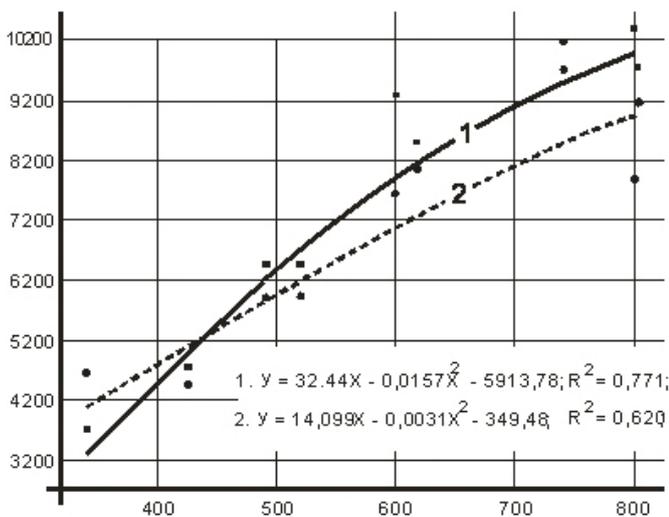


Рис. 1. Урожайность кукурузы на Южной экспериментальной станции, Уасека, штат Миннесота США:  
 1 – традиционная обработка, 2 – нулевая обработка  
 Fig. 1. Corn yield at the southern experimental station, Waseca, Minnesota USA:  
 1 – traditional processing, 2 – zero processing

преимущество безотвальной и минимальной обработок над вспашкой по урожайности составляет от 2,7 до 20,8 % [10].

В «нормальные» годы (со среднемноголетним количеством выпавших осадков) урожайность по минимизированным обработкам снижалась в пределах ошибки опыта или была равна урожайности по технологиям с применением вспашки [10].

Во влажные годы наблюдается достоверное снижение урожайности по безотвальной и минимальной обработкам по сравнению со вспашкой на 0,3 – 15,2 % в зависимости от возделываемой культуры [10].

Причем данная закономерность характерна не только для Российской Федерации. Например, обработка материалов таблицы, приведенной в книге К. Л. Кроветто [12] дает аналогичные результаты (рис. 1).

Описанная закономерность не зависит от дозы применяемых удобрений. Например, сравнение традиционной обработки с минимальной, при выращивании ячменя на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве (рис. 2), показывает преимущество минимальной обработки до ГТК, равного 1,2, независимо от количества используемых удобрений. При увеличении ГТК более 1,6 преимущество переходит к вспашке [11].

В результате, вкладывая ежегодно одинаковые средства в реализацию одностипной технологии на одних и тех же полях, отдачу (урожайность) произ-

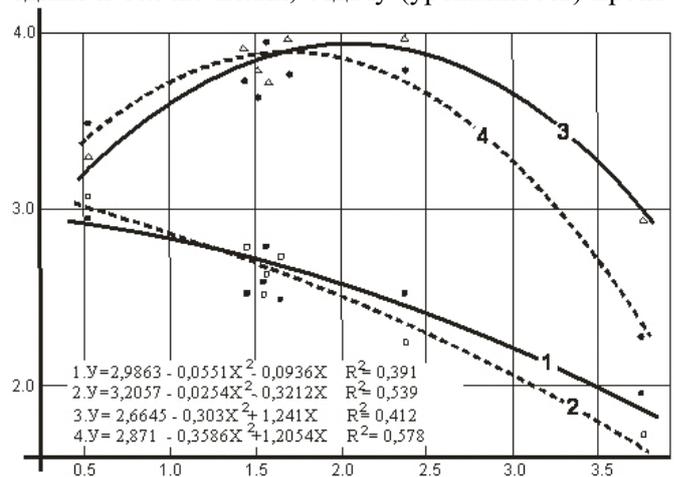


Рис. 2. Зависимость урожайности ячменя от гидротермического коэффициента вегетационного периода при различных технологиях обработки темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы [11]:  
 1 – вспашка на 22–24 см, без удобрений;  
 2 – безотвальное рыхление агрегатом «Смарагд» на 12–14 см, без удобрений;  
 3 – вспашка с удобрениями N80P80K60;  
 4 – безотвальное рыхление с удобрениями N80P80K60  
 Fig. 2. Dependence of barley yield on the hydrothermal coefficient of the growing season at different technologies of processing of dark gray forest loamy soil [11]:  
 1 – plowing on 22–24 cm, without fertilizers;  
 2 – loose loosening unit „Smaragd“ 12–14 cm, without fertilizers;  
 3 – plowing with fertilizers N80P80K60;  
 4 – subsurface tillage with fertilizers N80P80K60

Таблица 4  
Урожайность (т/га) и технологические затраты (тыс. руб/т)  
при различных технологиях возделывания яровой пшеницы по пару [5]

Технологии	Режим увлажнения вегетационного периода					
	Засушливый		Благоприятный		Влажный	
	Урожайность	Затраты	Урожайность	Затраты	Урожайность	Затраты
Экстенсивные	1,65	6,3	2,92	3,18	3,20	3,1
Нормальные	2,04	5,12	3,68	2,86	3,70	2,9
Интенсивные	2,17	5,76	6,26	2,23	4,37	2,8

Table 4  
Productivity (t/ha) and technological costs (ths. RUB/t) at various technologies of cultivation of spring wheat on steam [5]

Technologies	Mode of humidification of the vegetation period					
	Dry		Favorable		Wet	
	Yield	Cost	Yield	Cost	Yield	Cost
Extensive	1.65	6.3	2.92	3.18	3.20	3.1
Normal	2.04	5.12	3.68	2.86	3.70	2.9
Intensive	2.17	5.76	6.26	2.23	4.37	2.8

Таблица 5  
Урожайность яровой пшеницы в севооборотах в различные по увлажнению годы (2002–2011 гг.) [15]

Фон питания	Увлажнение вегетационного периода			Пределы колебаний урожайности, т/га
	Засушливый*	Умеренный*	Влажный*	
Без удобрений	1,61/100%	2,56/159%	2,6/164%	0,98–3,33
Минеральный	2,79/100%	3,51/126%	3,25/116%	1,43–4,64
Органо-минеральный	2,94/100%	3,69/125%	3,38/115%	1,24–5,05

\* в числителе – урожайность, т/га; в знаменателе – урожайность в процентах от засушливого года

Table 5  
The yield of spring wheat in crop rotations in various moisture years (2002–2011) [15]

Plant nutrition	The moisture of the vegetation period			The fluctuation range of yields, t/ha
	Dry*	Favorable*	Wet*	
Without fertilizer	1,61/100%	2,56/159%	2,6/164%	0,98–3,33
Mineral	2,79/100%	3,51/126%	3,25/116%	1,43–4,64
Organo-mineral	2,94/100%	3,69/125%	3,38/115%	1,24–5,05

\* in the numerator is the yield, t/ha; in the denominator yields in percent of dry years

водственники получают каждый год разную (табл. 4). То есть изначально по технологии затраты бывают одинаковыми, но в зависимости от получаемой урожайности себестоимость зерна по годам (рентабельность производства) сильно колеблется. Поэтому только замена технологии на базе вспашки на менее энергоемкую обработку не приведет к улучшению финансового состояния сельхозпроизводителей. Усилия ученых должны быть сосредоточены в первую очередь на снижении годовой вариабельности урожайности возделываемых культур, в том числе и за счет модернизация технологий обработки почвы.

О большом влиянии обработки почвы на накопление и расходование влаги общеизвестно. Также известно, что величина увлажнения вегетационного периода может увеличить урожайность зерновых до 64 %, а средства химизации в два раза меньше (табл. 5).

Таким образом, представленные данные наглядно показывают, что добиться снижения затрат на возделывание зерновых только за счет снижения интенсивности обработки почвы – задача малоперспектив-

ная. Рентабельность производства можно повысить, если одновременно со снижением технологических затрат удастся снизить коэффициент вариации урожайности по годам.

А одним из возможных направлений подобного реформирования технологий обработки почвы является переход на объемно-гетерогенную обработку [9, 10].

#### Выводы. Рекомендации

Постатейный анализ затрат на выращивание зерновых показывает, что характер распределения затрат практически не изменился за последние 20 лет. В зависимости от интенсивности используемых технологий и экономической ситуации в стране на первых местах остаются затраты на удобрения, средства защиты растений, содержание техники и стоимость семян. И только потом идут затраты на ГСМ.

Поэтому переход на минимизированные обработки почвы с целью улучшить экономическую ситуацию у сельхозпроизводителей путем экономии ГСМ малоперспективен, т. к. переход на ресурсосберегающие обработки требует увеличения применения удобрений и средств защиты растений. Подобный

переход без увеличения применения агрохимических средств в большинстве случаев ухудшает рентабельность производства зерновых.

Кардинально улучшить экономические показатели выращивания зерновых может снижение годовых

колебаний урожайности зерновых. Поэтому стратегической задачей модернизации технологий обработки почвы должна стать их оптимизация в направлении снижения зависимости урожайности от текущих погодных условий.

### Литература

1. Абилова Е. В. Повышение устойчивости зернового хозяйства в Южном Зауралье. Современные тенденции в научном обеспечении АПК Верхневолжского региона: коллективная монография. Т. 1. – Иваново : Прессто, 2018. – 356 с.
2. Айдиев А. Я., Лазарев В. И., Котельникова М. Н. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области // Земледелие. 2017. № 1. С. 37–39.
3. Безнососов Г. А. Оценка эффективности развития экономического механизма ресурсосбережения в зерновом производстве региона (на примере Курганской области) // Аграрный вестник Урала. 2014. № 4 (122). С. 74–77.
4. Борин А. А., Лощина А. Э. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота // Земледелие. 2015. № 7. С. 17–20.
5. Власенко А. Н. Продуктивность яровой пшеницы по пару при различных технологиях в лесостепи западной Сибири // Земледелие. 2009. № 3. С. 26–28.
6. Иванов С. А. Моделирование условий максимальной рентабельности производства зерновых культур на предприятиях Челябинской области (южная лесостепь) // Аграрный вестник Урала. 2012. № 4 (96). С. 72–74.
7. Ивенин В. В., Осипов В. В. Минимизация обработки почвы и урожайность яровой пшеницы // Земледелие. 2010. № 5. С. 13–14.
8. Кант Г. Земледелие без плуга. – М. : Колос, 1980. – 158 с.
9. Конищев А. А., Конищева Е. Н. Изменения климата как фактор развития технологий обработки почвы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 3 (24). С. 18–24.
10. Конищев А. А. Обработка почвы: вчера, сегодня, завтра. – Иваново : Издательство ФГОУ ВПО «Ивановская ГСХА им. академика Д. К. Беляева», 2013. – 127 с.
11. Конищев А. А., Перфильев Н. В., Гарифуллин И. И. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности» с влажностью почвы и урожайностью ячменя // Агрофизика. 2019. № 2. Журнал еще не вышел из печати. Выход по плану в июне (4 номера в год)
12. Кроветто К. К. Прямой посев (No-till). – Самара : Типография ООО «Аэропринт», 2013. – 206 с.
13. Кузыченко Ю. А. [и др.] Дифференциация систем основной обработки почвы под культуры полевых севооборотов в зоне Центрального Предкавказья. – Ставрополь : АГРУС, 2017. – 244 с.
14. Пахомов В. И., Рыков В. Б., Камбулов С. И. Результаты сравнительной оценки механизированных технологий возделывания зерновых культур // Зерновое хозяйство России. 2016. № 1. С. 58–62.
15. Постников П. А., Попова В. В. Урожайность яровой пшеницы в севооборотах // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 19–21.
16. Пронин В. М., Прокопенко В. А. Технично-экономическая оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологий по критерию часовых эксплуатационных затрат. – М. : ООО «Столичная типография», 2008. – 162 с.
17. Синещков В. Е., Васильева Н. В., Дудкина Е. А. Экономическая эффективность производства зерна яровой пшеницы при различных ценах реализации // Вестник Казанского ГАУ. 2018. № 4 (51). С. 160–167.
18. Ситдииков И. Г., Фомин В. Н., Нафиков М. М. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность ячменя // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 36–39.
19. Степных Н. В., Копылова С. А. Влияние экономических факторов на выбор технологии выращивания зерновых культур // Аграрный вестник Урала. 2015. № 6 (136). С. 90–93.
20. Тютюнов С. И. [и др.] Агроэкономическая эффективность технологий различной степени интенсификации // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 7–9.
21. Усенко В. И., Усенко С. В. Эффективность азотных удобрений при возделывании пшеницы по традиционным и No-till технологиям в лесостепи Алтайского Приобья // Земледелие. 2017. № 8. С. 32–35.
22. Ушачев И. Г. Оценка современного состояния и стратегические направления устойчивого развития агропромышленного комплекса России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (59). С. 15–24.

23. Хайрулин А. Н., Хайрулин А. А. Исследование качества и эффективности производства зерна. Вестник Казанского ГАУ. 2017. № 3 (45). С. 130–135.

24. Шевцов В. В. Экономическая эффективность производства зерна // Земледелие. 2003. № 4. С. 40–41.

#### References

1. Abilova E. V. Increase of stability of grain economy in the southern TRANS-Urals. Modern trends in scientific support of agriculture of the Upper Volga region: a collective monograph. Vol. 1. – Ivanovo : Pressto, 2018. – 356 p.
2. Ageev A. Ya., Lazarev V. I., Kotelnikova M. N. Improvement of technologies of cultivation of winter wheat in the conditions of the Kursk region // Agriculture. 2017. No. 1. Pp. 37–39.
3. Beznosov G. A. Evaluation of the efficiency of the economic mechanism of resource saving in grain production in the region (on the example of the Kurgan region) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 4 (122). Pp. 74–77.
4. Borin A. A., Ioschinina A. E. the Influence of tillage in combination with the use of fertilizers and herbicides on crop yield // Agriculture. 2015. No. 7. Pp. 17–20.
5. Vlasenko A. N. Productivity of spring wheat for a couple of different technologies in the forest-steppe of Western Siberia // Agriculture. 2009. No. 3. Pp. 26–28.
6. Ivanov S. A. Modeling of conditions of maximum profitability of grain crops production at the enterprises of Chelyabinsk region (southern forest-steppe) // Agrarian Bulletin of the Urals. 2012. No. 4 (96). Pp. 72–74.
7. Ivenin V. V., Osipov V. V. Minimization of tillage and yield of spring wheat // Agriculture. 2010. No. 5. Pp. 13–14.
8. Kant G. Farming without the plough. – Moscow : Kolos, 1980. – 158 p.
9. Konishev A. A., Konishcheva E. N. Climate change as a factor of development of technologies of processing of soil // Agrarian Bulletin of the Upper Volga region. 2018. No. 3 (24). Pp. 18–24.
10. Konishev A. A. Tillage: yesterday, today, tomorrow. – Ivanovo : Publishing house of Ivanovo state Agricultural Academy named after academician D. K. Belyaev, 2013. – 127 p.
11. Konishev A. A., Perfiliev N. V., Garifullin I. I. Study of the relationship of „optimal density“ with soil moisture and barley yield // Agrophysics. 2019. No. 2.
12. Crovetto K. K. Direct seeding (No-till). – Samara : printing house „Aeroprint“, 2013. – 206 p.
13. Kuzychenko, Yu. A. [et al.] Differentiation systems of basic treatment of soil for crops in field crop rotations in the area of the Central Caucasus. – Stavropol : AGRUS, 2017. – 244 p.
14. Pakhomov V. I., Rykov V. B., Kambulov S. I. Results of comparative evaluation of mechanized technologies of cultivation of grain crops // Grain economy of Russia. 2016. No. 1. Pp. 58–62.
15. Postnikov P. A., Popova V. V. Productivity of spring wheat in crop rotations // Achievements of science and technology of agriculture. 2013. No. 2. Pp. 19–21.
16. Pronin V. M., Prokopenko V. A. Technical and economic assessment of efficiency of agricultural machines and technologies on the criterion of hourly operating costs. – M. : ]Capital printing house, 2008. – 162 p.
17. Sineschekov V. E., Vasilyeva N. V., Dudkina E. A. Economic efficiency of grain production of spring wheat at various prices of implementation // Bulletin of Kazan State Agricultural University. 2018. No. 4 (51). Pp. 160–167.
18. Sitdikov I. G., Fomin V. N., Nafikov M. M. Influence of the main methods of tillage, fertilizers and plant protection products on the productivity of barley // Achievements of science and technology of agriculture. 2011. No. 8. Pp. 36–39.
19. Stepnykh N. V., Kopylova S. A. Influence of economic factors on the choice of technology of growing crops // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 6 (136). Pp. 90–93.
20. Tyutyunov S. I. [et al.] Agro-economical efficiency of technologies of various degrees of intensification // Achievements of science and technology of agro-industrial complex. 2012. No. 9. Pp. 7–9.
21. Usenko V. I., Usenko S. V. Efficiency of nitrogen fertilizers in wheat cultivation by traditional and No-till technologies in forest-steppe of Altai Ob // Agriculture. 2017. No. 8. Pp. 32–35.
22. Ushachev I. G. Assessment of the current state and strategic directions of sustainable development of the agro-industrial complex of Russia // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2016. No. 2 (59). Pp. 15–24.
23. Khairulin A. N., Khairulin A. A. Study of quality and efficiency of grain production. Bulletin of Kazan State Agricultural University. 2017. No. 3 (45). Pp. 130–135.
24. Shevtsov V. V. Economic efficiency of grain production // Agriculture. 2003. No. 4. Pp. 40–41.

## ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Е. В. КРАВЦОВА, соискатель,  
Л. В. РУДАКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Азово-Черноморский инженерный институт –  
филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде  
(347740, г. Зерноград, ул. Ленина, д. 21; e-mail: lena.le2011na.kravtsova@mail.ru)

**Ключевые слова:** эспарцет, рапс, горчица белая, нут, злако-бобовая смесь, урожай зеленого удобрения, общая биомасса, поступление питательных веществ, содержание гумуса, азот, фосфор, калий, элементы питания.

Российские классики земледелия понимали плодородие почвы в первую очередь как определенное ее состояние: соответствующий баланс органического вещества, высокая микробиологическая активность почвы, оптимальное физическое состояние, ненарушенное строение почвы. И действительно, практика показала: если все это есть, то вне нашей воли почва начинает работать [1]. Влияние минеральных удобрений оценивается так, что они играют важную роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур, но не могут существенно повысить плодородие почвы. Поэтому использование сидеральных культур как дополнительного источника органического удобрения способно обеспечить сохранение и повышение плодородия чернозема обыкновенного. Это также ценный предшественник для сельскохозяйственных культур, улучшающий структуру почвы и ее плодородие. Но для этого необходимо увеличение их доли в структуре посевных площадей. Приведенные результаты исследований показывают, наибольшим накоплением биомассы к моменту заделки обладали сидераты эспарцет (24,6 т/га) и рапс (23,8 т/га). Эспарцет обеспечил наибольшее поступление питательных веществ в почву: в среднем 271 кг/га азота, 72 кг/га фосфора и 153 кг/га калия. Применение сидератов обеспечивает увеличение содержания гумуса в почве по сравнению с контролем на 0,13–0,37 %. Благодаря сидеральным культурам и образовавшемуся органическому веществу улучшается гумусовое состояние, что делает эти растения ценным удобрительным материалом для многих сельскохозяйственных культур. Органическое вещество сидератов способствовало увеличению содержания в почве нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Необходимо использовать зеленое удобрение по типу полупара для повышения плодородия чернозема обыкновенного и урожайности сельскохозяйственных культур.

## CHANGE OF AGROCHEMICAL INDICATORS THE CHERNOZEM ORDINARY UNDER THE INFLUENCE OF SIDERALNY CULTURES

E. V. KRAVTSOVA, the applicant,  
L. V. RUDAKOVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
Azov – Black sea engineering Institute – branch of Don State Agrarian University in Zernograd  
(21 Lenina Str., 347740, Zernograd; e-mail: lena.le2011na.kravtsova@mail.ru)

**Keywords:** cock's head, colza, mustard white, chick-pea, cereal-bean mix, harvest of green fertilizer, general biomass, intake of nutrients, maintenance of a humus, nitrogen, phosphorus, potassium, batteries.

The Russian classics of agriculture understood fertility of the soil, first of all, as its certain state: corresponding balance of organic matter, high microbiological activity of the soil, optimum physical condition, undisturbed structure of the soil. And, really, practice showed – if all this is, then out of our will the soil begins to work [1]. Influence of mineral fertilizers is estimated so that they play an important role in increase in efficiency of crops, but cannot significantly increase fertility of the soil. Therefore use the green manure of cultures as additional source of organic fertilizer is capable to provide preservation and increase in fertility of the chernozem ordinary. This is also valuable predecessor for crops improving structure of the soil and its fertility. But for this purpose increase in their share in structure of acreage is necessary. The given results of researches show, the greatest accumulation of biomass by the time of seal green manure a cock's head (24.6 t/ha) and colza (23.8 t/ha) possessed. The cock's head provided the greatest intake of nutrients to the soil: in average 271 kg/ha of nitrogen, 72 kg/ha of phosphorus and 153 kg/ha of potassium. Application of green manure provides increase the maintenance of a humus in the soil in comparison with control for 0.13–0.37 %. Thanks to green manure cultures and the formed organic matter the humic state improves that does these plants by valuable fertilizer material for many crops. Organic matter of green manure promoted increase in contents in the soil of nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchange potassium. It is necessary to use green fertilizer as a semi-pair for increase in fertility of the chernozem ordinary and productivity of crops.

Положительная рецензия представлена Е. В. Ионовой, доктором сельскохозяйственных наук, заместителем директора Аграрного научного центра «Донской» по науке по растениеводству.

**Введение**

Сохранение и поддержание органического вещества в почве является одной из наиболее актуальных проблем современного сельского хозяйства. Интенсивное использование обыкновенного чернозема приводит к увеличению процесса минерализации, вызывая разложение как свежих органических остатков в почве, так и гумуса [2, 3]. Чернозем – основной пахотный фонд нашей страны. Эти почвы в прошлом веке при интенсивном использовании пережили сельскохозяйственную деградацию гумусового состояния [4].

Зеленое удобрение имеет несколько целей и несколько значений. Ни одна культура не может решить все проблемы плодородия почвы, поэтому необходимо определить, какое воздействие требуется в первую очередь, и выбрать подходящую культуру или определить смесь культур. Эффект зеленого удобрения также зависит от возраста растений. Когда растения молодые и свежие, они богаты азотом, а также хорошо разлагаются в почве и быстро выделяют азот. Две группы культур являются наиболее подходящими для использования в качестве зеленого удобрения:

бобовые, дающие зеленую массу, богатые питательными веществами, и капуста – с быстрым ростом и высокой урожайностью зеленой массы [5, 6]. В современных условиях в сельском хозяйстве выращиваются преимущественно экономически эффективные культуры, которые истощают почву. Решение этой проблемы требует не только максимального уровня использования материально-технических ресурсов, но и поиска дополнительных возможностей для сохранения и улучшения плодородия почв [7, 8, 9]. Существенным источником пополнения органического вещества и улучшения агрохимических свойств почвы может являться использование зеленого удобрения (сидератов).

**Цель и методика исследований**

Целью исследований являлось изучение эффективности зеленого удобрения на повышение плодородия чернозема обыкновенного. На экспериментальном участке в качестве контроля использовались растительные остатки зерновых культур (солома), в качестве зеленого удобрения использовали сидеральные культуры – эспарцет, рапс, горчицу белую, нут и злако-бобовую смесь (яровой ячмень + горох).

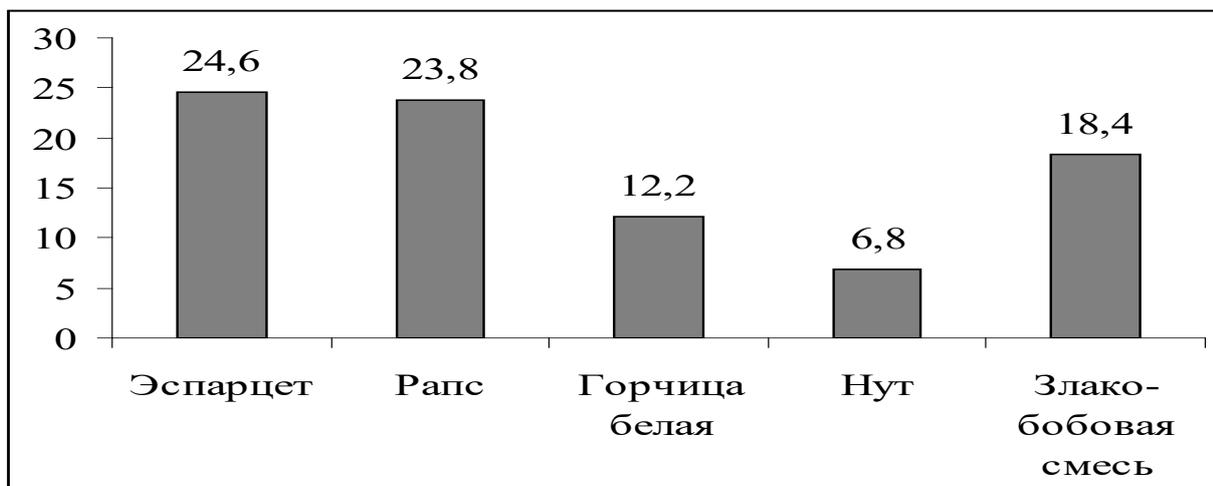


Рис. 1. Урожайность зеленой массы сидеральных культур до заделки в почву, т/га (2014–2016 гг.)

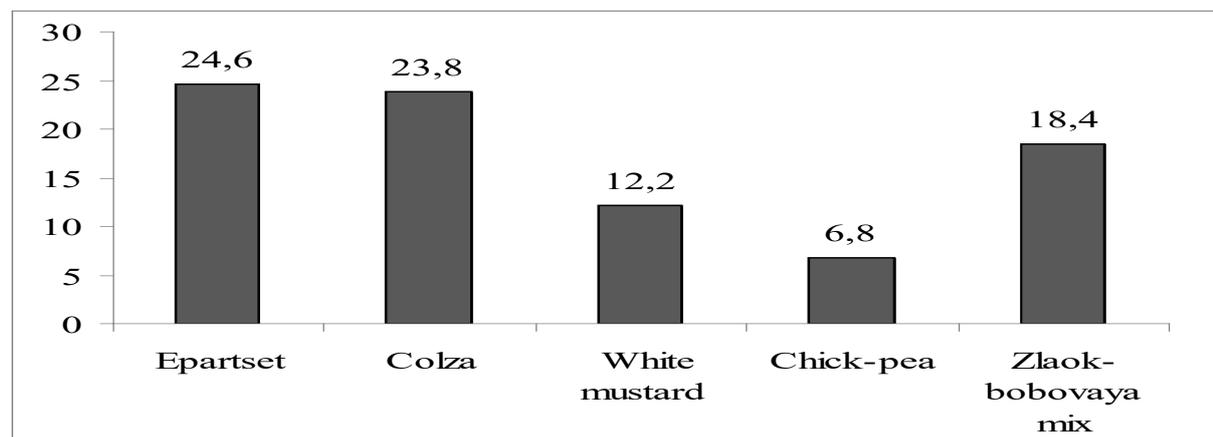


Fig. 1. Productivity of green material of green manure cultures before seal to the soil, t/ha (2014–2016)

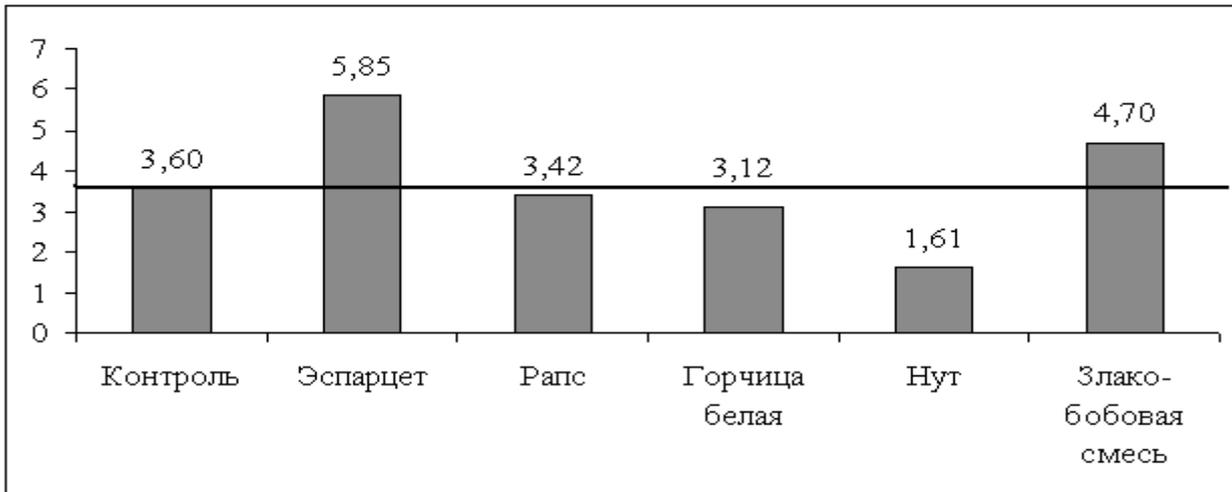


Рис. 2. Формирование общей биомассы разными сидеральными культурами, т/га (2014–2016 гг.)

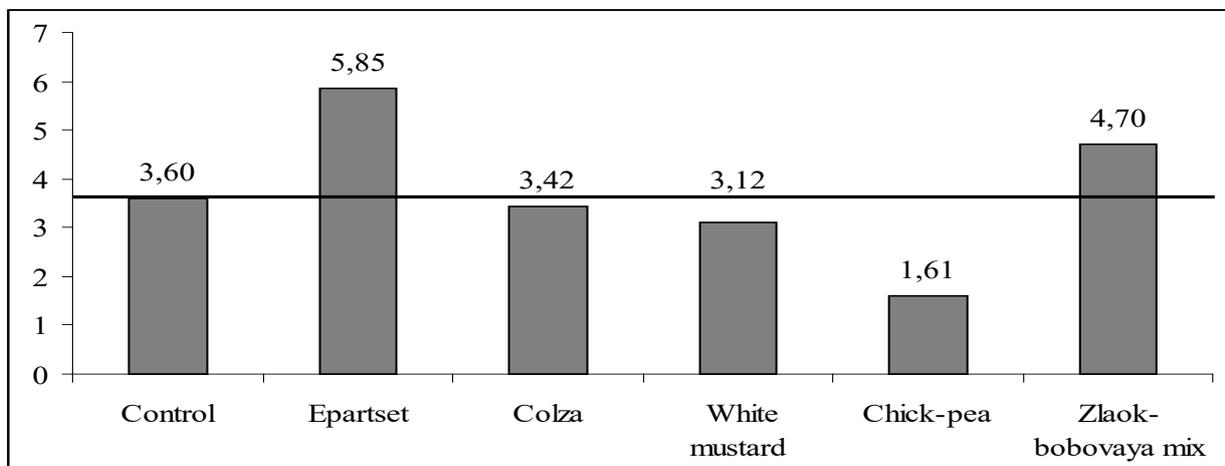


Fig. 2. Formation of the general biomass different green manure cultures, t/hectare (2014–2016)

Анализ почвенных образцов по вариантам опыта осуществляли в слое 0–40 см. Исследования проводили в 2014–2016 гг. в Агротехнологическом центре Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» в г. Зернограде. Почва экспериментального участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый [10]. Площадь исследуемой учетной делянки составляла 364 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Посев сидеральных культур осуществляли в оптимальные сроки, рекомендованные для южной зоны Ростовской области. Перед посевом сидеральных культур вносили минеральное удобрение аммиачную селитру 100 кг/га в физическом весе. В период бутонизации – начала цветения сидераты заделывали в почву на глубину 16–18 см с применением тяжелых дисковых борон БДТ-4. Через месяц было проведено второе дискование сидеральных культур для лучшего разложения растительных остатков. После заделки зеленой массы почву обрабатывали по типу полупара.

Учет урожайности зеленой массы сидератов проводился с использованием метода учета площадок размером 0,25 м<sup>2</sup> по данным экспериментального проекта, четырехкратного. В растительной массе си-

деральных культур перед заделкой ее в почву определяли содержание азота, фосфора и калия, и сухого вещества. После заделки в почву зеленой массы через 1 месяц определяли содержание азота нитратного, фосфора подвижного, калия обменного и содержание гумуса в почве. Определение содержания азота, фосфора и калия в растениях по методике ЦИНАО.

Почвенный анализ соответствовал государственным стандартам: азот нитратный в почве – ГОСТ 26951-86, фосфор подвижный и калий обменный в почве – ГОСТ 29205-91, содержание гумуса – по методике Тюрина в модификации Симакова.

Все виды анализов выполнялись в аттестованной учебно-научно-производственной агротехнологической лаборатории Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской ГАУ».

#### Результаты исследований

Исследования показали, что в течение вегетационного периода сидеральных культур формируют различное количество зеленой биомассы (рис. 1).

Установлено, что наибольшее поступление зеленой массы было обеспечено эспарцетом – 24,6 т/га и рапсом – 23,8 т/га, наименьшее было по нуту – 6,8 т/га. Горчица белая и злако-бобовая смесь зани-

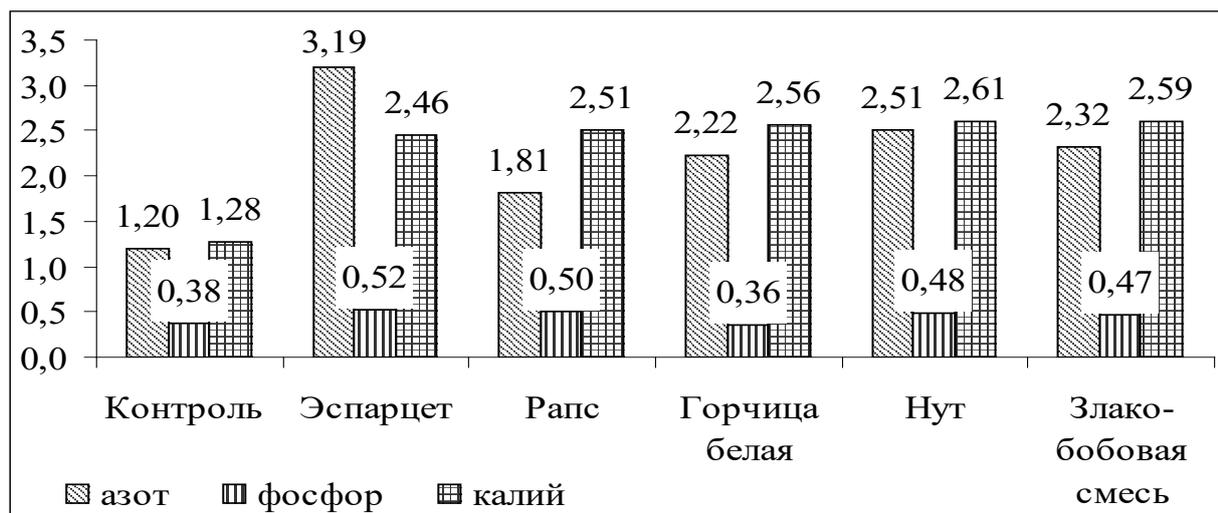


Рис. 3. Содержание азота, фосфора и калия в зеленой массе сидеральных культур, % (2014–2016 гг.)

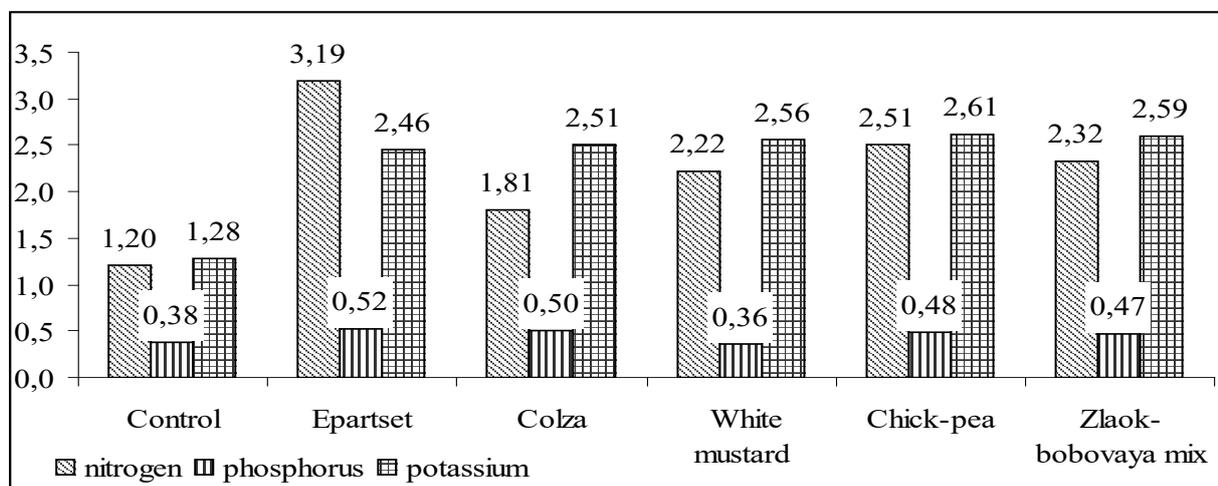


Fig. 3. Content of nitrogen, phosphorus and potassium in green material the green manure of cultures, % (2014–2016)

мали промежуточное положение и сформировали 12,2 и 18,4 т/га зеленой массы соответственно.

В пересчете на воздушно-сухое вещество биомасса эспарцета существенно превышала контроль (3,60 т/га), что доказывает  $HCP_{05} = 2,07$  т/га (рис. 2).

Больше, чем на контроле, однако не существенно, было сформировано воздушно-сухой массы в варианте с злако-бобовой смесью (4,70 т/га), самую низкую массу сформировал нут (1,61 т/га) (рис. 2).

Химический состав растений зависел от фазы развития на момент заделки их в почву. Сидераты, достигшие фазы цветения, разлагаются быстро в почве.

За годы исследования максимальное содержание азота и фосфора отмечено у эспарцета (3,19 % и 0,52 % соответственно), а по калию – у нута (2,61 %). Низкое содержание элементов питания составило по азоту – у рапса 1,81 %, по фосфору – у горчицы 0,36 %, по калию – у эспарцета 2,46 %, также и по контролю (солома) – 1,20; 0,38 и 1,28 % соответственно) (рис. 3).

Количество питательных веществ зеленого удобрения зависело не только от урожайности зеленой массы, но и от химического состава биомассы.

На содержание в зеленой массе азота, фосфора и калия после анализа было установлено, что с общей биомассой сидеральных культур поступление основных питательных веществ в почву было равномерно.

Наибольшее количество питательных веществ было обеспечено бобовой культурой – эспарцетом, с остатками которого 271 кг/га азота, 72 кг/га фосфора, 153 кг/га калия поступило в почву (рис. 4).

Среди сидератов наименьшее поступление питательных веществ в почву было отмечено после нута: азот – 53 кг/га, фосфор – 21 кг/га и калий – 45 кг/га, а самое наименьшее было в контрольном варианте: азот – 41, фосфор – 12 и калий – 41 кг/га.

Таким образом, было установлено, что сидеральные культуры в течение короткого вегетационного периода могут накапливать 1,61–5,85 т/га сухой воздушной массы, из которых 119–456 кг/га питательных веществ улучшают эффективное плодородие почвы.

Известно, что зеленые удобрения обогащают почву не только азотом, но и в определенной степени другими важными химическими элементами.

В наших исследованиях влияние изучаемых сидеральных культур на обеспеченность растений до-

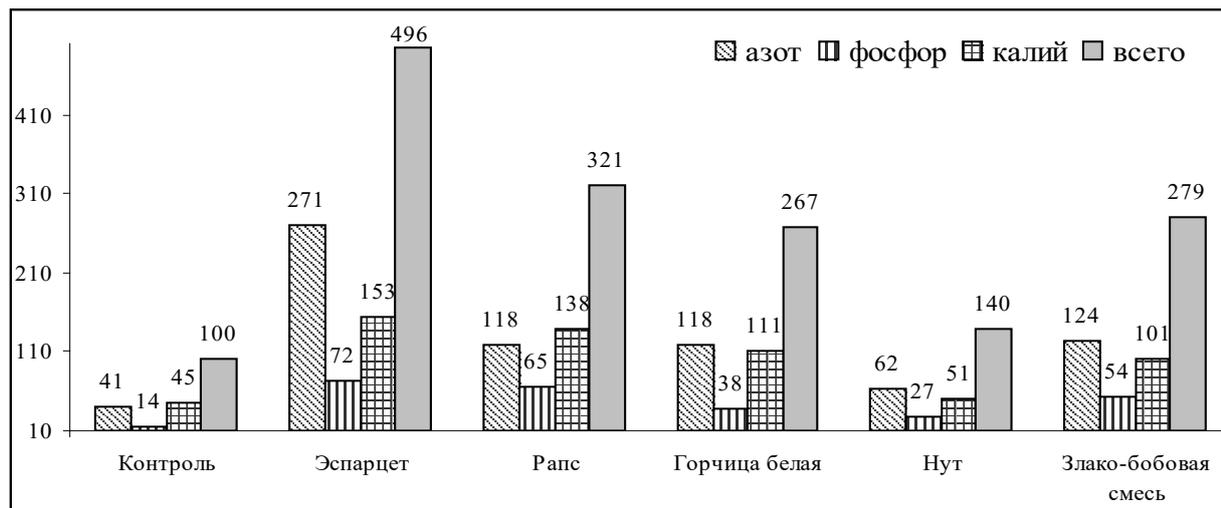


Рис. 4. Поступление основных питательных веществ в почву, кг/га (2014–2016 гг.)

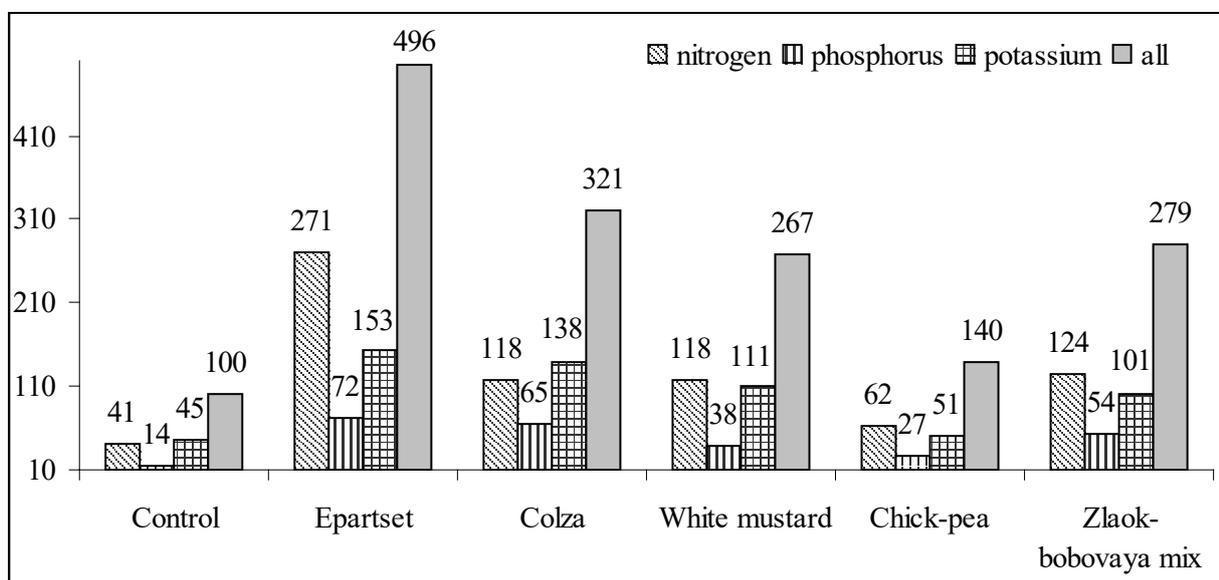


Fig. 4. Intake of the main nutrients to the soil, kg/hectare (2014–2016)

ступными формами элементов питания проводили, где в качестве контроля была заделка соломы.

В годы исследований самое низкое содержание гумуса, N-NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O было отмечено по контрольному варианту, а по сидеральным культурам содержание элементов питания увеличивалось (рис. 5).

Применение сидеральных культур на зеленое удобрение способствовало незначительному увеличению содержания гумуса в слое почвы 0–40 см по сравнению с контролем (3,36 %) и составило с 3,49 до 3,73 %. Наивысшим этот показатель был по рапсу – 3,73 %.

Зеленое удобрение – важнейший источник гумуса и азота в почве. При запашке высоких урожаев зеленой массы сидератов (рис. 6).

Обогащение почвы элементами питания за счет зеленого удобрения также повлияло на их содержание в слое почвы 0–40 см: содержание азота нитратного составило от 18,9 до 32,5 мг/кг; подвижного фосфора – от 28,3 до 44,5 мг/кг; калия обменного –

406–486 мг/кг. Все сидеральные культуры превышали контрольный вариант: 8,0 мг/кг, 22,0 мг/кг и 354 мг/кг почвы соответственно.

Полученные результаты указывают на то, что использование зеленого удобрения позволяет восстановить плодородие почвы, так как при разложении органического вещества в почве увеличивается содержание гумуса и основных элементов питания, доступные последующим сельскохозяйственным культурам.

#### Выводы. Рекомендации

Применение сидеральных культур в качестве зеленого удобрения позволяет внести органическое вещество в почву в количестве 24,6 т/га после эспарцета и 23,8 т/га рапс.

С этими сидеральными культурами в почву будут поступать питательные вещества: 118–271 кг/га азота, 65–72 кг/га фосфора и 138–153 кг/га калия.

Применение сидератов увеличивает содержание гумуса в почве по сравнению с контролем на 0,13–0,37 %.

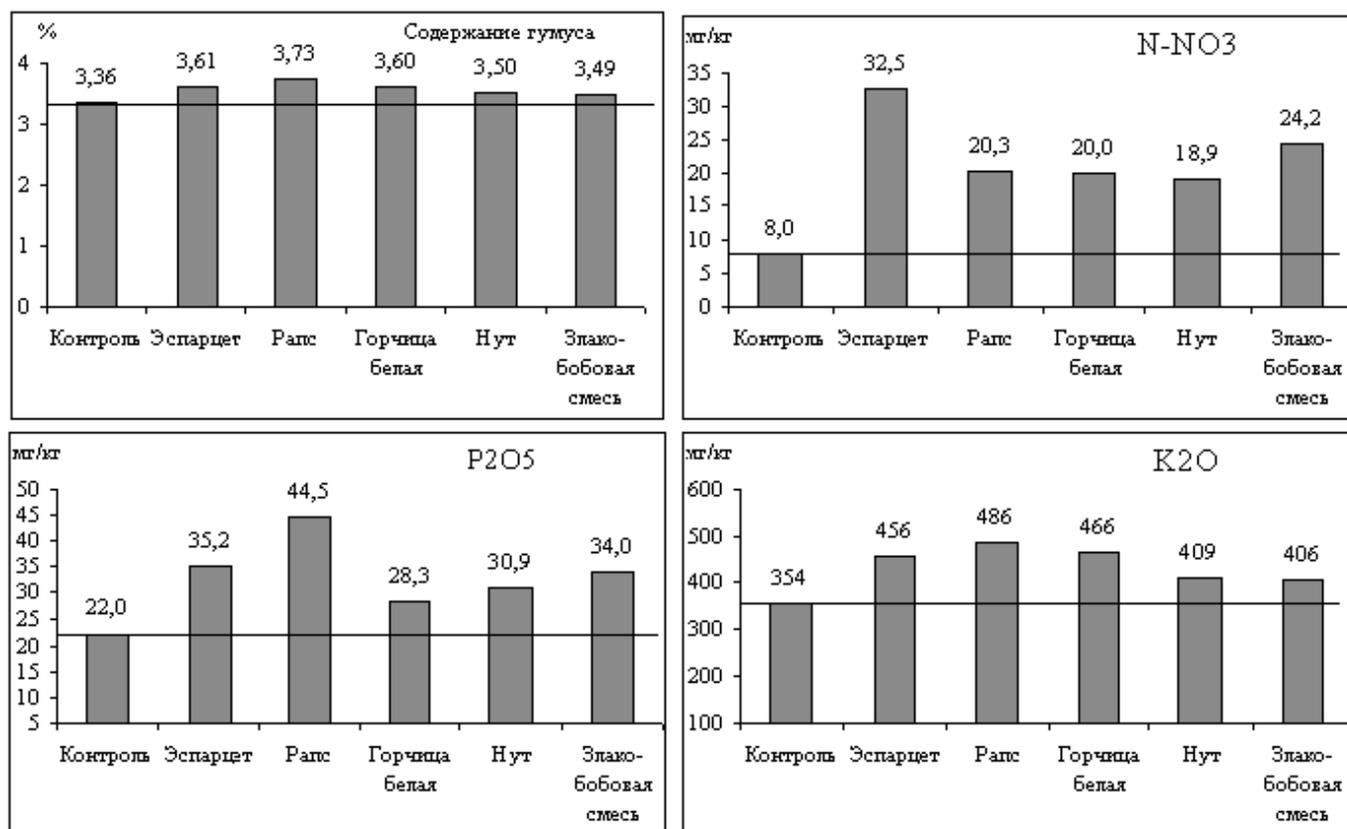


Рис. 5. Влияние зеленого удобрения на содержание гумуса и питательных веществ в почве, в слое 0–40 см, (2014–2016 гг.)

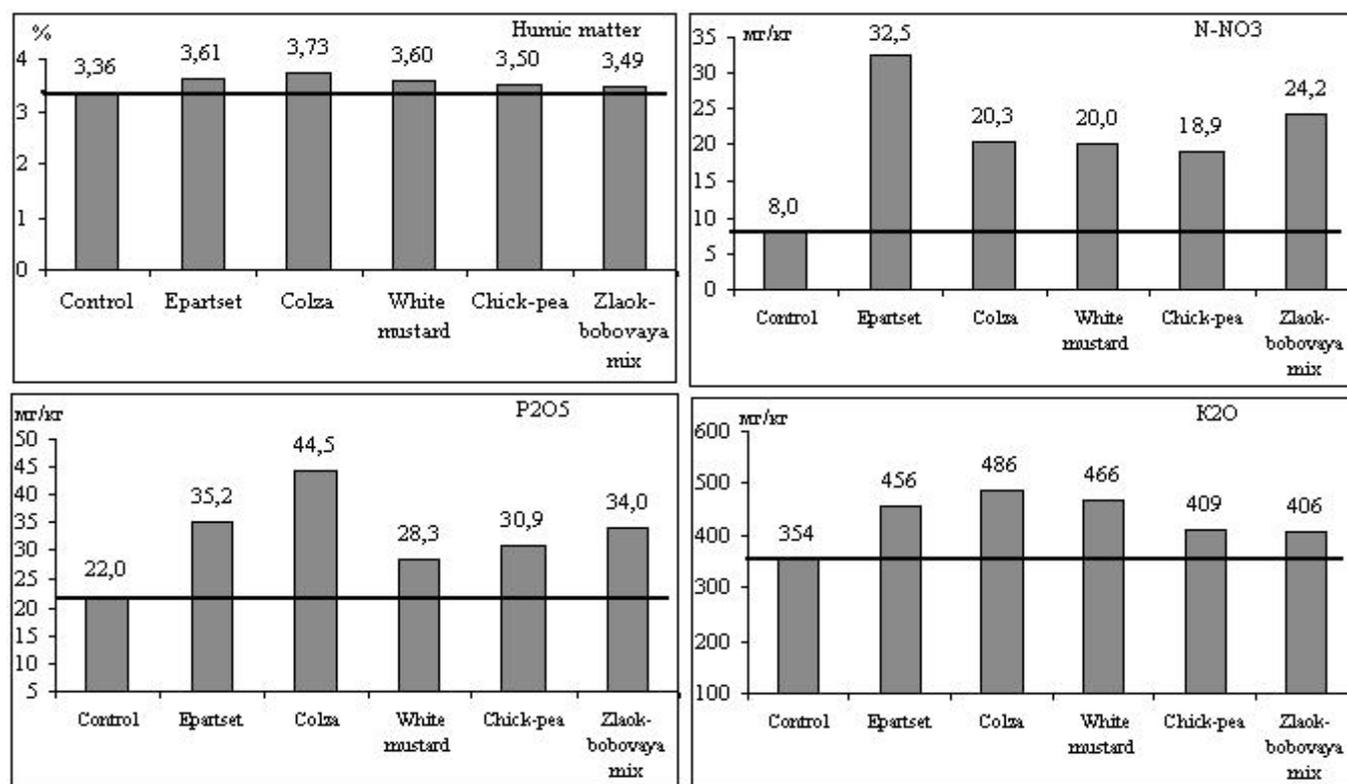


Fig. 5. Influence of green fertilizer on the maintenance of a humus and nutrients in the soil, in a layer of 0–40 cm (2014–2016)



Рис. 6. Заделка сидеральных культур в почву БДТ-4  
Fig. 6. Seal the green manure of cultures to DHH-4 soil

Заделка сидеральных культур обеспечила повышенное (по сравнению с контролем) содержание элементов питания в доступной форме. Максимальное содержание нитратного азота 32,5 мг/кг отмечено после эспарцета, а подвижного фосфора 44,5 мг/кг и обменного калия 486 мг/кг – после рапса.

Полученные результаты позволяют предложить использовать зеленое удобрение по типу полупара

для повышения плодородия чернозема обыкновенного. Благодаря сидеральным культурам образуется органическое вещество, которое попадает при заделке в почву и с помощью микроорганизмов передает свою энергию почве в качестве образовавшегося гумуса, что делает ценным удобрительным материалом для многих сельскохозяйственных культур.

#### Литература

1. Васюков П. П. Биологические факторы воспроизводства плодородия почвы в Краснодарском крае: рекомендации. – Краснодар, 2018. – 41 с.
2. Дедов А. А., Несмеянова М. А., Дедов А. В., Воронин В. И. Влияние приемов биологизации и различных способов обработки почвы на показатели плодородия и урожайности культур севооборотов // Вестник Воронежского государственного университета. 2016. № 3 (50). С. 47–56.
3. Киреев А. К., Тыныбаев Н. К., Жусупбеков Е. К. Содержание питательных элементов в надземной биомассе и корневых остатков сидеральных культур // Наука и мир. 2017. № 3 (43). С. 24–26.
4. Довгополая Е. А. Эколого-экономические аспекты повышения плодородия почв на мелиорируемых территориях Ростовской области // Экономика и экология территориальных образований. № 4. 2015. С. 149–152.
5. Турусов В. И [и др.] Пар как прием повышения плодородия почвы и продуктивности озимой пшеницы // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3 (45). Часть 3. С. 125–126.
6. Кидин В. В., Торшин С. П. Агрохимия: учебник. – Москва : Изд-во «Проспект», 2015. – 619 с.
7. Пегова Н. А. Влияние вида пара и обработки почвы в длительном опыте на показатели плодородия и урожайности озимой ржи // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5 (54). С. 42–48.
8. Борисова Е. Е. Применение сидератов в мире // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. 2015. № 6 (49). С. 24–33.
9. Бурыкина С. И., Коваленко Е. В. Зеленое удобрение и накопление доступных питательных веществ в черноземе южном // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Белоруссии. 2017. С. 57–60.
10. Кравцова Е. В., Рудакова Л. В. Сидираты как прием повышения плодородия почвы // Активная честолобивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству. 2016. № 1. С. 96–99.

#### References

1. Vasyukov P. P. Biological factors of reproduction of fertility of the soil in Krasnodar Krai: recommendations. Krasnodar, 2018. – 41 p.
2. Dedov A. A. [et al.] Influence of receptions of a biologization and various ways of processing of the soil on indicators of fertility and productivity of cultures of crop rotations // Bulletin of Voronezh State University. 2016. No. 3 (50). Pp. 47–56.

3. Kireev A. K., Tynybayev N. K., Zhusupbekov E. K. The maintenance of nutritious elements in elevated biomass and the root remains the green manure cultures // *Science and the world*. 2017. No. 3 (43). Pp. 24–26.
4. Dovgopoloya E. A. Ecological and economic aspects of increase in fertility of soils in the reclaimed territories of the Rostov region // *Economy and ecology of territorial educations*. 2015. No 4. Pp. 149–152.
5. Turusov V. I. [et al.] Green manure steam as reception of increase in fertility of the soil and efficiency of a winter wheat // *International research magazine*. Ekaterinburg, 2016. No. 3 (45). Part 3. Pp. 125–126.
6. Kidin V. V., Torshin S. P. *Agrochemistry: textbook*. – Moscow : Publishing house „Prospekt“. – 2015, 619 p.
7. Pegova N. A. Influence of a type of steam and processing of the soil in long experience on indicators of fertility and productivity of a winter rye // *Agrarian science of Euro Northeast*. 2016. No. 5 (54). Pp. 42–48.
8. Borisov E. E. Application of green manure in the world // *Bulletin of Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics*. 2015. No. 6 (49). Pp. 24–33.
9. Burykin S. I., Kovalenko E. V. Green fertilizer and accumulation of available nutrients in the chernozem southern // *Strategy and priorities of development of agriculture and selection of field cultures in Belarus*. 2017. Pp. 57–60.
10. Kravtsova E.V., Rudakova L.V. Green manure as reception of increase in fertility of the soil // *Active ambitious intellectual youth to agriculture*. 2016. No. 1. Pp. 96–99.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

И. Р. МАНУКЯН, кандидат биологических наук, доцент,  
 М. А. БАСИЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,  
 Е. С. МИРОШНИКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,  
 В. Б. АБИЕВ, младший научный сотрудник,  
 Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Владикавказского научного центра РАН  
 (363110, Республика Северная Осетия-Алания, Пригородный район, с. Михайловское, ул. Вильямса, д. 1; тел.: 8 928 487-61-55)

**Ключевые слова:** продуктивность, сорт, озимая пшеница, экологическая пластичность, адаптивность, селекционные индексы.

В современных экономических условиях важным резервом повышения урожайности и улучшения качества зерна является подбор адаптированных к условиям среды сортов с использованием новых, более совершенных методов оценки экологической пластичности. Приводятся результаты изучения 11 сортов озимой мягкой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа. Проведена комплексная оценка параметров экологической пластичности и адаптивности с использованием различных методов. Урожайность в среднем по годам (2016–2018 гг.) варьировала от 0,66 до 1,05 кг/м<sup>2</sup>. По результатам дисперсионного анализа преобладающий вклад в общую изменчивость продуктивности принадлежал генотипам изучаемых образцов (фактор «сорт»), их доля составила 50 %. Доля изменчивости, вызванная влиянием условий среды (фактор «год»), составила 26,5 %. Для выявления адаптивных генотипов по продуктивности проведены регрессионный и корреляционный анализы, а также рассчитаны различные селекционные индексы. К интенсивному типу относятся сорта «Альянс» ( $b_i = 1,46$ ,  $S^2_i = 0,14$ ), «Лазурная» ( $b_i = 1,91$ ,  $S^2_i = 0,24$ ), «Ареал» ( $b_i = 1,61$ ,  $S^2_i = 0,14$ ), «Антонина» ( $b_i = 1,46$ ,  $S^2_i = 0,15$ ), «Лист 25» ( $b_i = 2,49$ ,  $S^2_i = 0,2$ ). Менее пластичным и стабильным генотипом характеризуются «Гордовита» ( $b_i = 0,46$ ,  $S^2_i = 0,03$ ), «Мальвина» ( $b_i = 0,41$ ,  $S^2_i = 0,01$ ), «Кума» ( $b_i = 0,67$ ,  $S^2_i = 0,03$ ), «Дон 107» ( $b_i = 0,34$ ,  $S^2_i = 0,01$ ), «Зира» ( $b_i = 0,41$ ,  $S^2_i = 0,002$ ). Высокой продуктивностью обладают следующие сорта и сортообразцы: «Ареал» (1,05 кг/м<sup>2</sup>), «Мальвина» (0,87 кг/м<sup>2</sup>), «Антонина» (0,85 кг/м<sup>2</sup>), «Зира» (0,78 кг/м<sup>2</sup>), «Дон 107» (0,76 кг/м<sup>2</sup>). Наиболее тесную корреляционную связь с продуктивностью показали индекс стабильности ИС ( $r = 0,93$ ), новый индекс продуктивности растений ИПР, рассчитанный нами ( $r = 0,75$ ), коэффициент адаптивности  $Y_i$  ( $r = 0,73$ ) и показатель селекционной ценности  $S_c$  ( $r = 0,71$ ).

## ASSESSMENT OF ECOLOGICAL PLASTICITY OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF A FOOTHILL ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS

I. R. MANUKYAN, candidate of biological sciences, associate professor,  
 M. A. BASIEVA, candidate of agricultural sciences,  
 E. S. MIROSHNIKOVA, candidate of agricultural sciences,  
 V. B. ABIYEV, junior researcher,  
 North Caucasian Research Institute of Mountain and Piedmont Agriculture – the Affiliate of Vladikavkaz Scientific Centre of RAS  
 (1 Williams Str., 363110, Republic Of North Ossetia-Alania, Prigorodny district, Mikhailovskoye village, phone: 8 928 487-61-55)

**Keywords:** productivity, variety, winter wheat, ecological plasticity, adaptability, breeding indices.

In modern economic conditions, an important reserve for increasing the yield and improving the quality of grain is the selection of varieties adapted to environmental conditions using new, more advanced methods for assessing environmental plasticity. The results of the study of 11 varieties of winter soft wheat in the foothill zone of the Central Caucasus are presented. A comprehensive assessment of the parameters of environmental plasticity and adaptability using various methods. The average annual yield (2016–2018) varied from 0.66 to 1.05 kg/m<sup>2</sup>. According to the results of analysis of variance, the predominant contribution to the overall variability of productivity belonged to the genotypes of the studied samples (factor «grade»), their share was 50 %. The share of variability caused by the influence of environmental conditions (the «year» factor) was 26.5 %. To identify adaptive genotypes by productivity, regression and correlation analyzes were performed, and various breeding indices were calculated. The intensive type includes: „Alyans“ ( $b_i = 1.46$ ,  $S^2_i = 0.14$ ), „Lazurnaya“ ( $b_i = 1.91$ ,  $S^2_i = 0.24$ ), „Areal“ ( $b_i = 1.61$ ,  $S^2_i = 0.14$ ), „Antonina“ ( $b_i = 1.46$ ,  $S^2_i = 0.15$ ), „List 25“ ( $b_i = 2.49$ ,  $S^2_i = 0.2$ ). Less plastic and stable genotypes are characterized by: „Gordovita“ ( $b_i = 0.46$ ,  $S^2_i = 0.03$ ), „Malvina“ ( $b_i = 0.41$ ,  $S^2_i = 0.01$ ), „Kuma“ ( $b_i = 0.67$ ,  $S^2_i = 0, 03$ ), „Don 107“ ( $b_i = 0.34$ ,  $S^2_i = 0.01$ ), „Zira“ ( $b_i = 0.41$ ,  $S^2_i = 0.002$ ). The following varieties are highly productive: „Areal“, „Malvina“, „Antonina“, „Zira“, „Don 107“ (1.05 kg/m<sup>2</sup>, 0.87 kg/m<sup>2</sup>, 0.85 kg/m<sup>2</sup>, 0.78 kg/m<sup>2</sup>, kg/m<sup>2</sup>, respectively). The closest correlation with productivity was shown: the stability index IS ( $r = 0.93$ ), the new plant productivity index PPI calculated by us ( $r = 0.75$ ), the adaptability coefficient  $Y_i$  ( $r = 0.73$ ) and the breeding value index  $S_c$  ( $r = 0.71$ ).

Положительная рецензия представлена С. А. Бекузаровой, доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства Горского государственного аграрного университета, заслуженным изобретателем Российской Федерации.

### Введение

Взаимодействие «генотип – среда» – одно из главных направлений в современных генетико-селекционных исследованиях. Характер взаимодействия описывается рядом параметров, таких как пластичность, стабильность, гомеостаз, устойчивость. Они отражают динамику реакции генотипа на изменения условий среды или, другими словами, широту модификационной изменчивости в пределах нормы реакции генотипа [5].

Ценность адаптивных сортов зависит не только от абсолютных значений урожайности, но и в значительной степени от экологической пластичности, т. е. способности в широком диапазоне почвенно-климатических условий формировать продуктивность, близкую к потенциальной, обладать устойчивостью к болезням и повреждениям вредителями, способностью быстро реагировать на улучшение условий выращивания [6; 10]. Для комплексной оценки на адаптивность (ряда приспособительных свойств организма) и отбора ценного исходного селекционного материала используют набор методик, позволяющих установить достоверность наблюдаемых различий и получить необходимую информацию о потенциальной продуктивности и экологической пластичности растений [1]. Следует учитывать, что оценка параметров устойчивости отчасти относительна, т. к. зависит от набора анализируемых сортов и может иметь иное абсолютное значение при сравнении с другими сортообразцами. Для идентификации механизмов пластичности и стабильности новых генотипов необходимо ориентироваться на известные сорта, обладающие разными типами устойчивости и пластичности, чаще всего это хорошо зарекомендовавшие себя районированные сорта [7].

### Цель и методика исследований

Целью исследования являлась комплексная оценка селекционного материала озимой пшеницы на продуктивность и экологическую пластичность в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа с использованием методов, максимально точно характеризующих адаптивные свойства селекционного материала. Исследования проводились в 2016–2018 гг. в лаборатории селекции и семеноводства зерновых культур СКНИИГПСХ ВНИЦ РАН. Материалом для исследований послужили 3 районированных сорта озимой пшеницы и 8 сортообразцов из коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова.

Почва опытного участка представлена средне-мощным тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались по температурному режиму и влагообеспеченности, что позволило оценить адаптивные свойства сортов озимой пшеницы.

Климатические условия 2016 года (ГТК 1,5) характеризовались как благоприятные для зерновых культур.

Климатические условия 2017 года (ГТК 1,62) с периода весенней вегетации были более жаркие и влажные, чем обычно, что способствовало развитию заболеваний, в том числе фузариоза колоса и септориоза.

В 2018 году (ГТК 1,73) влагообеспеченность посевов в начале марта – апреле была ниже обычной, запасы продуктивной влаги в почве составляли 20–27 мм в пахотном слое, что недостаточно для растений в период закладки колоса. В мае количество осадков превысило норму на 135 %. Посевы были хорошо обеспечены теплом и влагой.

Для оценки адаптивных свойств, параметров стабильности и экологической пластичности использовали метод S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. З. Пакудина, Л. М. Лопатиной [11], рассчитывали коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ), или коэффициент пластичности; дисперсию ( $S^2_i$ ), или вариансу стабильности. Под экологической пластичностью подразумевается средняя реакция сорта на изменения условий среды, а под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии среды от этой средней реакции. Устойчивость сортов к стрессу ( $Y_{min} - Y_{max}$ ) и генетическую гибкость ( $(Y_{max} + Y_{min})/2$ ) определяли по А. А. Росселле, Ж. Немблин в изложении А. А. Гончаренко [3]. При оценке генотип-средового взаимодействия по количественным показателям продуктивности использовались селекционные индексы, заимствованные из литературных источников [2]: мексиканский индекс ( $M_x$ ) – масса зерна с колоса, г / высота растения, см; индекс линейной плотности колоса (ЛПК) – число зерен в колосе / длина колоса; канадский индекс ( $K_i$ ) – масса зерна с колоса / длина колоса; а также новый индекс продуктивности растений (ИПР), представляющий собой отношение произведения числа зерен колоса на вес зерна с колоса к длине колоса [9]. Гомеостатичность ( $H_{om}$ ) и селекционную ценность ( $S_c$ ) рассчитывали по В. В. Хангильдину и Н. А. Литвиненко, адаптивную способность ( $Y_i$ ) вычисляли по методике Л. А. Животкова с соавторами, ИС (индекс стабильности) – по Р. А. Удачину, А. П. Головченко [12]. Для определения характера корреляционных связей использовали градацию В. Ф. Дорофеева, А. Ф. Мельникова: связь слабая –  $r$  до 0,30; умеренная –  $r = 0,31-0,50$ ; значительная –  $r = 0,51-0,70$ ; сильная –  $r = 0,71-0,90$ ; очень сильная, близкая к функциональной –  $r$  более 0,90 [8].

Математическую обработку экспериментальных данных проводили по Б. А. Доспехову [4]. Полевые опыты, фенологические наблюдения, учеты и измерения растений проводили в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания.

**Результаты исследований**

Для корректного проведения расчетов параметров адаптивности по признаку урожайности дана количественная оценка взаимодействию «генотип – среда» с помощью дисперсионного анализа.

Результаты дисперсионного анализа подтвердили достоверное влияние условий среды и взаимодействия «генотип – среда» на урожайность изучаемой группы сортов ( $F_{факт} > F_{теор}$ ) (табл. 1).

Преобладающий вклад в общую изменчивость продуктивности принадлежит генотипам изучаемых

сортов (фактор «сорт»), их доля составила 50 %. Доля изменчивости, вызванная влиянием условий среды (фактор «год»), составила 26,5 %. Доля других факторов составила 23,5 %.

Для выявления реакции на изменения условий выращивания рассчитаны коэффициенты регрессии ( $b_i$ ), характеризующие среднюю реакцию сортов на изменение условий среды и показывающие их пластичность, а также показатели стрессоустойчивости, генетической гибкости сорта, гомеостатичности и варианты стабильности сортов (табл. 2).

Таблица 1  
Результаты дисперсионного анализа по параметрам урожайности сортов  
Table 1

*Results of the dispersion analysis on the yield parameters of varieties*

Вид дисперсии <i>Type of variance</i>	Сумма квадратов отклонений <i>Sum of squared deviations</i>	Число степеней свободы <i>Number of degrees of freedom</i>	Средний квадрат (дисперсия) <i>Mean square (variance)</i>	Доля вклада факторов, % <i>Factor contribution share, %</i>	Отношение дисперсий <i>Ratio of variances (F)</i>	
					Фактическое <i>Actual</i>	Табличное <i>Table (P = 0,95)</i>
Общее <i>General</i>	0,68	32	0,021	–		
Фактор «год» А <i>Factor «year» A</i>	0,18	2	0,9	26,5	112,5	5,9
Фактор «сорт» В <i>Factor «variety» B</i>	0,34	10	0,034	50,0	42,5	2,4
Остаточное <i>Residual</i>	0,16	20	0,008	23,5		

Таблица 2  
Средняя урожайность и параметры адаптивности сортов озимой пшеницы за 2016–2018 гг.  
Table 2

*Average yield and adaptability parameters of winter wheat varieties for 2016–2018*

Сорт <i>Variety</i>	Урожайность, кг/м <sup>2</sup> <i>Yield, kg/m<sup>2</sup></i>			Среднее, <i>Average Xi</i>	Показатели адаптивности <i>The indicators of adaptability</i>				
	2016	2017	2018		Hom	Ymin – Ymax	(Ymax + Ymin)/2	$b_i$	$S^2_i$
Альянс <i>Alyans</i>	0,63	0,54	0,8	0,66	4,0	–0,26	0,67	1,46	0,14
Злука <i>Zluka</i>	0,6	0,73	0,64	0,66	8,7	–0,13	0,66	0,3	0,01
Гордовита <i>Gordovita</i>	0,67	0,74	0,78	0,73	13,3	–0,04	0,72	0,46	0,03
Лазурная <i>Lazurnaya</i>	0,65	0,6	0,91	0,72	4,0	–0,31	0,75	1,91	0,24
Ареал <i>Areal</i>	1,0	0,94	1,21	1,05	9,8	–0,27	1,1	1,61	0,14
Мальвина <i>Malvina</i>	0,87	0,83	0,91	0,87	2,3	–0,08	0,87	0,41	0,01
Антонина <i>Antonina</i>	0,83	0,74	1,0	0,86	7,2	–0,26	0,87	1,46	0,15
Кума <i>Kuma</i>	0,72	0,7	0,81	0,74	13,7	–0,11	0,75	0,67	0,03
Лист 25 <i>List 25</i>	0,6	0,64	1,0	0,75	3,42	–0,4	0,80	2,49	0,2
Дон 107 ст. <i>Don 107 st.</i>	0,76	0,74	0,8	0,77	2,63	–0,06	0,77	0,34	0,01
Зира <i>Zira</i>	0,77	0,75	0,82	0,78	20,3	–0,07	0,78	0,41	0,002
Среднее $X_j$ <i>Average</i>	0,74	0,72	0,88	0,78	$F_{ф} > F_{т}$				
Индекс условий $l_j$ <i>Condition index, <math>l_j</math></i>	–0,04	–0,06	0,10						

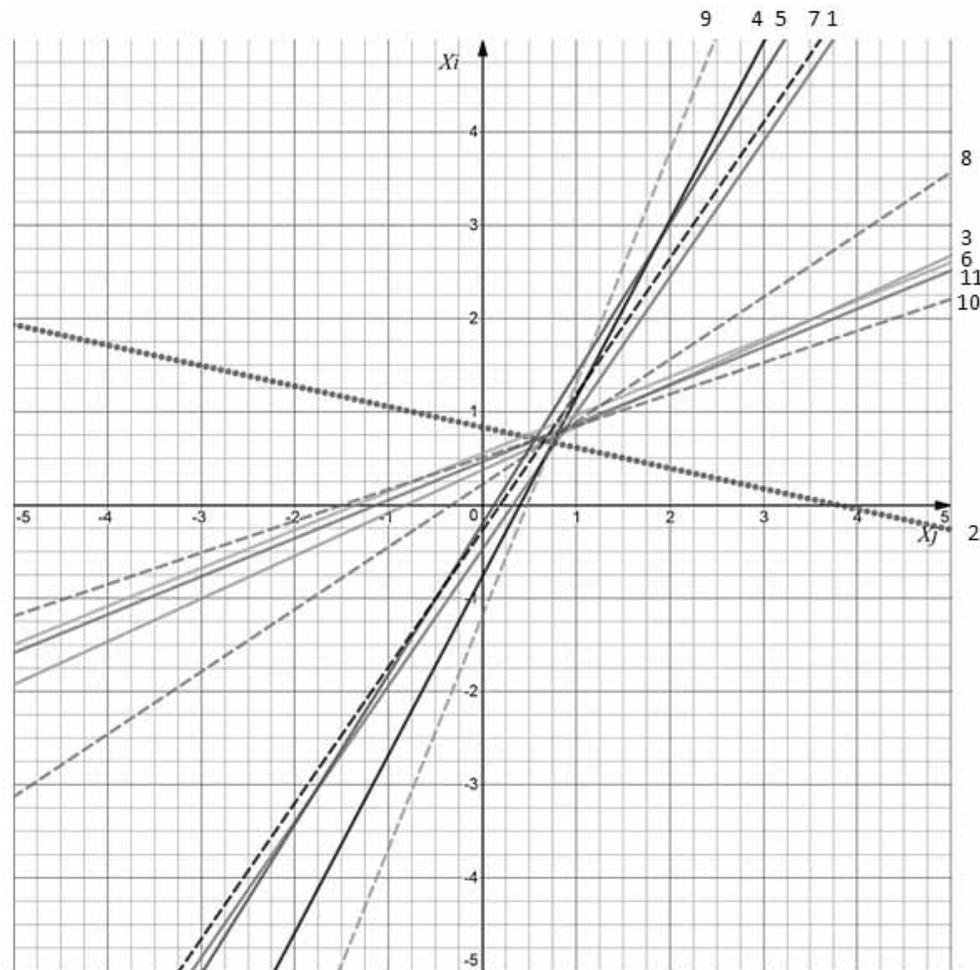


Рис. 1. Линии регрессии по признаку урожайности ( $X_i$ ) для сортов озимой пшеницы на индексы среды ( $X_j$ ): 1 – «Альянс»; 2 – «Злука»; 3 – «Гордовита»; 4 – «Лазурная»; 5 – «Ареал»; 6 – «Мальвина»; 7 – «Антонина»; 8 – «Кума»; 9 – «Лист 25»; 10 – «Дон 107»; 11 – «Зира»  
 Fig. 1. The regression line on the basis of yield of ( $X_i$ ) for varieties of winter wheat index of the medium ( $X_j$ ) 1 – „Alyans“; 2 – „Zluka“; 3 – „Gordovita“; 4 – „Lazurnaya“; 5 – „Areal“; 6 – „Malvina“; 7 – „Antonina“; 8 – „Kuma“; 9 – „List 25“; 10 – „Don 107“; 11 – „Zira“

Для характеристики условий выращивания рассчитаны индексы условий среды ( $I_j$ ). Индексы условий среды могут принимать положительные и отрицательные значения. Лучшие условия для роста и развития генотипов складываются при положительном значении индекса среды, худшие – при отрицательном. Лучшие условия для формирования продуктивности сложились в 2018 году ( $I_j = 0,1$ ), менее благоприятные условия среды сложились в 2016–2017 гг. ( $I_j = -0,04$  и  $-0,06$ ) (табл. 2).

Устойчивость к стрессу сортов и линий – важный показатель адаптивности и экологической пластичности, который определяется по разности между минимальной и максимальной урожайностью. Наибольшая стрессоустойчивость ( $Y_{\min} - Y_{\max}$ ) была отмечена у сортов «Гордовита» ( $-0,04$ ), «Дон 107» ( $-0,06$ ) и «Зира» ( $-0,07$ ). Сорт «Злука» характеризуется низкой отзывчивостью на улучшение условий среды в изучаемом наборе сортов.

Показатель  $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$  отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и нестрессовых) условиях и характеризует генетическую гибкость сорта, его компенсаторную способность. [av.u.saca.ru](http://av.u.saca.ru)

Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды. Генетически гибкими генотипами оказались сорта «Ареал», «Антонина», «Мальвина» с показателями 1,1; 0,87 и 0,87 соответственно. Данные сорта имеют высокую степень соответствия между генотипом и факторами среды (табл. 2).

Связь гомеостатичности и коэффициента вариации характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды (стабильность). К сортам, имеющим высокие показатели гомеостатичности ( $H_{\text{om}} = 20,3; 13,7$  и  $13,3$ ), относятся «Зира», «Кума» и «Гордовита» (табл. 2).

Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов  $b_i$  показывает их реакцию на изменение условий выращивания. Чем выше значение коэффициента  $b_i > 1$ , тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. Такие сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае они дадут максимум отдачи. В случае  $b_i < 1$  сорт реагирует слабее на изменение условий среды. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат. При условии

Таблица 3  
Взаимосвязь урожайности сортов озимой пшеницы с селекционными индексами

Table 3

Relationship of winter wheat yield with breeding indices

Сорт Variety	Урожайность, кг/м <sup>2</sup> Yield, kg/m <sup>2</sup>	Индекс ста- бильности (ИС) Stability index (SI)	Коэффициент адаптивно- сти (КА), Yi, % Adaptability factor (AF) Yi, % КА или Yi, %	Sc	ИПР PPI	ЛПК LED	Ki
Альянс Alyans	0,66	1,06	82,3	0,44	7,0	5,24	0,26
Злука Zluka	0,66	1,06	91,0	0,54	6,8	4,73	0,15
Гордовита Gordovita	0,73	1,31	94,2	0,63	8,4	4,12	0,17
Лазурная Lazurnaya	0,72	1,26	91,4	0,47	8,0	6,9	0,3
Ареал Areal	1,04	2,63	134,5	0,81	9,7	5,4	0,22
Мальвина Malvina	0,87	1,84	112,3	0,80	8,0	4,4	0,16
Антонина Antonina	0,85	1,76	115,7	0,63	7,4	4,62	0,17
Кума Kuma	0,74	1,34	97,0	0,64	6,9	4,32	0,18
Лист 25 List 25	0,74	1,34	95,0	0,44	6,8	4,22	0,20
Дон 107 ст. Don 107 st.	0,76	1,41	99,0	0,70	7,3	5,11	0,20
Зира Zira	0,78	1,48	100,1	0,71	7,7	4,73	0,23
Коэффициент корреляции, r Correlation coef- ficient, r		0,93	0,73	0,71	0,75	0,25	0,38

$b_i = 1$  имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания.

Величина наклона линий регрессии дает наглядную информацию о поведении сортов относительно друг друга и в сравнении со средней реакцией сортов на изменение условий выращивания (рис. 1).

Практический интерес представляют те сорта, линии регрессии которых высоко поднимаются в правой части графика (благоприятные условия), что характеризует их высокую отзывчивость на улучшение условий, и незначительно снижаются в левой части (жесткие условия), что свидетельствуют о буферности генотипов в неблагоприятных условиях возделывания.

Данная группа сортов наиболее требовательна к высокому агрофону, относится к интенсивному типу: «Альянс» ( $b_i = 1,46$ ,  $S^2_i = 0,14$ ), «Лазурная» ( $b_i = 1,91$ ,  $S^2_i = 0,24$ ), «Ареал» ( $b_i = 1,61$ ,  $S^2_i = 0,14$ ), «Антонина» ( $b_i = 1,46$ ,  $S^2_i = 0,15$ ), «Лист 25» ( $b_i = 2,49$ ,  $S^2_i = 0,2$ ). Следующая группа сортов, с менее пластичным и стабильным генотипом, характеризуется достаточно высокой урожайностью и отзывчивостью на условия выращивания: «Гордовита» ( $b_i = 0,46$ ,  $S^2_i = 0,03$ ), «Мальвина» ( $b_i = 0,41$ ,  $S^2_i = 0,01$ ), «Кума» ( $b_i = 0,67$ ,

$S^2_i = 0,03$ ), «Дон 107» ( $b_i = 0,34$ ,  $S^2_i = 0,01$ ), «Зира» ( $b_i = 0,41$ ,  $S^2_i = 0,002$ ). Эти сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат.

В селекционном процессе на самых ранних этапах важно знать не только реакцию генотипа, его отзывчивость на условия среды, но и уровень потенциальной продуктивности селекционного образца. В этом вопросе практический интерес представляют селекционные индексы и коэффициенты как маркеры продуктивности растений. По результатам проведенного корреляционного анализа наиболее тесную связь с продуктивностью растений показали индекс стабильности ИС ( $r = 0,93$ ), новый индекс продуктивности растений, рассчитанный нами, ИПР ( $r = 0,75$ ), коэффициент адаптивности КА  $Y_i$  ( $r = 0,73$ ) и показатель селекционной ценности Sc ( $r = 0,71$ ) (табл. 3).

Основной элемент продуктивности, определяющий урожайность конкретного растения в биотенезе, – это масса зерна с колоса, которая складывается из числа зерен и массы зерновки. Элементы продуктивности имеют различную вариабельность в зависимости от взаимодействия факторов «генотип – среда». По совокупности полученных результатов

высокой продуктивностью обладают следующие сорта и сортообразцы по мере убывания: «Ареал», «Мальвина», «Антонина», «Зира», «Дон 107» (стандарт), «Кума», «Лист 25», «Гордовита», «Лазурная», «Злука», «Альянс». При рассмотрении удельного урожая колоса (канадский индекс), выделено 3 сорта с наиболее высокими его значениями в сравнении с сортом-стандартом «Дон 107»: «Альянс», «Зира» и «Ареал», что составило 0,26–0,23 г/см (табл. 3).

Масса зерна с колоса формируется весь вегетационный период и определяется не только количеством зерен, но и массой каждого зерна. Поэтому индекс линейной плотности представляет большую информацию по взаимосвязи «генотип – среда» и характеризуется как отношение массы зерна с колоса (г) к длине колоса (см). По индексу линейной плотности колоса с показателями 6,9; 5,4; 5,24; 5,11 шт/см выделены соответственно сорта «Лазурная», «Ареал», «Альянс», «Дон 107».

#### **Выводы. Рекомендации**

По результатам комплексной оценки селекционного материала озимой пшеницы по параметрам адаптивности высокопластичными и стабильными, требовательными к высокому уровню агротехники являются сорта «Альянс» ( $b_i = 1,46$ ,  $S^2_i = 0,14$ ), «Лазурная» ( $b_i = 1,91$ ,  $S^2_i = 0,24$ ), «Ареал» ( $b_i = 1,61$ ,  $S^2_i = 0,14$ ), «Антонина» ( $b_i = 1,46$ ,  $S^2_i = 0,15$ ), «Лист 25» ( $b_i = 2,49$ ,  $S^2_i = 0,2$ ). Низкопластичными, но стабильными, слабо реагирующими на изменения условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов,

являются «Гордовита» ( $b_i = 0,46$ ,  $S^2_i = 0,03$ ), «Мальвина» ( $b_i = 0,41$ ,  $S^2_i = 0,01$ ), «Кума» ( $b_i = 0,67$ ,  $S^2_i = 0,03$ ), «Дон 107» ( $b_i = 0,34$ ,  $S^2_i = 0,01$ ), «Зира» ( $b_i = 0,41$ ,  $S^2_i = 0,002$ ). Наибольшую среднюю продуктивность по годам показали сорта «Ареал», «Мальвина», «Антонина», «Гордовита», «Дон 107», «Кума», наименьшую – «Альянс» и «Злука».

При расчете экологической пластичности следует помнить, что абсолютные значения показателей адаптивности для каждого исследуемого сорта, полученные в результате дисперсионного и регрессионного анализов, в некоторой степени относительны, т. к. могут изменяться при изменении набора исследуемых сортов. Для более полной характеристики хозяйственно ценных признаков селекционного материала рекомендуем использовать в дополнение такие показатели, для расчета которых не требуется дисперсия и средние значения по опыту, в частности разработанный нами индекс продуктивности растений ИПР ( $r = 0,75$ ). При любом наборе сортов он имеет тесную корреляционную связь с продуктивностью и рассчитывается по индивидуальным показателям продуктивности растения (число зерен, вес зерна и длина колоса). Отражая продуктивность как итог генотип-средового взаимодействия, ИПР способствует выявлению устойчивых генотипов к био- и абиострессорам, что позволяет хотя бы предварительно судить об адаптивных свойствах селекционного материала, а сам индекс использовать в качестве маркера адаптивности.

#### **Литература**

1. Алабушев А. В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 47–51.
2. Вертий Н. С. Селекционные индексы в оценке ячменно-пшеничных гибридов // Нива Поволжья. 2016. № 2 (39). С. 9–15.
3. Гончаренко А. А. Сравнительная оценка адаптивного потенциала сортов зерновых культур и задачи селекции // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 42–45.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985. – 351 с.
5. Драгавцев В. А. [и др.] Управление взаимодействием «генотип – среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 59. С. 105–121.
6. Захарова Н. Н., Захаров Н. Г. Экологическая адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 15–21.
7. Ковтун В. И. Селекция новых высококонкурентных сортов озимой мягкой пшеницы для условий Юга и Юго-востока России // Генофонд и селекция растений: тезисы докладов III Международной конференции, посвященной 130-летию Н. И. Вавилова. 2017. С. 29–30.
8. Константинова О. Б. Сравнительная оценка адаптивности и качества зерна озимых зерновых культур в условиях лесостепи Кемеровской области: дисс. ... канд. с.-х. наук. – Кемерово, 2016. – 156 с.
9. Манукян И. Р., Басиева М. А., Абиев В. Б. Оценка продуктивности селекционных образцов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа // Нива Поволжья. 2018. № 4. С. 78–83.
10. Назаренко Л. В. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность некоторых сортов озимой мягкой пшеницы // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104 (10). С. 263–274.

11. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
12. Рыбась И. А. [и др.] Урожайность и параметры адаптивности новых сортов озимой мягкой пшеницы по предшественникам горох и подсолнечник // Аграрный вестник Урала. 2017. № 05 (159). С. 58–62.

#### References

1. Alabushev A. V. Adaptive potential of varieties of grain crops // Legumes and cereals. 2013. No. 2 (6). Pp. 47–51.
2. Vertius N. S. Breeding indices in the evaluation of barley-wheat hybrids // Niva Povolzhya. 2016. No. 2 (39). Pp. 9–15.
3. Goncharenko A. A. Comparative assessment of the adaptive potential of varieties of grain crops and the task of selection // Plant breeding: past, present and future: a collection of materials of the I All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. 2017. Pp. 42–45.
4. Dospekhov B. A. The methodology of the field experience (with the basics of statistical processing of research results). – М., 1985. – 351 p.
5. Dragavtsev V. A. [et al.] Managing the interaction of „genotype – environment“ – the most important lever for increasing yields of agricultural plants // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2016. No. 59. Pp. 105–121.
6. Zakharova N. N., Zakharov N. G. Ecological adaptability of winter soft wheat varieties // Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2015. No. 1 (29). Pp. 15–21.
7. Kovtun V. I. Breeding of new highly competitive winter soft wheat varieties for the conditions of the South and Southeast of Russia // Plant Genofund and Plant Breeding: abstracts of the III International Conference Dedicated to the 130th Anniversary of N. I. Vavilov. 2017. Pp. 29–30.
8. Konstantinova O. B. Comparative assessment of the adaptability and quality of grain of winter grain crops in the conditions of the forest-steppe of the Kemerovo region: dissertation ... candidate of agricultural sciences. – Kemerovo, 2016. – 156 p.
9. Manukyan I. R., Basieva, M. A., Abiyev V. B. Evaluation of the productivity of breeding specimens of winter wheat in the conditions of a foothill zone of the Central Caucasus // Niva Povolzhya. 2018. No. 4. Pp. 78–83.
10. Nazarenko L. V. Yield, ecological plasticity and stability of some varieties of winter soft wheat // Scientific journal Kuban State Agrarian University. 2014. No. 104 (10). Pp. 263–274.
11. Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Evaluation of the ecological plasticity and stability of crop varieties // Agricultural biology. 1984. No. 4. Pp. 109–113.
12. Rybas I. A. [et al.] Productivity and parameters of adaptability of new varieties of winter soft wheat grown after peas and sunflower // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 05 (159). Pp. 58–62.

## РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ НА ПАСТБИЩАХ АРИДНОЙ ЗОНЫ И ВОПРОС ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ИСКУССТВЕННО СОЗДАНЫХ МОДЕЛЕЙ)

С. Ю. ТУРКО, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник,

К. Ю. ТРУБАКОВА, аспирант, инженер-исследователь,

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (400062 г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97; тел.: 8 961 064-31-17; e-mail: turkosvetlana73@mail.ru, trubakova.karine@mail.ru)

**Ключевые слова:** биомасса, изъятие (выпас), коэффициент оптической плотности растений, коэффициент растительного экрана, испарение, модель, факторы.

В пастбищной проблеме очень важным является учет нагрузки и время выпаса животных. В статье подробно рассматриваются эти вопросы и даются соответствующие математические зависимости, касающиеся их дальнейшего развития. Установлен характер формирования растительного покрова на пастбищах различного сезона использования с вводом перспективных видов травосмесей злаковых, злаково-бобовых и злаково-полынно-бобовых трав Ставропольской селекции. При этом использовались следующие травосмеси: житняк (*Agropyron cristatum* L.) + пырей удлиненный (*Agropyrum elangatum*) + коостер безостый (*Bromus inermis*), житняк (*Agropyron cristatum* L.) + овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) + люцерна (синяя) (*Medicago sativa* L.), житняк (*Agropyrum elangatum*) + полынь песчаная (*Artemisia arenaria*) + люцерна (синяя) (*Medicago sativa* L.). Приводятся конкретные данные о росте растений и математический аппарат для расчета параметров растительного экрана. Подробно путем математического моделирования изучен испарительный процесс в рамках продукционной составляющей растительного покрова. Исследования показали, что изъятие части биомассы не должно превышать 1/3 от общего количества. В противном случае пастбища неотвратно будут деградировать. Важно также правильно выбирать время изъятия части биомассы. Опыты показывают, что оно должно выбираться с учетом максимального прироста биомассы и кормовой ценности растений. Подобранные смеси трав для разных категорий пастбищ показали хорошие результаты как по части продуктивности, так и по части устойчивости в аридной зоне страны. Новизна исследований состоит в установлении закономерностей развития растений в искусственных кормовых фитоценозах и влияния удобрений на биоценотические процессы, продуктивность и качество кормовых ценозов в условиях сухой степи.

## GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS ON PASTURES IN ARID ZONE AND QUESTION OF THEIR EXPLOITATION (ON THE EXAMPLE OF ARTIFICIALLY CREATED MODELS)

S. Yu. TURKO, candidate of agricultural sciences, researcher,

K. Yu. TRUBAKOVA, postgraduate student, research engineer,

Federal scientific center for agro-ecology, integrated land reclamation and protective forestation of RAS (97 Universitetskiy av., 400062, Volgograd; phone: 8 961 064-31-17; e-mail: turkosvetlana73@mail.ru, trubakova.karine@mail.ru)

**Keywords:** biomass, seizure (grazing), coefficient of optical density of plants, coefficient of vegetation screen, evaporation, model, factors.

In the pasture problem, it is very important to take into account the load and time of grazing animals. The article discusses these issues in detail and provides relevant mathematical dependencies related to their further development. The nature of the formation of vegetation on pastures of different season of use with the introduction of promising species of grass mixtures of cereals, cereals and legumes, and cereals, wormwood and legumes of the Stavropol breeding has been established. Tests were passed by grass mixtures – *Agropyron cristatum* L. + *Agropyrum elangatum* + *Bromus inermis*; *Agropyron cristatum* L. + *Festuca pratensis* Huds. + *Medicago sativa* L.; *Agropyrum elangatum* + *Artemisia arenaria* + *Medicago sativa* L. Concrete data on plant growth and a mathematical apparatus for calculating the parameters of a vegetative screen are given. In detail, by mathematical modeling, the evaporative process has been studied within the framework of the production component of vegetation. Studies have shown that the removal of part of the biomass should not exceed 1/3 of the total. Otherwise, pastures will inevitably degrade. It is also important to choose the right time for removal of part of the biomass. Experiments show that it should be selected taking into account the maximum increase in biomass and feed value of plants. Selected mixtures of herbs for different categories of pastures showed good results, both in terms of productivity, and in terms of sustainability, in the arid zone of the country. Novelty of researches consists in establishment of regularities of development of plants in artificial fodder phytocoenoses and influence of fertilizers on biocoenotic processes, productivity and quality of fodder prices in conditions of dry steppe.

Положительная рецензия представлена В. В. Бородычевым, академиком РАН, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, директором Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова.

### Цель и методика исследований

Целью исследований с учетом жестких климатических условий и малогумусированных почв, которые часто встречаются на юго-востоке Европейской части РФ, было выявление лучшего времени производства выпаса скота (изъятия биомассы), при этом важно не забывать, что чрезмерное изъятие биомассы может нанести вред растительному покрову пастбища. Отсюда важно знать, сколько можно изымать биомассы с позиций нанесения меньшего вреда пастбищу.

Для создания фоновой картины моделей аридных пастбищных экосистем на основных полупустынных и пустынно-степных почвенных субстратах нами были созданы в 2015 г. имитационные лизиметрические модели мелиорированных пастбищ. Опыты закладывались на имитационных площадках лизиметрического комплекса ФНИЦ агроэкологии РАН для физического моделирования весенне-летних, летних и летне-осенних пастбищ. Размер участка на каждом пастбище 1,2×1,7 м. При этом использовались следующие травосмеси: житняк (*A. cristatum*) + пырей удлиненный (*A. elangatum*) + костер безостый (*B. inermis*): (ж + пр + к); житняк (*A. cristatum*) + овсяница луговая (*F. pratensis*) + люцерна (синяя) (*M. sativa*): (ж + о + л); житняк (*A. cristatum*) + полынь песчаная (*A. arenaria*) + люцерна (синяя) (*M. sativa*): (ж + пл + л). При подборе травосмесей учитывались засухоустойчивость, долговечность, урожайность, питательная ценность видов, т. к. травостой на пастбищах должен состоять из различных растений обеспечивающих устойчивость урожаев в случае неблагоприятных условий, а при повреждении одних видов другие должны их компенсировать [1, 2, 3].

Норма высева для трав Ставропольской селекции из расчета 10 кг/га, овсяницы луговой – 14 кг/га, для кохии простертой – 8 кг/га, полыни белой – 8 кг/га, полыни черной – 6 кг/га, полыни песчаной – 6 кг/га, люцерны – 8-12 кг/га. Соотношение видов 1:1:1. Повторность трехкратная. Посевы проводились на черноземовидных супесчаных субстратах, а также на Кумских и Бажиганских песках.

На всех моделях комплексных пастбищ в трехкратной повторности учитывались высота растений по фенологическим фазам, на неудобренном и удобренном фонах (при разных дозах изъятия биомассы растений); фитомасса в конце вегетации растений. Урожайность фитоценоза определялась укосным методом в трехкратной повторности на учетной площадке 1 м<sup>2</sup>.

В качестве удобрений использовался комплексный препарат нитроаммофоска (NPK 16:16:16). Норма внесения была взята 20 г на 1 м<sup>2</sup>. За вегетацию внесение проводилось 1 раз, первое внесение удобрений проводилось сразу после изъятия части биомассы, под выпадающие осадки.

Разработка моделей прогноза продуктивности природных пастбищ при разном изъятии биомассы путем обрезки осуществлялась исходя из двух моментов: общефизических законов продуцирования растений и результатов имитационных лизиметрических опытов по отрастанию растений при различной норме изъятия биомассы. Обрезка растений без удобрений и с удобрениями производилась одинаково на 1/3, 1/2, и 2/3 их высоты, начиная с середины мая.

При построении моделей и аппроксимациях использовались общепринятые принципы, с учетом работ Морли, Ной-Мейера и Броэма [4].

### Результаты и их обсуждение

Основой ведения животноводства в условиях сухой степи является полноценная кормовая база. Для овцеводства и мясного скотоводства это высокопродуктивные пастбища и сенокосы, созданные на основе современных интенсивных технологий, требующие меньших затрат труда, средств и времени. Однако рентабельное устойчивое сельскохозяйственное природопользование на юго-востоке Европейской части РФ затрудняется по причине дефицита влаги и низкого плодородия почв – каштановых и светло-каштановых солонцеватых и солончаковых комплексных.

Вполне естественно, что в мире была сделана не одна попытка создания единой теории управления такой сложной системой как пастбище. В основном вся работа за рубежом была направлена на увязку двух компонентов – роста растений и нормы выпаса. Мы каждому компоненту уделяли большое внимание. Нужно отметить и то, что в основном теоретические работы по пастбищам проводились за рубежом, к тому же они были связаны с гумидными условиями. Хотя проблема очень важная и серьезная, поскольку касается управленческих решений и прогнозов на перспективу [5].

Что же касается аридной зоны, то серьезных работ по пастбищной тематике проводилось достаточно много [6, 7, 8, 9]. Однако во всех этих исследованиях не акцентировалось внимание на характер и закономерность отрастания растений после изъятия части их биомассы. Наши же исследования показывают, что это отрастание зависит от объема изъятия биомассы и времени этого изъятия. Несоблюдение этих закономерностей приводит со временем к ухудшению травостоя. В статье показывается выявление закономерностей этого ухудшения, что и является актуальным. На пастбищах в аридной зоне целесообразно иметь злаково-бобовый травостой, т. к. такие травосмеси лучше, чем одновидовые посевы, используют почвенно-климатический потенциал, более устойчивы к болезням и более продуктивны, дают сбалансированный по белку и энергии корм с низкой себестоимостью [10].

Таблица 1  
Значения коэффициента оптической плотности ( $K_{оп}$ ) растений на разного вида пастбищах  
Table 1  
Values of the coefficient of optical density of plants on different types of pastures

№ лизиметра Number of lysimeter	Вид пастбища Pasture species	Состояние почвы Soil condition	Среднее значение $K_{оп}$ Average value $K_{оп}$	Среднее значение $K_{оп}$ по лизиметру Average value $K_{оп}$ of the lysimeter	Среднее значение $K_{оп}$ по комплексу Average value $K_{оп}$ of the complex
№ 6 No. 6	Весенне-летнее Spring-summer	Без удобрений Without fertilizer	0.125	0.191* 0.199	
		С удобрениями With fertilizers	0.125		
	Летнее Summer	Без удобрений Without fertilizer	0.202		
		С удобрениями With fertilizers	0.228		
	Летне-осеннее Summer-autumn	Без удобрений Without fertilizer	0.247		
		С удобрениями With fertilizers	0.244		
№ 13 No. 13	Весенне-летнее Spring-summer	Без удобрений Without fertilizer	0.060	0.10 0.12	0.150* 0.153
		С удобрениями With fertilizers	0.066		
	Летнее Summer	Без удобрений Without fertilizer	0.138		
		С удобрениями With fertilizers	0.200		
	Летне-осеннее Summer-autumn	Без удобрений Without fertilizer	0.095		
		С удобрениями With fertilizers	0.091		
№ 15 No. 15	Весенне-летнее Spring-summer	Без удобрений Without fertilizer	0.106	0.16 0.14	
		С удобрениями With fertilizers	0.154		
	Летнее Summer	Без удобрений Without fertilizer	0.188		
		С удобрениями With fertilizers	0.083		
	Летне-осеннее Summer-autumn	Без удобрений Without fertilizer	0.237		
		С удобрениями With fertilizers	0.176		

Примечание. \*числитель – без удобрений; знаменатель – с удобрениями.  
Note. \*numerator – without fertilizers; denominator – with fertilizers.

В более ранних наших исследованиях [11] было обнаружено, что при изъятии части биомассы с ценноза растения, его составляющие, замедляют свой дальнейший рост, причем, чем больше изымается биомассы, тем это замедление выше. Отсюда следует важность роли нагрузки на пастбище в деградации последней. А это значит, что необходимо соизмерять потребности животных в корме, время выпаса и количество изымаемой растительности. Наши исследования показали, что это изъятие не должно превышать 25–39 % даже при использовании удобрений (рис. 1).

В противном случае пастбища неотвратимо будут деградировать. Важно также правильно выбирать время изъятия части биомассы. опыты показывают, что оно должно выбираться с учетом максимального прироста биомассы и кормовой ценности растений.

Это примерно в середине вегетации растений, т. е. в период  $(0.4 \div 0.5) \cdot t_b$ , где  $t_b$  – период вегетации растений, (сутки).

Что же касается нагрузки на пастбище, то здесь нужно исходить из двух показателей: нормы, необходимой для нормального существования животного и количества животных на пастбище, с учетом изымаемой биомассы растений. Теоретически, значение биомассы в момент выпаса скота  $q_{\phi}(t)$  представим следующим образом:

$$q_{\phi}(t) = 31.5 \cdot K_{он}(t) \cdot [H(t)]^{0.5} \cdot m_u, \quad (1)$$

где  $K_{он}(t)$  – оптическая плотность растительного экрана в период вегетации растений;  $t$  – временной фактор (сутки);  $H(t)$  – высота растений при временном факторе равном  $t$ ;  $m_u$  – норматив изымаемой биомассы (должен быть не более 0,25–0,39).

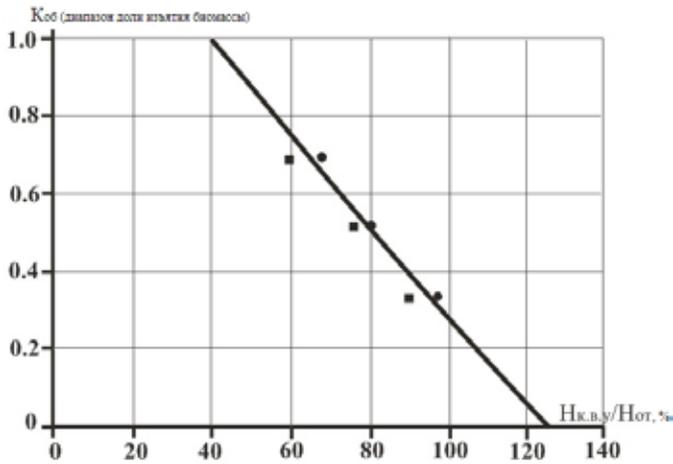


Рис. 1. Зависимость отношения высоты растений на удобренном  $H_{к.в.у.}$  и неудобренном  $H_{от}$  фонах в конце вегетации от доли изъятия биомассы  $K_{об}$ .

По горизонтали –  $H_{к.в.у.}/H_{от}$  – максимум высоты растений в конце вегетации на удобренном и неудобренном фонах, %; по вертикали –  $K_{об}$  – доля изъятия биомассы, %

Fig. 1. The dependence of the ratio of the height of plants fertilized  $H_{к.в.у.}$  and inconvenient  $H_{от}$  backgrounds at the end of the growing season from the biomass withdrawal share  $K_{об}$ .

X-axis –  $H_{к.в.у.}/H_{от}$  – maximum height of plants in causes vegetation on fertilized and unfertilized backgrounds, %.  
Y-axis –  $K_{об}$  – biomass withdrawal share, %

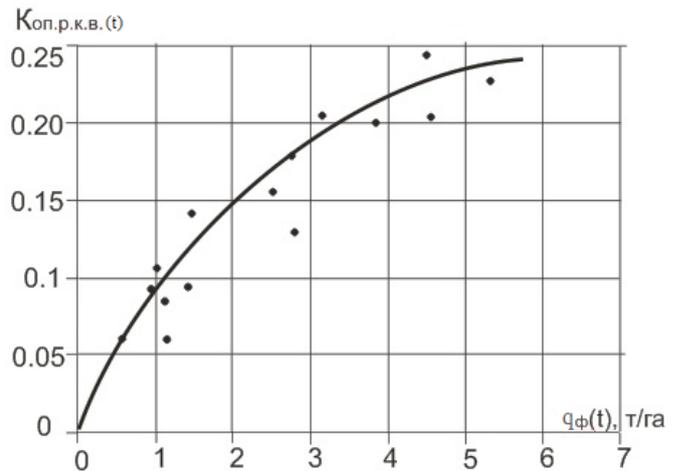


Рис. 2. Связь между коэффициентом оптической плотности растительного экрана  $K_{оп.р.к.в.}(t)$  и урожайностью трав  $q_{ф}(t)$  в лизиметрических опытах.

По горизонтали –  $q_{ф}(t)$  – урожайность трав, т/га; по вертикали –  $K_{оп.р.к.в.}(t)$  – коэффициент оптической плотности растительного экрана, %

Fig. 2. The relationship between the coefficient of optical density of the plant screen  $K_{оп.р.к.в.}(t)$  and the yield of herbs  $q_{ф}(t)$  in lysimetric experiments.

X-axis –  $q_{ф}(t)$  – yield of herbs, tonnes per hectare. Y-axis –  $K_{оп.р.к.в.}(t)$  – ratio of optical density of the plant screen, %

В этом уравнении неизвестными являются:  $K_{оп}(t)$ ,  $H(t)$ . Используя полученные на экспериментальных площадках данные, было установлено, что период вегетации параметр  $K_{оп}(t)$  можно найти из соотношения, включающего два компонента – коэффициент оптической плотности самих растений  $K_{оп.р.}(t)$  и коэффициент покрытия почвенной поверхности растениями  $K_{покр.}(t)$ . С точки зрения математики это выглядит следующим образом:

$$K_{оп.}(t) = K_{оп.р.}(t) \cdot K_{покр.}(t), \quad (2)$$

где  $K_{оп.р.}(t)$  – коэффициент оптической плотности отдельных растений растительного экрана;  $K_{покр.}(t)$  – коэффициент покрытия почвенной поверхности растениями.

Для того чтобы раскрыть зависимость (2), были поставлены специальные опыты и проведено теоретическое обобщение полученных данных (табл. 1).

Что же касается параметра  $K_{покр.}(t)$ , то его значения, приведены ниже (табл. 2).

Как видно из табл. 1, основное влияние на показатель  $K_{оп.р.}(t)$  оказывают условия произрастания растений, а точнее условия питания. На лизиметре № 6 они лучше и поэтому  $K_{оп.р.}(t)$  здесь больше. Мы попытались связать этот показатель с урожайностью трав, которая также зависит от условий вегетационного периода и плодородия почв. Такое мероприятие было нами осуществлено, и результаты его представлены на рис. 2.

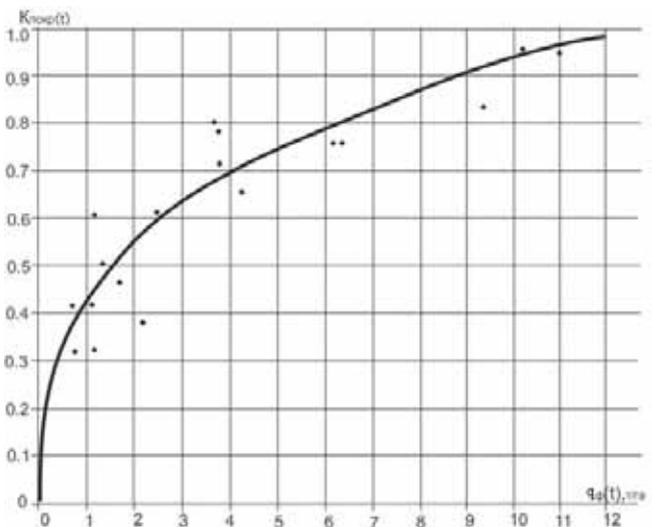


Рис. 3. Связь между коэффициентом покрытия почвенной поверхности растениями  $K_{покр.}(t)$  и урожайностью растений  $q_{ф}(t)$ , в лизиметрических опытах.

По горизонтали –  $q_{ф}(t)$  – урожайность трав, т/га; по вертикали –  $K_{покр.}(t)$  – коэффициент покрытия почвенной поверхности растениями, %

Fig. 3. The relationship between the ratio of soil surface plants  $K_{покр.}(t)$  and the yield of herbs  $q_{ф}(t)$  in lysimetric experiments.

X-axis –  $q_{ф}(t)$  – yield of herbs, tonnes per hectare. Y-axis –  $K_{покр.}(t)$  – ratio of soil surface coverage by plants, %

Как видим, связь, показанная на рис. 2 близка к параболической, что вытекает из гипотезы, что  $\frac{dq_{ф}(t)}{dK_{оп.р.}(t)} = K_{ф}^{-1} * K_{оп.}(t)$ . Интегрирование этого выражения дает:

$$K_{оп.р.}(t) = K_{ф} \cdot q_{ф}(t)^{0.5} + C, \quad (3)$$

где  $K_{ф} = 0.1$ ;  $C = 0$ .

Таблица 2

Коэффициент покрытия и коэффициент оптической плотности на лизиметрах ФНЦ агроэкологии РАН

Table 2

Coating coefficient and optical density coefficient on the lysimeter of the Federal Scientific Center for Agroecology of the RAS

№ лизи- метра Number of lysimeter	Показатели Indicators							
	Коэффициент покрытия Coverage ratio						Коэффициент оптической плот- ности растительного экрана Plant screen optical density ratio	
	Время измерения Measurement time							
	15 мая 15 may		15 июня 15 june		15 июля 15 july		Конец вегетации End of vegetation	
	Без удобре- ний Without fertilizer	С удобре- ниями With fertilizer	Без удо- брений Without fertilizer	С удобре- ниями With fertilizer	Без удо- брений Without fertilizer	С удобре- ниями With fertilizer	Без удобрений Without fertilizer	С удобрениями With fertilizer
№ 6 No. 6	Весенне-летнее пастбище Spring-summer pasture							
	0.70	0.80	0.60	0.65	0.60	0.65	0.125/0.075*	0.125/0.081*
	Летнее пастбище Summer pasture							
	0.75	0.90	0.70	0.75	0.70	0.75	0.202/0.142	0.228/0.171
№ 13 No. 13	Летне-осеннее пастбище Summer-autumn pasture							
	0.75	0.90	0.60	0.70	0.60	0.70	0.247/0.148	0.244/0.171
	Весенне-летнее пастбище Spring-summer pasture							
	0.40	0.60	0.35	0.50	0.35	0.50	0.060/0.020	0.066/0.033
№ 15 No. 15	Летнее пастбище Summer pasture							
	0.50	0.70	0.40	0.50	0.40	0.50	0.138/0.055	0.200/0.100
	Летне-осеннее пастбище Summer-autumn pasture							
	0.50	0.70	0.40	0.45	0.40	0.45	0.095/0.038	0.091/0.041
№ 15 No. 15	Весенне-летнее пастбище Spring-summer pasture							
	0.40	0.60	0.35	0.50	0.35	0.50	0.106/0.037	0.154/0.017
	Летнее пастбище Summer pasture							
	0.50	0.70	0.40	0.60	0.40	0.60	0.138/0.055	0.083/0.050
№ 15 No. 15	Летне-осеннее пастбище Summer-autumn pasture							
	0.60	0.80	0.35	0.50	0.35	0.50	0.237/0.083	0.176/0.088

Примечание: \*числитель – коэффициент оптической плотности растений; знаменатель – коэффициент оптической плотности объекта в целом.  
Note: \*numerator – coefficient of optical density of plants; denominator – coefficient of optical density of the object as a whole.

Аналогично поступили и по  $K_{покр}$ . Здесь связь между  $K_{покр}$  и  $Y_{\phi}$  выглядит следующим образом (рис. 3).

Связь  $K_{покр}$  с  $q_{\phi}$ , а точнее ее графическая интерпретация выглядит следующим образом (рис. 3). Это математически можно представить следующим образом:

$$K_{покр}(t) = 0.431 \cdot q_{\phi}^{0.333}(t), \quad (4)$$

где  $q_{\phi}(t)$  – урожайность культуры, т/га (в функции времени).

Учитывая зависимость (2) получаем:

$$K_{он}(t) = 0.1 \cdot q_{\phi}^{0.5}(t) \cdot 0.431 \cdot q_{\phi}^{0.333}(t) = 0.0431 Y_{\phi}^{0.833}(t) \quad (5)$$

Что же касается показателя  $q_{\phi}(t)$ , то он рассчитывается либо по ранее выведенному уравнению (1), либо по уравнению (6). Однако нужно отметить, что в первом случае нужно знать закон изменения высоты растений в функции времени. Во втором случае значения биомассы во временном периоде  $t$   $q_{\phi}(t)$  находятся на прямую, и более точно. Однако и здесь необходимо раскрывать функции  $I_{фap}(t)$ ,  $K_{фap}(t)$ ,  $\Delta T(t)$ ,  $\Delta W(t)$ ,  $b_1$  и  $b_2$ , параметры  $N_{\phi}(t)$ ,  $P_{\phi}(t)$ ,  $K_{\phi}(t)$ , а точнее их изменение во времени (в вегетационный период).

$$q_{\phi}(t) = K_{\phi\phi} \frac{I_{\phi\phi}(t) \cdot K_{\phi\phi}(t)}{100 \cdot q_{k(t)}} \left\{ 1 - b_1 \left[ \frac{\Delta T(t)}{T_{\text{опт}}} \right]^2 \right\} \left\{ 1 - b_2 \left[ \frac{\Delta W(t)}{W_{\text{опт}}} \right]^2 \right\} \left( \frac{N_{\phi}(t)}{N_{\text{опт}}} \cdot \frac{P_{\phi}(t)}{P} \cdot \frac{K_{\phi}(t)}{K} \right)^m, \quad (6)$$

где  $I_{\phi\phi}(t)$  – синтетически активная радиация и характер ее изменения в вегетационный период на рассматриваемой территории,  $\left(\frac{\text{ккал}}{\text{г}}$ );  $q_k(t)$  – калорийность растительной массы во время  $t$   $\left(\frac{\text{ккал}}{\text{г}}$ );  $K_{\phi\phi}(t)$  – коэффициент использования синтетически активной радиации;  $K_{\phi\phi}$  – коэффициент, зависящий от типа растительности (биологический компонент);  $b_1, b_2$  – коэффициенты, учитывающие отклонение показателей от оптимума;  $\Delta T(t), \Delta W(t)$  – отклонение от оптимума температуры воздуха и влажности почвы (в функции от времени);  $N_{\phi}(t), P_{\phi}(t), K_{\phi}(t)$  – фактическое содержание в почве азотного, фосфорного и калийного питания во временном аспекте;  $N_{\text{опт}}, P_{\text{опт}}, K_{\text{опт}}$  – оптимальные значения питательных элементов;  $t$  – текущие сутки вегетационного периода;  $m$  – показатель степени (ориентировочно равный 0,13 или 0,14).

Вполне очевидно, что суточный прирост биомассы будет равен:

$$\Delta q_{\phi}(t) = q_{\phi}(t) - q_{\phi}(t-1), \quad (7)$$

где  $t$  – очередные сутки вегетационного периода.

Чтобы найти  $q_{\text{max}}$ , необходимо знать  $\Delta q_{\phi}(t)$  для каждых суток вегетационного периода. Сделать это можно лишь с помощью специальной программы. Такая программа разрабатывается нами, согласно общим требованиям по составлению моделей и программированию.

Проанализируем один из блоков программы – учет  $I_{\phi\phi}(t)$ , отклонения температурного и влажностного режима воздуха и почвы от оптимального значения, а также изменения режима питания и  $K_{\phi\phi}(t)$ . В данной статье рассмотрим лишь две позиции из перечисленного – изменение влажности почвы (из-за испарительного процесса) и значения  $I_{\phi\phi}(t)$  на конкретной территории.

Изменение влажностного режима почвы будет рассматриваться в несколько упрощенном варианте, а точнее – для случая, когда на почвенной поверхности отсутствует защитный экран (позже покажем и роль растительного экрана в испарительном процессе). Таким образом, сегодняшние разработки можно считать базовыми, т. е. основой для начала функционирования пастбища.

В основе построения данной модели лежит дифференциальное уравнение вида:

$$\frac{dW}{dt} = -K_1 / (t + B), \quad (8)$$

где  $\frac{dW}{dt}$  – производная изменения влаги в почвенном слое 0-100 см;  $B$  – коэффициент, зависящий от свойств почвенного слоя с влагой;  $t$  – временной фактор (сутки). Отсчет ведется от начала вегетации.

Разделяя переменные в уравнении (8) и производя интегрирование, получают:

$$W = -K_1 \ln(t + B) + C_1, \quad (9)$$

где  $W$  – влага в почвенном слое 0–100 см, (мм);  $C_1$  – постоянная интегрирования неопределенного интеграла.

Принимая граничные условия, т. е. при  $t = 0$ ,  $W = W_0$  находим, что величина  $C$  равна:

$$C_1 = W_0 + K_1 \ln B \quad (10)$$

где  $W_0$  – влага в почвенном слое 0–100 см в начале вегетации, (мм).

Подставляя значения  $C_1$  в уравнение (9), получаем:

$$W = -K_1 \ln(t + B) + W_0 + K_1 \ln B \quad (11)$$

Свертывая уравнение (11) имеем:

$$W(t) = W_0 - K_1 \ln \left( \frac{t + B}{B} \right), \quad (12)$$

где  $W_t$  – влага в почвенном слое 0-100 см на момент времени  $t$ , (мм)

Полагая то, что начальное содержание влаги в почве в начале вегетации составляет  $W_0$ , можно с уверенностью утверждать, что за время вегетации растений ( $t = t_a$ ), испарение влаги из почвы в функции  $t$  можно рассчитать по уравнению вида:

$$E_{t_a} = W_0 - W_0 + K_1 \ln \left( \frac{t_a + B}{B} \right), \quad (13)$$

где  $E_{t_a}$  – испарение влаги из почвы в слое 0–100 см на момент времени  $t_a$ , (мм)

Используя наработки А. Р. Константинова, испарение влаги в функции факторов, его определяющих, может находиться с помощью соотношения вида [12]:

$$E = 0.3 DP \cdot de \cdot \gamma_1 \cdot V_1 (e_{0.5} - e_{2.0}) / \ln^2(100 / z_0), \quad (14)$$

где  $de, \gamma_1$  – коэффициенты, зависящие от свойств испаряющей поверхности и температуры на уровнях 0.5 и 2.0 м,  $V_1$  – скорость ветра на высоте 1 м;  $DP$  – коэффициент, учитывающий испаряющие свойства почвенного слоя.

Значения  $de$  может быть найдено из соотношения [12]:

$$de = 1 + 0.72 \sqrt{(1 - 28(z_0 - z_{00})R_1 - 1)}, \quad (15)$$

где  $z_0, z_{00}$  – соответственно параметр фактической шероховатости почвенной поверхности и параметр, равный 1 см;  $R_1$  – число Ричардсона, определяемое с помощью соотношения вида:

$$R_1 = -0.025(T_{0.5} - T_{2.0}) \ln^2(100 - z_0) / V_1^2, \quad (16)$$

где  $T_{0.5}, T_{2.0}$  – осредненная за вегетацию температура воздуха на высоте соответственно 0.5 и 2.0 м;  $z_0$  – параметр шероховатости испаряющей поверхности;  $V_1$  – скорость ветра на высоте 1 м.

Значение коэффициента  $\gamma_1$  в уравнении находится по формуле А. Р. Константинова,

$$\gamma_1 = 1 / \sqrt[4]{1 - R_1}. \quad (17)$$

Что касается коэффициента  $K_1$  в уравнении испарения влаги, то он зависит от многих факторов, определяющих испарительный процесс [12]. Это и число Ричардсона  $R_1$ , влияющее на значение параметров

$de$  и  $\gamma_1$ , это и скорость ветра на высоте 1 м ( $V_1$ ), это и градиент упругости водяного пара ( $e_{0.5} - e_{2.0}$ ) в воздухе над почвенной поверхностью и сама шероховатость последней ( $z_0$ ). Рассчитать этот коэффициент можно по формуле вида:

$$K_1 = \frac{0.3 \cdot DP \cdot de \cdot \gamma_1 \cdot V_1 (e_{0.5} - e_{2.0})}{\ln^2(100 / z_0)} \quad (18)$$

Значение DP в расчете брать равным 18.6, что соответствует рыхлой почве.

Анализ этого уравнения свидетельствует о том, что при большем градиенте упругости водяного пара в воздухе и большей разнице температуры на уровнях 0.5 и 2.0 м значения коэффициента  $K_1$  оказываются большими. То же происходит с увеличением скорости ветра и с повышением шероховатости подстилающей поверхности. Нужно отметить и то, что градиент температуры и скорость ветра влияют на величину  $K_1$  еще и через коэффициент Ричардсона. Временной фактор как в зависимости для влагозапасов, так и в математической структуре для расчета испарения влаги, стоит под знаком логарифма и влияет на влагообмен по логарифмическому закону.

Расчеты показали, что изменение влагозапасов в почве во временном аспекте суть процесс нелинейный. Конечный результат его неоднозначный. Во-первых, он существенно зависит от приходной части влаги, связанной с выпадающими осадками. А во-вторых, определяется временем выпадения осадков. Причем существенную роль играет также то, насколько равномерно эти осадки выпадают. В связи с этим следует учитывать тот факт, что при смещении приходной части влаги, связанной с осадками, в сторону начала вегетации в пределах вегетационного периода средние из десятидневки влагозапасы в первой части вегетационного периода увеличиваются, а во второй – наоборот, уменьшаются. При смещении же ее в сторону конца вегетации картина наблюдается обратная, т. е. в первой части вегетационного периода влагозапасы снижаются, а во второй – возрастают.

Конечно, возможны и другие расклады по временным периодам. Все зависит от характера периодичности пополнения влаги в почве, связанной с выпадающими осадками. Иначе говоря, конечный результат по влагозапасам есть функция нескольких факторов – начальных значений влагозапасов, того или иного характера временного их распределения и пополнения. Несомненно, он имеет вероятный характер, т. е. строго не детерминирован. Отсюда коэффициент водопотребления брать за оценочный показатель, как это делается сейчас, при определении водопотребления растениями, мягко говоря, рискованно, а точнее ошибочно. Это рискованно также и потому, что этот показатель может влиять ещё и на растительный экран. Более того, влияние растительного экрана, как правило, зависит также от его па-

раметров. Но это уже другая сфера научной проработки. Следует отметить один очень важный момент, что в предлагаемой модели использованы общетеоретические представления о динамике влагозапасов в почве и слабо интерпретирован такой параметр, как DP. Отсюда дальнейшие исследования должны быть направлены именно на его раскрытие, учитывая различные почвы, а также на установление пределов его вариации, в зависимости от технологических операций, при обработке различных по генезису почв. И последнее, касающиеся зависимости  $I_{\text{фар}}$  от широты и долготы местности. Ее можно установить, основываясь на работу М. К. Каюмова [13].

#### Выводы. Рекомендации

Более ранние наши исследования показали, что изъятие части биомассы растений при их скармливании животным само по себе способствует деградиционным процессам растительного покрова пастбищ. Это касается биомассы, высоты и семенного возобновления фитоценозов. Отсюда возникла необходимость установления нагрузки на пастбища в зависимости от складывающихся погодных условий вегетационного периода, типа пастбищ и факторов плодородия почв пастбищ. Приведенные в статье результаты могут объективно способствовать правильной стратегии по данному вопросу уже на сегодняшнем этапе. Подобранные нами смеси трав для разных категорий пастбищ показали хорошие результаты как по части продуктивности, так и по части устойчивости, в аридной зоне страны. Они вполне могут обогатить пастбища аридной зоны.

Важнейшим условием успешного функционирования пастбищ является разработка прогнозирования физико-географических процессов на пастбищах аридной территории. Это позволит в какой-то мере контролировать состояние пастбищ и даст возможность оценивать, предвидеть те изменения, которые могут происходить. Дальнейшие направления исследований необходимо нацелить на раскрытие функций  $I_{\text{фар}}(t)$ ,  $K_{\text{фар}}(t)$ ,  $\Delta T(t)$ ,  $\Delta W(t)$  и  $N_{\phi}(t)$ ,  $P_{\phi}(t)$ ,  $K_{\phi}(t)$  в период вегетации растений на разных почвенных субстратах при изменяющихся климатических факторах и питания. Определенные усилия должны быть направлены также на прогнозы погоды и компьютерное моделирование по пастбищной тематике. Это даст возможность организовать предохранительные мероприятия на случаи резких колебаний погоды и возникновения засух.

Большие работы предстоят и по влиянию растительного экрана на испарительный процесс, т. е. на фактор  $\Delta W(t)$ , поскольку последний в функции времени определяет объемы биомассы и коэффициент использования ФАР.

Выпас скота лучше всего производить в период наибольшего прироста растений, а норма изъятия не должна быть более 25–39 % (по биомассе).

**Литература**

1. Турко С. Ю., Трубакова К. Ю. Математическое моделирование в оптимизации использования пастбищ // Вестник Башкирского ГАУ. 2017. № 2 (42). С. 30–34.
2. Власенко М. В., Турко С. Ю. Методическая основа исследования влияния эдафического фактора на биоценотические процессы в искусственных кормовых ценозах // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2015. № 1 (57). С. 104–110.
3. Зволинский В. П. [и др.] Технология создания устойчивых кормовых фитоценозов в условиях орошения Северо-Западного Прикаспия // Адаптивное кормопроизводство. 2016. № 1. С. 70–79.
4. Турко С. Ю., Трубакова К. Ю. Математическое моделирование в оптимизации использования пастбищ // Вестник Башкирского ГАУ. 2017. № 2 (42). С. 30–34.
5. Гасанов Г. Н. [и др.] Видовой состав и продуктивность луговых фитоценозов горы маяк (Гунибское плато, республика Дагестан) // Растительные ресурсы. 2016. № 52 (2). С. 214–224.
6. Тубалов А. А., Вдовенко А. В., Кравченко А. С. Оценка состояния растительного и почвенного покровов аридных пастбищных ландшафтов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 1 (33). С. 91–96.
7. Власенко М. В., Кулик А. К. Современное состояние степной растительности Придонских песчаных массивов // Аграрная Россия. 2017. № 9. С. 22–29.
8. Кулик К. Н., Салугин А. Н. Моделирование дефляции аридных пастбищ с помощью марковских цепей // Экосистемы: экология и динамика. 2017. № 1 (4). С. 5–22.
9. Кулик К. Н. К 30-летию Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием черных земель и кизлярских пастбищ // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 5–12.
10. Лукашов В. Н. Роль многолетних бобовых трав в системе кормопроизводства // Кормопроизводство. 2001. № 6 С. 18–22.
11. Турко С. Ю., Власенко М. В., Кулик А. К. Математическое моделирование роста и развития кормовых трав на аридных пастбищах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 1 (41) С. 219–228.
12. Константинов А. Р. Испарение в природе. – Л. : Гидропримиздат, 1968. – 532 с.
13. Каюмов М. К. Программирование продуктивности полевых культур. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 368 с.

**Refernces**

1. Turko S. Yu., Trubakova K. Yu. Mathematical modeling for pasturing // Vestnik BSAU. 2017. No. 2 (42). Pp. 30–34.
2. Vlasenko M. V., Turko S. Yu. Methodological basis for the study of the influence of the edaphic factor on biocenotic processes in artificial forage cenoses // The ways of increasing efficiency of irrigated agriculture. 2015. No. 1 (57). Pp. 104–110.
3. Zvolinskiy V. P. Technology of creation of stable fodder phytocenosis in conditions of irrigation of the northwest Caspian Sea // Adaptive Fodder Production. 2016. No. 1. Pp. 70–79.
4. Turko S. Yu., Trubakova K. Yu. Mathematical modeling in optimization of use of pastures // Vestnik BSAU. 2017. No. 2 (42). Pp. 30–34.
5. Gasanov G. N. Species composition and productivity of meadow plant communities of Mayak mountain (Gunib Plateau, Dagestan) // Plant resources. 2016. No. 52 (2) Pp. 214–224.
6. Tubalov A. A., Vdovenko A. V., Kravchenko A. S. Assessment of the plant and soil cover of arid pasture landscapes // Proceedings of the Lower Volga agrodiversity complex: science and higher vocational education. 2014. No. 1. (33). Pp. 91–96.
7. Vlasenko M. V., Kulik A. K. The current state of steppe vegetation of the Don sandy massifs // Agrarian Russia. 2017. No. 9. Pp. 22–29.
8. Kulik K. N., Salugin A. N. Modeling deflation of arid ecosystems with Markov chains // Ecosystems: Ecologies and Dynamics. 2017. No. 1 (4). Pp. 5–22.
9. Kulik K. N. On the 30th Anniversary of the General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures // Arid Ecosystems. 2018. T. 8. No. 1. Pp. 5–12.
10. Lukashov V. N. The role of perennial legumes in the feed production system // Fodder Production. 2001. No. 6. Pp. 18–22.
11. Turko S. Yu., Vlasenko M. V., Kulik A. K. Mathematical modeling of growth and development of forage grasses on arid pastures // Proceedings of the Lower Volga agrodiversity complex: science and higher vocational education. 2016. № 1 (41) P. 219–228.
12. Konstantinov A. R. Evaporation in nature. – Leningrad, 1968. – 532 p.
13. Kayumov M. K. Programming the productivity of field crops. – M. Rosagropromizdat, 1989. – 368 p.

## ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ БОБОВ ПО ПРИЕМАМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В. Л. УЛЯШЕВ, аспирант,  
В. В. РЗАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
(625003, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7)

**Ключевые слова:** кормовые бобы, обработка почвы, засоренность посевов, урожайность, зерно, зеленая масса.

В статье представлены результаты исследований по влиянию приемов основной обработки почвы на засоренность и урожайность кормовых бобов. Исследования по изучению влияния приемов основной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность кормовых бобов проводятся в сельскохозяйственном предприятии ООО «Сибирия» (с. Боровлянка Голышмановского района Тюменской области) с использованием полевых и лабораторных методов в условиях северной лесостепи Тюменской области по вариантам опыта: 1) вспашка, 20–22 см – отвальный способ обработки почвы; 2) рыхление, 23–25 см – безотвальный способ обработки почвы; 3) чередование вспашки и рыхления по годам в севообороте (дифференцированный способ, 2015 – рыхление, 23–25 см; 2016–2017 – вспашка 20–22 см). Наибольшая урожайность кормовых бобов как на зеленую массу, так и на зерно получена по вспашке на 20–22 см (отвальный способ обработки почвы). Устранение дефицита кормового белка – основная задача при организации научно-обоснованного кормления животных. Экологичнее и экономичнее восполнять дефицит кормового белка не за счет жмыхов и шротов, а путем использования зернобобовых культур, таких как кормовые бобы.

## THE CONTAMINATION OF CROPS AND YIELD OF BROAD BEANS BY METHODS OF PRIMARY TILLAGE

V. L. ULYASHEV, postgraduate student,  
V. V. RZAEVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
State Agrarian University of Northern Trans-Urals  
(7 Respubliki Str., 625003, Tyumen)

**Keywords:** forage beans, tillage, contamination of crops, yield, grain, green mass.

The article presents the results of studies on the influence of basic methods of tillage on the clogging and yield of forage beans. Research on the influence of the main methods of tillage on the weediness of crops and the yield of forage beans are carried out in the agricultural enterprise LLC „Sibiriya“ (Borovlyanka, Golyshmanovsky district, Tyumen region) using field and laboratory methods in the Northern forest – steppe of the Tyumen region on the options of experience: 1) plowing, 20–22 cm – dump method of tillage; 2) loosening, 23–25 cm – non-shaft method of processing; 3) alternation of plowing and loosening over the years in crop rotation (differentiated method, 2015 – loosening, 23–25 cm; 2016–2017 – plowing 20–22 cm). The highest yield of forage beans, both for green mass and grain obtained by plowing 20–22 cm (dump method of tillage). The elimination of the deficit of feed protein is the main task in the organization of science-based animal feed. It is more environmentally friendly and economical to fill the deficit of feed protein not at the expense of cake and meal, but by using legumes, such as forage beans.

Положительная рецензия представлена Л. Н. Скипиным, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, заведующим кафедрой «Техносферная безопасность» Тюменского индустриального университета.

### Цель и методика исследований

Одной из ключевых проблем интенсификации сельского хозяйства была и остается проблема увеличения производства растительного белка. Важнейшим источником биологически полноценного белка являются зернобобовые культуры. Они незаменимы для рационального питания населения и сбалансирования кормовых рационов в животноводстве. Однако объемы их производства недостаточны [1].

Кормовые бобы – культура высоких потенциальных возможностей. Это не только высокобелковая, но и одна из самых урожайных зернобобовых культур. Кормовые бобы при соблюдении агротехнических требований способны давать высокие урожаи как зерна, так и зеленой массы. Урожайность зерна колеблется от 1,9 до 5,3 т/га, зеленой массы – от 18 до 65 т/га [1].

Поскольку обработка почвы при производстве сельскохозяйственной продукции самая энергозатратная и дорогостоящая составляющая, то рационально построенные системы обработки почвы должны быть основой ресурсосберегающих технологий [2, 3].

Количество и масса сорных растений при плоскорезной обработке существенно выше, чем при отвальной и комбинированной системах [4].

Устранение дефицита кормового белка – основная задача при организации научно обоснованного кормления животных. Экологичнее и экономичнее восполнять дефицит кормового белка не за счет жмыхов и шротов, а путем использования зернобобовых культур, таких как кормовые бобы [5].

Каждая система обработки почвы имеет положительные и отрицательные стороны, которые необходимо учитывать при адаптивном подходе и разрабатывать в связи с этим альтернативные решения, учитывая уровень интенсификации и изменение основных факторов. В современной научной и практической области развернулась широкая дискуссия об эффективности отвальных, плоскорезных, минимальных, нулевых и комбинированных систем обработок [6].

Основные направления научных исследований и практики должны предусматривать разработку таких способов, приемов и систем обработки, которые сохраняли бы плодородие почвы, создавали оптимальные условия для роста и развития растений, обеспечивали рост урожайности сельскохозяйственных культур [7].

В настоящее время существует несколько концепций основной обработки почвы. Наряду со сторонниками комбинированных систем в севооборотах, где разумно сочетаются отвальные, безотвальные, поверхностные и нулевые способы, есть приверженцы систематических мелких, поверхностных и даже

нулевых способов обработки. Сторонники второй точки зрения, справедливо указывая на достоинства таких обработок (экономия горюче-смазочных материалов, высокая производительность, рентабельность производства), зачастую умалчивают или отрицают некоторые негативные аспекты их применения. Доводами в пользу таких способов являются ссылки на опыт зарубежных стран или данные, полученные в производственных условиях различных регионов России без наличия контрольного варианта. Причем совершенно не учитываются особенности, сложившиеся в отечественном земледелии: наличие почв тяжелого гранулометрического состава, засоренность полей, отсутствие необходимой технологической дисциплины в сельскохозяйственных предприятиях. Игнорируется и тот факт, что применение таких обработок в системе севооборотов требует обязательного использования пестицидов и удобрений, сводящих энергоемкость ресурсосберегающих способов к уровню традиционной вспашки. Все это свидетельствует о том, что совершенствование систем и способов обработки почвы в земледелии России по-прежнему остается важной проблемой, которая не может иметь единого решения [8].

Сравнивая засоренность посевов при возделывании кормовых бобов на зеленый корм и на зерно, можно отметить, что засоренность посевов кормовых бобов на зерно превышала сравниваемые варианты на 2,0–2,2 шт/м<sup>2</sup>, это можно объяснить более поздним сроком уборки, и небольшое превышение объясняется тем, что в промежуток времени от уборки бобов на зеленый корм (10.08.17) до уборки бобов на зерно (10.10.17) сорные растения не обладают активностью к прорастанию [9].

Наибольшее число сорняков по рыхлению объясняется большим сосредоточением семян сорных растений в верхнем слое и вегетативных органов многолетних сорняков растений, поскольку безотвальное рыхление только разрезает вегетативные органы, а этого недостаточно, так как необходима глубокая заделка их в почву [10].

Цель исследований – изучить влияние приема основной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность кормовых бобов.

Засоренность посевов учитывали количественным и количественно-весовым методами.

Исследования по изучению влияния приемов основной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность кормовых бобов проводятся в сельскохозяйственном предприятии ООО «Сибиряк» (с. Боровлянка Голышмановского района Тюменской области) с использованием полевых и лабораторных методов в условиях северной лесостепи Тюменской области по вариантам опыта: 1) вспашка, 20–22 см – отвальный способ обработки почвы; 2) рыхление,

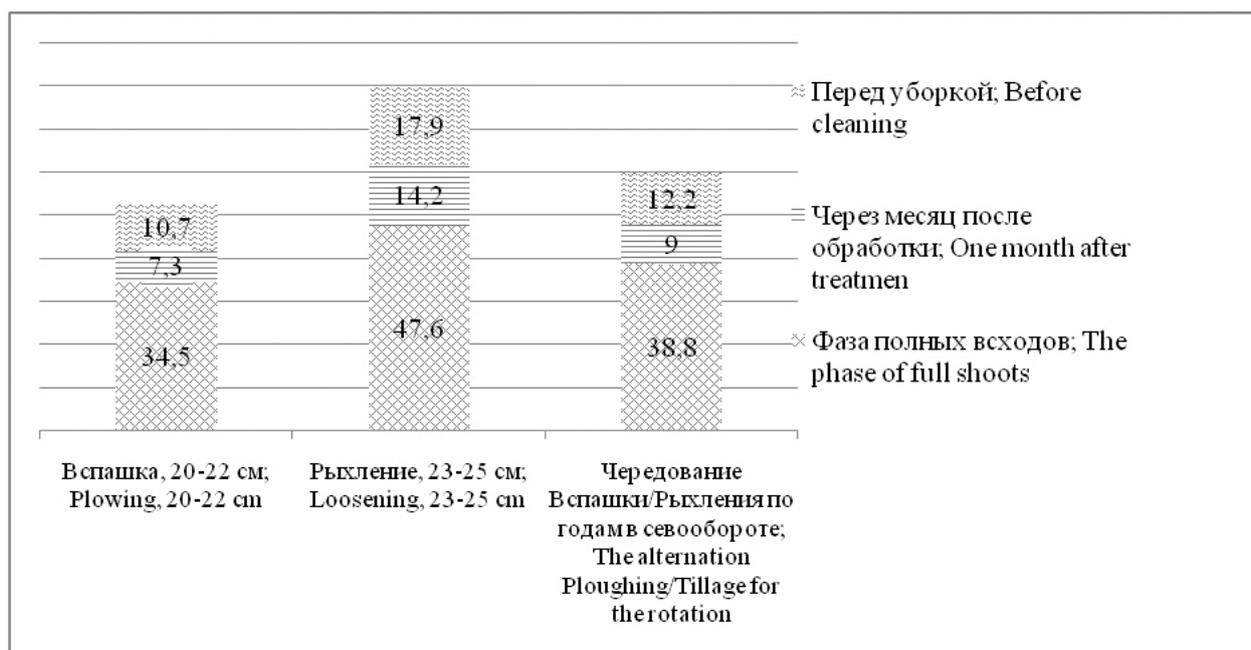


Рис. 1. Засоренность посевов кормовых бобов, возделываемых на зеленую массу, шт/м<sup>2</sup>, 2018 г.  
Fig. 1. The contamination of crops of broad beans grown for green mass, pcs/m<sup>2</sup>, 2018

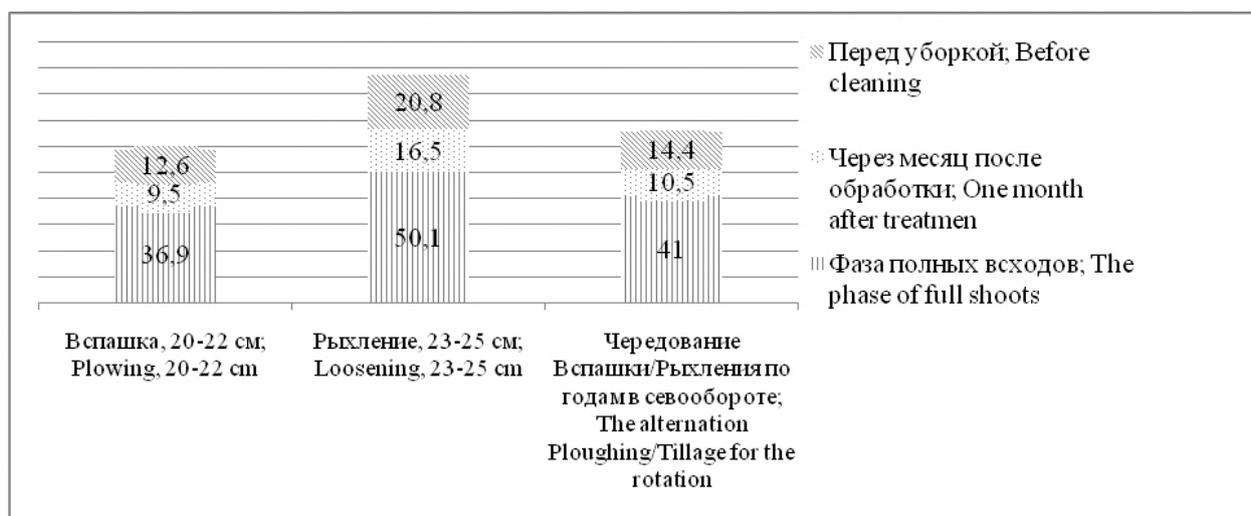


Рис. 2. Засоренность посевов кормовых бобов, возделываемых на зерно, шт/м<sup>2</sup>, 2018 г.  
Fig. 2. The contamination of crops of broad beans grown for grain, pcs/m<sup>2</sup>, 2018

23–25 см – безотвальный способ обработки почвы; 3) чередование вспашки и рыхления по годам в севообороте (дифференцированный способ, 2015 – рыхление, 23–25 см; 2016–2017 – вспашка 20–22 см).

В опыте возделывается сорт кормовых бобов «Сибирские».

Агротехника: основная обработка почвы проводится по схеме опыта, вспашка проводится плугом ПН-8-35; рыхление – глубокорыхлителем ГР-512; ранневесеннее боронование – зубowymi боронами БЗСС-1,0 в два следа поперек направления основной обработки при наступлении физической спелости почвы; посев – сеялкой John Deere 730 на глубину 6–7 см. Трехкратная повторность.

#### Результаты исследований

При возделывании кормовых бобов на зеленую массу в 2018 г. количественная засоренность составила 34,5 шт/м<sup>2</sup> (рис. 1) по вспашке – контроль, по [avu.usaca.ru](http://avu.usaca.ru)

рыхлению (вар. 2) превышала контроль на 13,1 шт/м<sup>2</sup> и больше на 8,8 шт/м<sup>2</sup> при чередовании вспашки и рыхления (вар. 3). Между вторым и третьим вариантами разница составила 8,8 шт/м<sup>2</sup>. В результате обработки засоренность снизилась на 27,2–33,4 шт/м<sup>2</sup> (70,2–78,8 %) и составила 7,3–14,2 шт/м<sup>2</sup>.

К уборке бобов засоренность посевов бобов увеличилась от предыдущего учета с 7,3–14,2 шт/м<sup>2</sup> до 10,7–17,9 2 шт/м<sup>2</sup>.

Засоренность посевов кормовых бобов, возделываемых на зерно, составила 36,9–50,1 шт/м<sup>2</sup> (рис. 2), что выше на 2,2–2,5 шт/м<sup>2</sup> засоренности посевов бобов, возделываемых на зеленую массу.

По рыхлению при возделывании бобов на зерно засоренность превышала контроль (вспашка) на 13,2 шт/м<sup>2</sup>, при чередовании приемов обработки (вар. 3) выше на 4,1 шт/м<sup>2</sup>. Разница между вторым и третьим вариантами составила 9,1 шт/м<sup>2</sup>.

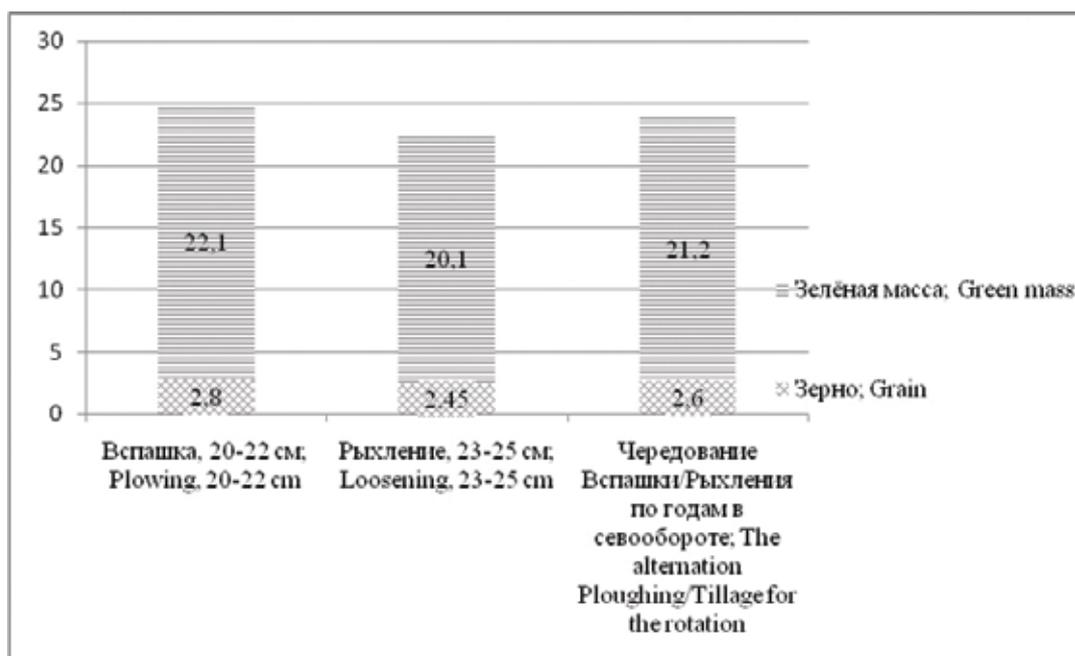


Рис. 3. Урожайность кормовых бобов, т/га, 2018 г.  
Fig. 3. Yield of fodder beans, t/ha, 2018

По результатам исследований наименьшей засоренностью посевов при возделывании кормовых бобов на зеленую массу и на зерно характеризовался вариант вспашки. По рыхлению и при чередовании приемов обработки по годам (вспашка/рыхление) засоренность превышала вспашку.

В 2018 г. получена урожайность зеленой массы кормовых бобов по изучаемым вариантам основной обработки в пределах 20,1–22,1 т/га, наибольшей урожайностью характеризовался контрольный вариант (вспашка, 20–22 см), который превысил рыхление (вар. 2) на 2,0 т/га, и третий вариант (чередо-

вание вспашки и рыхления по годам в севообороте) на 0,9 т/га.

Урожайность зерна кормовых бобов составила 2,80 т/га по вспашке, ниже контроля на 0,35 т/га сформирована по рыхлению и на 0,20 т/га при чередовании приемов обработки (вар. 3), что объясняется меньшей засоренностью по вспашке.

#### Выводы. Рекомендации

Наименьшая засоренность посевов и наибольшая урожайность кормовых бобов, как на зеленую массу, так и на зерно отмечены по вспашке на 20–22 см (отвальный способ обработки почвы).

#### Литература

1. Кшникаткин П. С. Приемы технологии возделывания кормовых бобов в условиях лесостепи Среднего Поволжья: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук. – Пенза, 2009. –20 с.
2. Шахова О. А. Продуктивность культур зернового севооборота в северной лесостепи Тюменской области // Современные научно-практические решения в АПК: сборник статей всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 776–784.
3. Шахова О. А., Харалгина О. С. Динамика засоренности при сокращении энергозатрат на основную обработку чернозема выщелоченного в северной лесостепи Тюменской области // Агропродовольственная политика России. 2017. № 10 (70). С. 118–122.
4. Борин А. А., Лощинина А. Э. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях ее обработки // Плодородие. 2015. № 2. С. 25–27.
5. Зенькова Н. Н., Разумовский Н. П., Моисеева М. О. Продуктивность, качественный состав и использование кормовых бобов // Сборник трудов конференции КФ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева с международным участием. 2018. С. 83–86.
6. Едимейчев Ю. Ф. Оптимизация и экологизация зональной системы обработки почвы в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2017. № 7. С. 16–23.
7. Ивченко В. К., Михайлова З. И. Влияние различных обработок почвы и средств интенсификации на продуктивность зерновых культур // Вестник КрасГАУ. 2017. № 4. С. 3–10.
8. Черкасов Г. Н., Пыхтин И. Г., Гостев А. В. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. 2014. № 5. С. 13–16.

9. Рзаева В. В., Миллер С. С., Уляшев В. Л. Засоренность посевов кормовых бобов в северной лесостепи Тюменской области // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки» 2018. № 8 (24). – URL: [https://alley-science.ru/domains\\_data/files/3September2018/ZASORYoNNOST%20I%20UROZhAYNOST%20YaROVOY%20PShENICY%20V%20ZAVISIMOSTI%20OT%20SPOSOBA%20I%20GLUBINY%20OBRABOTKI%20POChVY.pdf](https://alley-science.ru/domains_data/files/3September2018/ZASORYoNNOST%20I%20UROZhAYNOST%20YaROVOY%20PShENICY%20V%20ZAVISIMOSTI%20OT%20SPOSOBA%20I%20GLUBINY%20OBRABOTKI%20POChVY.pdf).

10. Рзаева В. В. Способ и глубина основной обработки почвы при влиянии на засоренность посевов яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 12 (166). С. 53–57.

#### References

1. Kshnikatkin P. S. Methods of technology of cultivation of broad beans in the conditions of forest-steppe of the Middle Volga region: abstract of dissertation ... candidate of agricultural sciences. – Penza, 2009. – 20 p.
2. Shakhova O. A. Productivity of crops of grain crop rotation in the Northern forest-steppe of the Tyumen region // Modern scientific and practical solutions in agriculture: collection of articles of the all-Russian scientific-practical conference. 2017. Pp. 776–784.
3. Shakhova O. A., Kharalgina O. S Dynamics of the debris at the reduction of energy consumption for basic processing of a leached Chernozem in Northern forest-steppe of the Tyumen region // Agricultural and food policy of Russia. 2017. No. 10 (70). Pp. 118–122.
4. Borin A. A., Loshchinina A. E. Crop rotation productivity and soil fertility at different technologies of its processing // Fertility. 2015. No. 2. Pp. 25–27.
5. Zenkova N. N., Razumovskiy N. P. Moiseeva M. O. Productivity, the qualitative composition and the use of broad beans // The proceedings of the conference of Kaluga branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev with international participation. 2018. Pp. 83–86.
6. Edimeichev Yu. F. Optimization and ecologization of the zonal system of soil treatment in the Krasnoyarsk region. Herald of Krasgau. 2017. № 7. p. 16–23 (p. 19).
7. Ivchenko V. K., Mikhailova Z. I. Influence of various soil treatments and means of intensification on the productivity of grain crops // Bulletin of Krasnoyarsk SAU. 2017. No. 4. Pp. 3–10.
8. Cherkasov G. N., Pykhtin I. G., Gostev A. V. The Possibility of using zero and surface methods of basic tillage in different regions // Agriculture. 2014. No. 5. Pp. 13–16.
9. Rzaeva V. V., Miller S. S., Ulyashev V. L. Contamination of forage beans crops in the Northern forest-steppe of the Tyumen region // Scientific and practical electronic journal of the „Alley of Science“. 2018. No. 8 (24). – URL: [https://alley-science.ru/domains\\_data/files/3September2018/ZASORYoNNOST%20I%20UROZhAYNOST%20YaROVOY%20PShENICY%20V%20ZAVISIMOSTI%20OT%20SPOSOBA%20I%20GLUBINY%20OBRABOTKI%20POChVY.pdf](https://alley-science.ru/domains_data/files/3September2018/ZASORYoNNOST%20I%20UROZhAYNOST%20YaROVOY%20PShENICY%20V%20ZAVISIMOSTI%20OT%20SPOSOBA%20I%20GLUBINY%20OBRABOTKI%20POChVY.pdf).
10. Rzaeva V. V. The method and depth of the main tillage under the influence on the contamination of spring wheat crops // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 12 (166). Pp. 53–57.

## МАЛОРАСПРОСТРАНЕННЫЕ КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА РОССИИ

А. А. ШАМАНИН, научный сотрудник лаборатории растениеводства,  
Л. А. ПОПОВА, кандидат экономических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории растениеводства,  
В. В. ГИНТОВ, кандидат экономических наук, директор,  
Приморский филиал Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики  
имени академика Н. П. Лаверова РАН – Архангельский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства

(163032, Архангельская область, Приморский район, пос. Луговой, д. 10; тел.: 8 (8182) 25-47-36, 8 911 556-05-49, e-mail: arhniish@mail.ru)

**Ключевые слова:** кормовые культуры, интродукция, кормопроизводство, многолетние травы, виды, сорта, агроценозы, химический состав, урожайность, протеин, обменная энергия.

В условиях северного региона при полной обеспеченности животноводства кормами сохраняется значительный дефицит растительного белка в рационах животных. Это связано с преобладанием в рационе низко- и среднепротеиновых кормов и использованием в кормопроизводстве крайне ограниченного ассортимента кормовых культур. Решить проблему выращивания растениеводческой продукции хорошего качества в достаточном количестве можно посредством расширения видового состава возделываемых кормовых растений. Целью исследований являлось изучение малораспространенных видов и сортов кормовых культур для формирования высококачественных кормовых агроценозов в условиях северного региона России. Новизна исследований состоит в оценке кормовых культур на степень адаптивности к новым для них условиям произрастания. Практическая значимость результатов исследований заключается в интродукции кормовых культур, оптимально сочетающих адаптивные и продуктивные свойства, для расширения видового их разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства и повышения плодородия агроландшафтов в условиях северного региона России. В результате исследований выявлена различная реакция изучаемых культур к условиям произрастания и выделены наиболее адаптивные высокопродуктивные культуры. Для формирования кормовых агроценозов используются в основном традиционные многолетние злаковые и бобовые кормовые культуры. Среди малораспространенных культур в течение 2 лет исследований выделилась овсяница восточная «Придонская» (оригинатор – ГНУ «Воронежский НИИСХ») как самая урожайная многолетняя злаковая культура, обеспечившая в первый год жизни урожайность зеленой массы 51 т/га и сухого вещества 12,1 т/га, а также 32 т/га и 6,2 т/га соответственно во второй год жизни. Из многолетних бобовых культур с урожайностью 50 т/га зеленой массы и 6,1 т/га сухого вещества в первый год жизни и 40 т/га зеленой массы и 7,7 т/га сухого вещества выделился клевер луговой «Корифей» (оригинатор – ФГУП «Котласское»).

## USING THE LESS WIDESPREAD FEED CROPS FOR FORMING A HIGH QUALITY FEED AGROPHYTOCENOSIS IN CONDITIONS OF THE NORTHERN REGION OF RUSSIA

A. A. SHAMANIN, researcher of the plant growing laboratory,  
L. A. POPOVA, candidate of economic sciences, senior researcher of the plant growing laboratory,  
V. V. GINTOV, candidate of economic sciences, director,  
Primorsky branch of the Federal Research Center for Integrated Arctic Research name after academician  
N. P. Laverov of RAS – Arkhangelsk Research Institute of Agriculture

(10 Lugovoi, 163032, Arkhangelsk region, Primorsky district; phone: 8 (8182) 25-47-36, 8 911 556-05-49, e-mail: arhniish@mail.ru)

**Keywords:** feed crops, introduction, feed production, perennial grasses, species, varieties, agroecosystems, chemical composition, yield, protein, exchange energy.

In conditions of Northern region where livestock is fully provided with feed, there is a substantial deficit of vegetable protein in animal rations. This is due to the predominance feeds of low and medium protein content and using a very limited variety of species in the feed crop production. The issue of growing good quality feed crops in enough quantity can be solved by widening the species composition of cultivated feed plants. The purpose of this article was to study the rare species and cultivars of feed crops for formation of high-quality feed agrophytocenosis in the Northern region of Russia. The novelty of this study was in assessment of forage crops on the adaptation degree of adaptability to new growing conditions. The practical value of the results is the introduction of feed crops that optimally combining the adaptive and productive properties. Their introduction is necessary for widening species diversity of feed crops, strengthening the feed base of livestock and increase the fertility of agricultural landscapes in the Northern region of Russia. In the course of this study, a different reactions of the studied feed crops relatively to the growing conditions was revealed. The most adaptive and highly productive feed crops were selected. Traditional perennial basic gramineae and fabaceae are usually used for formation of feed agrophytocenosis. During two years of study, the Eastern „Pridonskaya“ fescue was selected as the most productive feed crops among the rare gramineae. This species was bred by Voronezh Research Institute of Agriculture. In the first year the total yield green mass of this species was 51 t/ha. In the second year the total yield of dry mass was 12.1 t/ha, and 32 t/ha and 6.2 t/ha respectively. Trifolium pratense „Korifei“ (bred by FSUE „Kotlaskoe“) was selected as the most efficient feed crop among fabaceae. Its total yield in the first year was 50 t/ha of green mass and 6.1 t/ha of dry mass. In the second year there was 40 t/ha of green mass and 7.7 t/ha of dry mass.

Положительная рецензия представлена Е. Н. Наквасиной, доктором сельскохозяйственных наук,  
профессором Высшей школы естественных наук и технологий  
Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова.

### Введение

Кормопроизводство обеспечивает эффективное управление сельскохозяйственными землями и рациональное природопользование, поддерживает в сельском хозяйстве необходимый баланс отраслей. Обеспеченность животноводства физиологически полноценными кормами и прежде всего сбалансированность их по протеину и незаменимым аминокислотам является важной задачей. Многолетние злаковые травы являются основным кормом для жвачных животных и в зависимости от способности к отращиванию после отчуждения надземной массы могут использоваться как для сенокосов, так и для пастбищ. Многолетние бобовые травы обеспечивают животноводство кормами, богатыми белком, необходимыми аминокислотами, каротином, витаминами и другими важными элементами питания. Они являются ценным сырьем для приготовления высокобелковых кормов, необходимым компонентом сенокосных и пастбищных травосмесей, повышая их урожайность и питательность. Будучи азотонакопителями, бобовые травы обеспечивают азотом злаковые компоненты и повышают плодородие почвы [1, 2].

Признано, что сельскохозяйственное производство в большой степени зависит от климатических условий и их изменений в период роста и развития трав. Увеличение ассортимента кормовых трав нового поколения позволит снизить неблагоприятное воздействие погодных условий на продуктивность кормовых травостоев. Введение их в производство и адаптация к местным условиям возделывания являются одним из ведущих направлений научно обоснованного кормопроизводства, способного обеспечить животноводство зеленым и сырьевым кормом. Для современных видов и сортов трав свойственны экологическая устойчивость и продуктивность, способность полнее использовать природные ресурсы, сглаживать негативные явления и обеспечивать производство кормов высокого качества, в меньшей степени зависящего от изменения погодных условий [3]. В России наибольшее распространение получили злаковые травы: костреца безостый, тимофеевка луговая, овсяница луговая, райграс пастбищный, фестулолиум, ежа сборная [4]. Семейство бобовых – одно из самых многочисленных в растительном мире. И в культуре оно представлено большим числом видов, которые сильно различаются как по количеству и качеству белка, так и по биологическим особенностям и приспособленности к местообитаниям [5].

Сложившийся в настоящее время в северных регионах традиционный набор кормовых культур не может в полной мере обеспечить животноводство полноценными кормами на протяжении всего вегетационного периода. Дефицит кормов чаще всего приходится на раннюю весну и позднюю осень,

когда на полях нет вегетирующих растений. В связи с этим очень актуальны поиски хорошо поедаемых растений, отличающихся ранним отрастанием и холодостойкостью. Интродукция ценных видов за счет использования генетических ресурсов растений позволяет значительно расширить ассортимент кормовых культур, предназначенных на силос, зеленый корм, сено, и, следовательно, укрепить кормовую базу животноводства [6]. Поступление новых видов и сортов кормовых культур требует необходимости их сравнительного изучения и адаптации к местным почвенно-климатическим и экономическим условиям. Урожайность вегетативной массы интродуцированных видов лугопастбищных трав при залужении деградированных кормовых угодий с соблюдением разработанной технологии в сравнении с традиционными злаками – кострецом безостым, тимофеевкой луговой – увеличивается в 2,0–3,0 раза, семенная продуктивность – на 50–80 %, а рентабельность их возделывания составляет 127–240 %. Безусловно, при этом снижается и себестоимость произведенной продукции [7].

В настоящее время обеспеченность животноводства кормами составляет 60–70 % годовой потребности, высоким остается дефицит белка в кормовых рационах, что является сдерживающим фактором роста продуктивности животноводства [8, 9, 10].

### Цель и методика исследований

Целью исследований являлось изучение малораспространенных видов и сортов кормовых культур для формирования высококачественных кормовых агроценозов в условиях северного региона Европейского Севера России. В задачи исследований входило изучение закономерностей роста и развития многолетних злаковых и бобовых трав для формирования высококачественных кормовых агроценозов.

Актуальность исследований связана с интродукцией кормовых культур, оптимально сочетающих адаптивные и продуктивные свойства, а также приспособленность к экстремальным условиям севера, для расширения их видового разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства и повышения плодородия англоландшафтов в условиях северного региона России.

Новизна исследований состоит в оценке нетрадиционных кормовых культур на степень адаптивности к новым для них условиям произрастания.

Объект исследований – кормовые культуры различных ботанических семейств и различного долголетия.

Исследования проводили в 2016–2017 гг. на базе опытного поля ФГУП «Холмогорское» на дерново-слабоподзолистых среднесуглинистых почвах. Нормы высева и способ посева устанавливались в зависимости от особенностей культуры и рекомендаций

оригинатора. Посев многолетних культур проводили в первой декаде июня. В полевом опыте изучали 16 культур (26 сортов), из них 6 культур семейства бобовые (*Fabaceae*) (11 сортов) и 10 культур семейства злаковые (*Poaceae*) (15 сортов). Площадь опытного участка – 154 м<sup>2</sup>, деланки – 5,24 м<sup>2</sup>, количество вариантов – 70. Нормы высева и способ посева устанавливались в зависимости от особенностей культуры и рекомендаций оригинатора. Семенной материал был предоставлен различными НИУ и проверен на всхожесть и чистоту в филиале ФГБНУ «Россельхозцентр» по Архангельской области. Проведение опыта осуществлялись согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, методическим указаниям по изучению коллекций многолетних кормовых трав, методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Вегетационные периоды 1-го и 2-го годов жизни многолетних трав значительно различались. Первый год проведения исследований характеризовался как нормально увлажненный (ГТК = 1,7) и соответствовал среднемноголетнему значению. Второй год жизни многолетних трав характеризовался как избыточно увлажненный со значением ГТК = 2,5, что превышает среднемноголетнее значение на 0,7.

#### Результаты исследований

Из многолетних злаковых культур развитие от всходов до цветения в первый год жизни прошли следующие: райграс многоукосный «Талан», бекмания обыкновенная «Донская», житняк гребневидный «Павловский 12» и тимофеевка луговая «Северодвинская 18», однако дружным колошением и цветением охарактеризовал себя лишь райграс многоукосный. Лисохвост вздутый «Донской 20» за вегетационный период первого года жизни смог зацвести, тем не менее колошение и цветение проходили неравномерно. Все остальные культуры, за исключением ежи сборной «Двина», показали медленное развитие в период прохождения фенологических фаз «кущение – выход в трубку». Для них были характерны единичные выходы в трубку и колошение. В первый год жизни ежа сборная развилась до фазы «выход в трубку – колошение», однако период прохождения данной фазы был продолжительным. Отмечалось единичное колошение и даже единичное цветение.

Не все культуры охарактеризовали себя хорошей зимостойкостью. Райграс многоукосный «Талан» не перезимовал, и на второй год исследований отросли единичные растения. Также отрастание единичных растений наблюдалось у фестулолиумов. Во второй год жизни все злаковые травы, за исключением райграса многоукосного и фестулолиумов, в развитии достигли фазы цветения. Продолжительность прохождения фаз развития от отрастания до колошения

была от 31 дня у лисохвоста вздутого до 47 дней у овсяницы тростниковой.

В первый год жизни все многолетние бобовые культуры, кроме козлятника восточного «Гале» и клевера паннонского «Премьер» за вегетационный период прошли фазы развития от всходов до цветения. Однако бутонизация и цветение у люцерны, лядвенца рогатого и клевера лугового проходили не дружно, вследствие чего цветение и формирование семян продолжалось до конца вегетационного периода, а сорта клевера лугового не сформировали семян, хотя и наблюдалось побурение головок. Люпин многолетний «Первенец» сформировал небольшое количество цветonoсов. Козлятник восточный и клевер паннонский охарактеризовались тем, что достаточно долго (более 50 дней) развивались в фазу побегообразования, в результате чего не завязали бутонов. Клевер паннонский, помимо того, достаточно долго (26 дней) развивался от всходов до побегообразования.

Весеннее отрастание многолетних бобовых культур во второй год жизни отмечено в промежуток времени с 23 мая по 8 июня. Люпин многолетний плохо перезимовал, в результате чего отмечено отрастание единичных растений. Раньше всех весной второго года жизни начали отрастать сорта клевера лугового – отрастание отмечено 23 июня. Лявенец рогатый и эспарцет виколистный начали формирование новых побегов 26 мая, а люцерны синяя и желтая – 2 июня. Козлятник восточный, как и клевер паннонский, начал отрастать позже всех – 8 июня.

Все бобовые культуры, за исключением люпина многолетнего, козлятника восточного и клевера паннонского, достигли в развитии фазы цветения. Наиболее ценную в кормовом значении фазу развития многолетних бобовых культур раньше всех сформировали эспарцет виколистный и лядвенец рогатый – на 39-й и 41-й день соответственно. Однако площадь проективного покрытия на второй год у эспарцета виколистного составила 60 %, а у лядвенца рогатого – 70 %, что в конечном счете сказалось на урожайности. Люцерны синяя и желтая достигли фазы бутонизации на 48-й день с начала отрастания, проективное покрытие составило 70 % и 80 %. Клевера луговые вошли в фазу бутонизации на 54-й день после начала отрастания с проективным покрытием 82–90 %.

Черноголовник многобрачный «Слава» в первый год жизни полноценно выкинул цветоносы, хоть и не дружно. Вайда красильная, двулетнее растение, к концу вегетационного периода сформировала прикорневую розетку из листьев, в связи с чем продуктивность и химический состав зеленой массы не учитывались. Во второй год жизни черноголовник многобрачный «Слава» очень быстро развился до

фазы цветения (за 46 дней) и сформировал семена. Проективное покрытие у него составило всего 30 %. Вайда красильная не отросла на второй год жизни после зимовки.

Оптимальная фаза уборки кормовых злаковых культур – «колошение – начало цветения», для бо-

бовых культур – «бутонизация – начало цветения». В первый год жизни не все злаковые культуры успели развиться до фазы укосной спелости, учет их урожайности был осуществлен на 69–71-й день.

Урожайность зелёной массы многолетних злаковых культур в первый год жизни колебалась от 8 т/га у

Таблица 1  
Урожайность многолетних злаковых трав по годам исследований

Культура	1-й год жизни трав			2-й год жизни трав		
	Фаза укоса зеленой массы	Урожайность зеленой массы, т/га	Выход сухого вещества, т/га	Фаза укоса зеленой массы	Урожайность зеленой массы, т/га	Выход сухого вещества, т/га
Кострец безостый «Дуэт»	Выход в трубку	30	7,1	Колошение	28	5,9
Райграс многоукосный «Талан»	Колошение	46	8,2	–	–	–
Полевица гигантская «Дюна»	Выход в трубку	45	10,7	Колошение	16	4,2
Овсяница тростниковидная «Балтика»	Кущение	39	7,2	Колошение	30	6,3
Овсяница восточная «Придонская»	Кущение	51	12,1	Колошение	32	6,2
Овсяница красная «Галас»	Кущение	30	3,7	Колошение	24	6,1
Овсяница луговая «СД-130»	Кущение	38	7,0	Колошение	28	6,9
Бекмания обыкновенная «Донская»	Колошение	16	3,7	Колошение	13	3,8
Лисохвост вздутый «Донской 20»	Колошение	21	2,9	Колошение	12	2,9
Житняк гребневидный «Павловский 12»	Колошение	8	3,0	Колошение	11	3,1
Фестулолиум «Хикор»	Кущение	24	4,4	–	–	–
Фестулолиум «Фелина»	Кущение	28	5,0	–	–	–
Фестулолиум «№ 6»	Кущение	28	3,7	–	–	–
Ежа сборная «Двина»	Выход в трубку	26	4,3	Колошение	18	4,4
Тимофеевка луговая «СД-18»	Колошение	22	3,5	Колошение	18	4,2

Table 1  
The yield of perennial grasses (gramineae), t/ha

Feed crops	First year			Second year		
	Haymaking phase	Green fodder yield, t/ha	Dry matter content, t/ha	Haymaking phase	Green fodder yield, t/ha	Dry matter content, t/ha
<i>Bromus inermis</i> „Duet“	Stem elongation	30	7,1	Earing	28	5,9
<i>Lolium multiflorum</i> „Talan“	Earing	46	8,2	–	–	–
<i>Agrostis gigantea</i> „Dyuna“	Stem elongation	45	10,7	Earing	16	4,2
<i>Festuca arundinacea</i> „Baltika“	Tillering	39	7,2	Earing	30	6,3
<i>Festuca orientalis</i> „Pridonskaya“	Tillering	51	12,1	Earing	32	6,2
<i>Festuca rubra</i> „Galas“	Tillering	30	3,7	Earing	24	6,1
<i>Festuca pratensis</i> „SD-130“	Tillering	38	7,0	Earing	28	6,9
<i>Beckmannia eruciformis</i> „Donskaya“	Earing	16	3,7	Earing	13	3,8
<i>Alopecurus arundinaceus</i> „Donskoy 20“	Earing	21	2,9	Earing	12	2,9
<i>Agropyron pectiniforme</i> „Pavlovskiy 12“	Earing	8	3,0	Earing	11	3,1
<i>Festulolium</i> „Khikor“	Tillering	24	4,4	–	–	–
<i>Festulolium</i> „Felina“	Tillering	28	5,0	–	–	–
<i>Festulolium</i> „No 6“	Tillering	28	3,7	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i> „Dvina“	Stem elongation	26	4,3	Earing	18	4,4
<i>Phleum pratense</i> „SD-18“	Earing	22	3,5	Earing	18	4,2

житняка гребневидного до 51 т/га у овсяницы придонской (табл. 1). Минимальный сбор сухого вещества при этом был у лисохвоста вздутого (2,9 т/га), а максимальный у овсяницы придонской – 12,1 т/га. Во второй год жизни все многолетние злаковые культуры были убраны в фазу укосной спелости. Максимальная урожайность зеленой массы при этом отмечена у овсяницы восточной – 32 т/га и овсяницы тростниковой – 30 т/га. Минимальная урожайность составила 11–13 т/га у житняка гребневидного, лисохвоста вздутого и бекмании обыкновенной. Сбор сухого вещества колебался от 2,9 т/га у лисохвоста вздутого до 6,9 т/га у овсяницы луговой.

До фазы укосной спелости «бутонизация – начало цветения» развились почти все многолетние бобовые кормовые культуры как в первый год жизни, так и во второй. Исключениями стали козлятник восточный и клевер паннонский, которые за вегетационный период развились лишь до фазы побегообразования. По урожайности зеленой массы в первый год жизни выделились клевера луговые со значением показателя от 56 т/га до 50 т/га с выходом сухого вещества от 5,1 т/га до 6,1 т/га (табл. 2). Минимальная урожайность как зелёной массы, так сухого вещества, отмечена у лядвенца рогатого – 12 т/га и 1,7 т/га соответственно. По урожайности зелёной массы 22 т/га и выходу сухого вещества выделилась люцерна желтая с показателем значения 5,6 т/га.

Во второй год жизни многолетние бобовые культуры охарактеризовались снижением урожайности

зеленой массы. Клевера луговые, как и в первый год жизни, показали наибольшие значения урожайности зелёной массы от 38 т/га до 43 т/га. При этом выход сухого вещества у них в сравнении с первым годом жизни увеличился до 5,5–7,7 т/га. Наименьшая урожайность зеленой массы с наименьшим выходом сухого вещества была получена у люцерны желтой – 4 т/га и 0,9 т/га соответственно. Козлятник восточный и клевер паннонский в силу того, что развились лишь до фазы побегообразования, показали низкую урожайность зеленой массы – 6 т/га и 8 т/га. Выход сухого вещества при этом был тоже небольшим – 1,9 т/га.

Черноголовник многобрачный «Слава», представитель ботанического семейства розоцветные, в оба года жизни полноценно достиг фазы «бутонизация – начало цветения». Тем не менее, если в первый год жизни урожайность зеленой массы составила 16 т/га с выходом сухого вещества 3,3 т/га, то во второй год урожайность снизилась до 4 т/га с выходом сухого вещества 0,9 т/га. В большей степени это связано с сильной изреженностью посевов в результате плохой перезимовки.

Химические показатели, представляющие энергетическую составляющую корма, показали содержание обменной энергии в зеленой массе многолетних злаковых трав первого года жизни в пределах 8,23–8,79 МДж (в 1 кг а. с. в.). Наибольшее значение (8,79 МДж) было отмечено у образца райграса многоукосного, что связано с наибольшим содержанием

Таблица 2

Урожайность многолетних бобовых трав по годам исследований, т/га

Культура	1-й год жизни трав			2-й год жизни трав		
	Фаза укоса зеленой массы	Урожайность зеленой массы, т/га	Выход сухого вещества, т/га	Фаза укоса зеленой массы	Урожайность зеленой массы, т/га	Выход сухого вещества, т/га
Люпин многолетний «Первенец»	Бутонизация – начало цветения	30	3,5	–	–	–
Козлятник восточный «Гале»	Побегообразование	24	3,1	Побегообразование	6	1,9
Клевер луговой «Нива»	Бутонизация – начало цветения	46	5,1	Бутонизация – начало цветения	43	5,5
Клевер луговой «Приор»	Бутонизация – начало цветения	47	5,6	Бутонизация – начало цветения	38	6,7
Клевер луговой «Корифей»	Бутонизация – начало цветения	50	6,1	Бутонизация – начало цветения	40	7,7
Клевер паннонский «Премьер»	Побегообразование	16	1,9	Побегообразование	8	1,9
Люцерна желтая «Злата»	Бутонизация – начало цветения	22	5,6	Бутонизация – начало цветения	4	0,9
Люцерна синяя «Кевсала»	Бутонизация – начало цветения	18	4,4	Бутонизация – начало цветения	19	5,3
Лядвенец рогатый «Солнышко»	Бутонизация – начало цветения	12	1,7	Бутонизация – начало цветения	20	3,9
Эспарцет виколистный «Русич»	Бутонизация – начало цветения	24	4,8	Бутонизация – начало цветения	10	2,7
Черноголовник многобрачный «Слава»	Бутонизация – начало цветения	16	3,3	Бутонизация – начало цветения	4	0,9

Table 2  
The yield of fabaceae, t/ha

Feed crops	First year			Second year		
	Haymaking phase	Green fodder yield, t/ha	Dry matter content, t/ha	Haymaking phase	Green fodder yield, t/ha	Dry matter content, t/ha
<i>Lupinus perennis</i> „Pervenets“	Bud stage – initial blossom	30	3,5	–	–	–
<i>Galega orientalis</i> „Gale“	Stage of shoots formation	24	3,1	Stage of shoots formation	6	1,9
<i>Trifolium pratense</i> „Niva“	Bud stage – initial blossom	46	5,1	Bud stage – initial blossom	43	5,5
<i>Trifolium pratense</i> „Prior“	Bud stage – initial blossom	47	5,6	Bud stage – initial blossom	38	6,7
<i>Trifolium pratense</i> „Korifey“	Bud stage – initial blossom	50	6,1	Bud stage – initial blossom	40	7,7
<i>Trifolium pannonicum</i> „Premyer“	Stage of shoots formation	16	1,9	Stage of shoots formation	8	1,9
<i>Medicago falcata</i> „Zlata“	Bud stage – initial blossom	22	5,6	Bud stage – initial blossom	4	0,9
<i>Medicago sativa</i> „Kevsala“	Bud stage – initial blossom	18	4,4	Bud stage – initial blossom	19	5,3
<i>Lotus corniculatus</i> „Solnyshko“	Bud stage – initial blossom	12	1,7	Bud stage – initial blossom	20	3,9
<i>Onobrychis viciifolia</i> „Rusich“	Bud stage – initial blossom	24	4,8	Bud stage – initial blossom	10	2,7
<i>Poterium polygamum</i> „Slava“	Bud stage – initial blossom	16	3,3	Bud stage – initial blossom	4	0,9

сахара (162,53 г) и содержанием протеина 102,72 г. При этом образец зеленой массы райграса многоукосного содержал оптимальное количество клетчатки – 231,98 г. Следует отметить, что райграсс многоукосный не позволил получить урожай на второй год жизни и перспективы, как двулетняя культура, не имеет. Наименьшее значение показателя обменной энергии (8,23 МДж) было у житняка гребневидного. На это повлияло самое низкое содержание сырого протеина – 87,42 г при самом высоком содержании клетчатки (281,84 г) из всех образцов злаковых культур. Овсяница луговая выделилась содержанием обменной энергии на уровне райграса (8,70 МДж) за счет большего содержания протеина (104,33 г), чуть меньшим содержанием сахара (144,45) и содержанием клетчатки 249,2 г, что делает ее более перспективной для долголетнего использования.

Во второй год жизни по содержанию обменной энергии среди многолетних злаковых культур выделилась ежа сборная – 8,73 МДж при максимальных значениях содержания сырого протеина (101,65 г) и сахара (156,65 г), а также оптимальном содержании клетчатки – 237,75 г. Наименее энергоемкой злаковой культурой во второй год жизни была овсяница восточная – 8,04 МДж при низком содержании протеина – 79,50 г и высоком содержании клетчатки – 294,14 г.

Энергоемкость образцов зеленой массы многолетних бобовых трав первого года жизни колебалась от 8,31 МДж до 8,80 МДж. Максимальное значение

(8,80 МДж) было у образца клевера лугового Коррифей, что связано с высоким содержанием сахара (130,33 г), содержанием протеина 114,17 г на фоне самого низкого содержания клетчатки с показателем 259,80 г. Наименьшая обменная энергия отмечена у люцерны желтой – 8,32 МДж. На это значение оказало влияние самое низкое содержание протеина (101,22 г) среди бобовых культур и самое большое количество клетчатки – 318,75 г.

Содержание обменной энергии у бобовых трав второго года жизни было в пределах 8,06–9,01 МДж. Как наиболее энергоемкая культура выделился клевер паннонский (9,01 МДж) за счет самого большого из бобовых трав содержания протеина – 111,49 г, высокого содержания сахара – 168,10 г и самого низкого содержания клетчатки – 221,92 г. Самым низким содержанием обменной энергии охарактеризовалась люцерна синяя – 8,06 МДж. На такую энергоёмкость оказало влияние низкое содержание протеина (84,42 г) и высокое содержание клетчатки – 308,80 г.

Черноголовник многобратный в сравнении с многолетними культурами бобового и злакового ботанических семейств проявил себя как наиболее протеиносодержащая культура. Содержание сырого протеина в образце зеленой массы в первый год жизни у черноголовника было 120,91 г. Однако благодаря низкому содержанию сахара (72,55 г) в сравнении с другими многолетними культурами и высокому содержанию клетчатки (308,08 г) обменная энергия у черноголовника многобратного составила 8,68 МДж. Во второй

год жизни черноголовник многобрачный также показал самое высокое среди многолетних культур содержание сырого протеина – 114,49 г. На фоне содержания сахара 119,84 г и клетчатки 277,34 г показатель обменной энергии составил 8,72 МДж.

Интродукция новых малораспространенных кормовых культур в АПК северного региона требует их сравнительного изучения и адаптации к местным почвенно-климатическим и экономическим условиям с целью укрепления кормовой базы животноводства в связи с возрастающими требованиями к качеству кормов собственного производства. Полученные материалы будут использованы для разработки теоретических и практических основ формирования высокопродуктивных агрофитоценозов и расширения ассортимента кормовых культур в арктической зоне Европейского Севера России.

#### Выводы. Рекомендации

Исследования в данном направлении в северном регионе являются частью решения общей проблемы увеличения производства кормов и улучшения их качества, имеют важное значение в настоящее время и ближайшей перспективе. В результате исследований выявлена различная реакция изучаемых культур к условиям произрастания и выделены наиболее адаптивные высокопродуктивные культуры.

Для формирования кормовых агроценозов используются традиционные многолетние злаковые и бобовые кормовые культуры: из злаковых – кострец безостый, овсяница тростниковидная, овсяница луговая, овсяница красная, ежа сборная, тимофеевка луговая, лисохвост луговой, из бобовых – клевера, козлятник восточный, люцерна изменчивая, лядвенец рогатый.

Среди малораспространенных культур в течение 2 лет исследований выделилась овсяница восточная «Придонская» (оригинатор – ГНУ «Воронежский НИИСХ») как самая урожайная многолетняя злаковая культура, обеспечившая в первый год жизни урожайность зеленой массы 51 т/га и сухого вещества 12,1 т/га, и 32 т/га и 6,2 т/га соответственно во второй год жизни. Из многолетних бобовых культур с урожайностью 50 т/га зеленой массы и 6,1 т/га сухого вещества в первый год жизни и 40 т/га зеленой массы и 7,7 т/га сухого вещества выделился клевер луговой «Корифей» (оригинатор – ФГУП «Котласское»).

Райграс многоукосный «Талан» (оригинатор – ФГБНУ «Ставропольский НИИСХ») в первый год жизни охарактеризовался наибольшей обменной энергией – 8,79 МДж. Однако в силу своей слабой зимостойкости перспективно его использовать как однолетнюю кормовую культуру.

В перспективе долголетнего использования среди многолетних злаковых культур выделилась ежа сборная Двина с обменной энергией 8,56 МДж в первый год жизни и 8,73 МДж во второй год жизни. Из многолетних бобовых культур по питательности выделился клевер паннонский, содержащий обменную энергию 8,6 МДж в первый год жизни и 9,01 МДж во второй год жизни. Однако в силу своего долгого развития, а также низких показателей урожайности и выхода сухого вещества, перспективность данной культуры вызывает сомнительность исходя из экономических соображений.

Черноголовник многобрачный «Слава» выделился как наиболее протеиносодержащая культура из многолетних трав, тем не менее, его низкая урожайность и слабая зимостойкость не позволяют выделить его в качестве перспективной кормовой культурой для условий Севера.

#### Литература

1. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика) – М. : Издательский дом «Типография» Россельхозакадемии, 2014. – 135 с.
2. Клименко В. П. Качественные объёмистые корма – основной фактор повышения продуктивного долголетия молочного скота и улучшения среды обитания // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сборник научных трудов. 2014. Вып. 2 (50). С. 79–88.
3. Павлючик Е. Н. [и др.] Экологическая устойчивость и кормовая продуктивность клеверозлаковых травосмесей на основе современных видов и сортов трав // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов. 2015. Вып. 6 (54). С. 149–155.
4. Косолапов В. М. [и др.] Современные приоритеты селекции многолетних злаковых трав // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2013. № 1. С. 19–21.
5. Шагалиев Ф. М., Назыров В. К., Хуснутдинов И. З. Корма из бобово-злаковых травосмесей в рационах дойных коров // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (28). С. 63–67.
6. Гинтов В. В. [и др.] Аспекты повышения эффективности производства молока в Архангельской области. – Архангельск : Солти, 2018. – 82 с.

7. Корелина В. А., Зобнина И. В., Батакова О. Б. Интродукция кормовых культур для расширения видового разнообразия, укрепления кормовой базы животноводства в условиях субарктической зоны Российской Федерации // Эффективное животноводство. 2018. № 4. С. 32–35.
8. Косолапов В. М. [и др.] Основные виды и сорта кормовых культур: итоги научной деятельности Центрального селекционного центра. – М. : Наука, 2015. – 545 с.
9. Кшникаткина А. Н. Укрепление кормовой базы // Фермер. Поволжье. 2015. № 3 (34) – С. 40–43.
10. Безгодов А. В., Беляев А. В., Пономарев А. Б. Новые виды и сорта многолетних злаковых трав на среднем Урале для сенокосного и пастбищного использования // Инновационные технологии в науке и образовании. 2016. №4 (8). С. 199–207.

#### References

1. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S. Forage production in agriculture, ecology and environmental management (theory and practice). – Moscow : Publishing house „Typography“ of the Russian Agricultural Academy, 2014. – 135 p.
2. Klimenko V. P. Qualitative voluminous forages – the main factor of increase of productive longevity of dairy cattle and improvement of habitat // Multipurpose adaptive forage production: environment-forming functions of forage plants and ecosystems: collection of scientific works. 2014. Issue 2 (50). Pp. 79–88.
3. Pavlyuchik E. N. [et al.] Environmental sustainability and forage productivity cleversley mixtures on the basis of modern species and varieties of grasses // Multifunctional adaptive fodder production: collection of scientific works. 2015. Issue 6 (54). Pp. 149–155.
4. Kosolapov V. M. [et al.] Modern priorities of selection of perennial grasses // Bulletin of Russian Agricultural Science. 2013. No. 1. Pp. 19–21.
5. Shagaliyev F. M., Nazirov V. K., Khusnutdinov I. Z. Feed from legume-cereal mixtures in the diets of dairy cows // Bulletin of the Bashkir state agrarian University. 2013. No. 4 (28). Pp. 63–67.
6. Gintov V. V. [et al.] Aspects of increasing the efficiency of milk production in the Arkhangelsk region. – Arkhangelsk : Solti, 2018. – 82 p.
7. Korelina V. A., Zobnina I. V., Batakova O. B. Introduction of forage crops for expansion of species diversity, strengthening of forage base of animal husbandry in the conditions of the subarctic zone of the Russian Federation // Effective animal husbandry. 2018. No. 4. Pp. 32–35.
8. Kosolapov V. M. [et al.] Main types and varieties of forage crops: results of scientific activity of the Central breeding center. – Moscow : Science, 2015. – 545 p.
9. Kshnikatkina A. N. Strengthening of fodder // Farmer. Volga region. 2015. № 3 (34) – Pp. 40–43.
10. Bezgodov A. V., Belyaev A. V., Ponomarev A. B. New species and varieties of perennial grasses in the middle Urals for hay and pasture use // Innovative technologies in science and education. 2016. No. 4 (8). Pp. 199–207.

## ПЕРЕВАРИМОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ КОМБИКОРМА УТЯТАМИ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА

О. Ю. ЕЖОВА, кандидат биологических наук, доцент,  
Ю. Н. БЕЛЯЦКАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Л. Н. БАКАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
Оренбургский государственный аграрный университет  
(460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18),  
Р. Р. ГАДИЕВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Башкирский государственный аграрный университет  
(450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34)

**Ключевые слова:** птицеводство, утята, ферментный препарат, переваримость.

Утки по скороспелости, оплате корма продукцией и многим другим хозяйственно важным качествам занимают одно из ведущих мест в стране в сравнении с другими видами птицы. Мясо уток по биологической ценности превышает биологический показатель говядины на 18–20 %. Утки отличаются высокими воспроизводительными качествами, которые хорошо сочетаются с интенсивным ростом молодняка в раннем возрасте. Живая масса утят с суточного до 6–7-недельного возраста увеличивается в 50–60 раз. В последнее время с целью балансирования рационов по основным питательным веществам и энергии и повышения эффективности их использования на синтез продукции в рационы молодняка уток вводятся различные кормовые добавки. Наибольшую перспективу в этом плане имеет использование ферментных препаратов. В связи с этим нами были отобраны утята кросса «Благоварский» в количестве 1000 голов. Утят разделили на 5 групп. Контрольной группе скармливали полнорационный комбикорм, I опытной группе с 3-суточного возраста скармливали полнорационный комбикорм с добавлением ферментного препарата «Ровабио» из расчета 1 г / 100 кг комбикорма, II опытная группа к полнорационному комбикорму получала добавку ферментного препарата в дозе 3 г / 100 кг комбикорма, III опытной группе вводили добавку ферментного препарата «Ровабио» к комбикорму в расчете 5 г / 100 кг, IV опытной включали добавку ферментного препарата в комбикорм 7 г / 100 кг. Лучшие показатели по коэффициентам переваримости питательных веществ кормов рациона были отмечены у утят III и IV опытных групп.

## DIGESTIBILITY AND UTILIZATION OF NUTRIENTS OF FEED DUCKLINGS WHEN FED WITH ENZYME PREPARATION

O. Yu. EZHOVA, candidate of biological sciences, associate professor,  
Yu. N. BELETSKAYA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
L. N. BAKAYEVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
Orenburg State Agrarian University  
(18 Chelyuskintsev Str., 460014, Orenburg),  
R. R. GADIEV, doctor of agricultural sciences, professor,  
Bashkir State Agrarian University  
(34 50-letiya Oktyabrya Str., 450001, Ufa)

**Keywords:** poultry, ducklings, enzyme preparation, digestibility.

Ducks on precocity, payment of a forage production and many other economically important qualities occupy one of the leading places in the country in comparison with other types of a bird. Duck meat by biological value exceeds the biological index of beef by 18–20 %. Ducks are characterized by high reproductive qualities, which are well combined with the intensive growth of young at an early age. The live weight of ducklings from day to 6–7 weeks of age increased to 50–60 times. In recent years, in order to balance the diets of the main nutrients and energy and improve the efficiency of their use for the synthesis of products in the diets of young ducks introduced various feed additives. The greatest prospect in this regard is the use of enzyme preparations. In this regard, we were selected ducklings cross „Blagovarsky“ in the amount of 1000 heads. Ducklings were divided into 5 groups. The control group was fed complete feed, I experimental group from 3 days of age was fed complete feed with the addition of the enzyme preparation „Rovabio“ at the rate of 1 g / 100 kg of feed, II experimental group to the complete feed received the addition of the enzyme preparation at a dose of 3 g / 100 kg of feed, III experimental group was administered the addition of the enzyme preparation „Rovabio“ to the feed at the rate of 5 g / 100 kg, IV experimental group included the addition of the enzyme preparation in the feed 7 g / 100 kg. The best indicators on the coefficients of digestibility of nutrients of the diet were observed in ducklings III and IV experimental groups.

*Положительная рецензия представлена О. В. Горелик, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Уральского государственного аграрного университета.*

**Введение**

Птицеводство в Российской Федерации является динамично развивающейся отраслью, имеет большие перспективы [1–6]. При этом эффективность отрасли во многом обусловлена организацией полноценного, сбалансированного кормления птицы, что позволяет реализовать ее генетический потенциал [7–11]. В настоящее время в себестоимости продукции утководства большой процент занимает стоимость кормов. Как недостаток, так и избыток кормов приводит к снижению использования питательных веществ, перерасходу кормов, которые, в свою очередь, влияют на обменные процессы организма, приводящие к гибели птицы. В комбикорма для уток включают такие ингредиенты, как кукуруза, ячмень, пшеница, кукуруза и др. В этих ингредиентах в большом количестве (особенно в оболочке) присутствуют некрахмалистые полисахариды и антипитательные вещества, которые снижают продуктивность птицы. С этой целью специалисты птицеводства ищут пути обеспечения птицы полноценным кормлением, повышающим общую и иммунологическую резистентность ее организма, увеличивающим продуктивность, снижающим затраты корма и существенно улучшающим качество получаемой продукции. С целью повышения эффективности использования переваримости и усвояемости комбикормов, приготовленных из указанных ингредиентов, в последние годы используют ферментные препараты как отечественного, так и зарубежного производства.

Изучение переваримости питательных веществ является важным показателем, по которому можно судить о процессах переваривания кормов. Одной из главных проблем в использовании питательных веществ является повышение степени переваримости кормов.

Вид корма, его качество и химический состав оказывают существенное влияние на переваримость питательных веществ и определяют продуктивность животных.

Птица переваривает питательные вещества зерновых кормов несколько лучше, чем жвачные животные. Переваримость питательных веществ зависит от многих факторов: от вида, состава, способов подготовки кормов к скармливанию и т. д.

**Цель и методика исследований**

Целью исследования явилось изучение влияния скармливания ферментного препарата «Ровабио» утятам на переваримость и усвоение питательных вещества корма.

Для исследований были отобраны 1000 суточных утят кросса «Благоварский» аналогичных по живой массе, физиологическому состоянию. До 21-суточного возраста утята содержались в помещении. С 21-суточного возраста и до убоя утята весь день находились на открытой выгульной площадке, а вечером их загоняли на ночь в помещение. Утят разделили на 5 групп. Контрольной группе скармливали полнорационный комбикорм, I опытной группе с 3-суточного возраста скармливали полнорационный комбикорм с добавлением ферментного препарата «Ровабио» из расчета 1 г / 100 кг комбикорма, II опытная группа к полнорационному комбикорму получала добавку ферментного препарата в дозе 3 г / 100 кг комбикорма, III опытной группе вводили добавку ферментного препарата «Ровабио» к комбикорму в расчете 5 г / 100 кг, IV опытной включали добавку ферментного препарата в комбикорм 7 г / 100 кг.

**Результаты исследований**

В наших исследованиях добавление ферментного препарата «Ровабио» в комбикорм утят оказало положительное влияние на переваримость питательных веществ их организмом (табл. 1).

Из таблицы следует, что в опытных группах утят коэффициенты переваримости протеина, жира, клетчатки, БЭВ оказались выше по сравнению с переваримостью питательных веществ в контрольной группе, при статистически достоверной разнице. Так, коэффициент переваримости протеина в I опытной

Таблица 1  
Коэффициенты переваримости питательных веществ (M ± m)  
Table 1  
The coefficients of digestibility of nutrients (M ± m)

Группа Group	Протеин Protein	Жир Fat	Клетчатка Fiber	БЭВ NFE
Контрольная Control	68,8 ± 0,37	74,2 ± 0,7	24,3 ± 0,3	86,4 ± 1,9
I опытная I experienced	70,2 ± 0,17*	76,3 ± 0,67	28,2 ± 0,41*	86,9 ± 1,0
II опытная II experienced	72,3 ± 0,29*	76,9 ± 0,64	30,1 ± 0,4**	88,8 ± 1,6
III опытная III experienced	72,9 ± 0,24**	76,2 ± 0,7	31,3 ± 0,19***	89,0 ± 0,4*
IV опытная IV experienced	73,0 ± 0,34***	76,0 ± 0,58	30,9 ± 0,2***	89,2 ± 0,9*

Примечание: \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.  
Note: \*P < 0,05; \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

Таблица 2  
Использование кальция и фосфора подопытными утятами, % (M ± m)  
Table 2  
Use of calcium and phosphorus in experimental ducklings, % (M ± m)

Группа <i>Group</i>	Кальций <i>Calcium</i>	Фосфор <i>Phosphorus</i>
Контрольная <i>Control</i>	66,9 ± 0,57	64,6 ± 0,47
I опытная <i>I experienced</i>	72,4 ± 0,54**	70,9 ± 0,32**
II опытная <i>II experienced</i>	72,3 ± 0,55**	74,6 ± 0,29***
III опытная <i>III experienced</i>	73,6 ± 0,43***	77,2 ± 0,42***
IV опытная <i>IV experienced</i>	73,0 ± 0,39***	76,3 ± 0,5***

Примечание: \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

Note: \*\*P < 0,01; \*\*\*P < 0,001.

группе оказался выше на 6,4 %, во II опытной группе – на 7,5 %, в III опытной – на 10,2 %, в IV опытной – на 9,6 %, по сравнению с контрольной.

Лучшие показатели по коэффициентам переваримости протеина были получены у утят III и IV опытных групп. Коэффициенты переваримости жира утятами оказались выше, по сравнению с контрольной группой: в I опытной группе – на 2,1 %; во II опытной группе – на 2,7 %, в III опытной – на 2,0 %, в IV опытной – на 1,8 % соответственно.

Лучшие показатели по переваримости жира были получены во II опытной группе утят. Утята опытных групп лучше переваривали клетчатку. Коэффициенты переваримости клетчатки оказались выше, в I опытной группе на 3,9 %, во II – на 5,8 %, в III – на 7,0 %, в IV – на 6,6 %, в сравнении с контрольной. Лучшие показатели по переваримости клетчатки были отмечены в III опытной группе утят.

В опытных группах, утята также лучше переваривали БЭВ, так коэффициент переваримости БЭВ в I опытной группе оказался выше – на 0,5 %, во II – на 2,4 %, в III – на 2,6 %, в IV – на 2,8 % по сравнению с контрольной группой. Лучшие показатели по переваримости БЭВ утятами были отмечены в III и IV опытных группах.

Высокая переваримость питательных веществ рационов наблюдалась у утят III и IV опытных групп, но все-таки III опытная группа несколько превосходила IV группу по переваримости протеина, клетчатки, БЭВ соответственно на 0,6 %, 0,2 %, 0,4 %.

При изучении переваримости питательных веществ комбикормов, немаловажную роль играет изучение минерального обмена.

Ионы кальция необходимы для нормальной деятельности сердца, участвуют в регуляции мышечной и нервной деятельности, повышают защитные функции организма. Усвоение и обмен кальция тесно связаны с обеспеченностью птицы фосфором, который

содержится во всех тканях организма и является непременным компонентом его внутренней среды. Из общего фосфора растений 60–80 % связано с фитином и птицей практически не используется. А неорганический фосфор и фосфор кормов животного происхождения используются птицей хорошо.

Дача ферментного препарата оказала существенное влияние на использование организмом утят кальция и фосфора (табл. 2).

Коэффициенты использования кальция и фосфора оказались лучшими, аналогично коэффициентам переваримости в опытных группах, чем в контрольной.

Так коэффициент использования кальция в I опытной группе утят оказался на 5,5 %, во II опытной – на 5,4 %; в III опытной – на 5,7 %; в IV опытной – на 6,1 % выше по сравнению с контрольными аналогами, при статистически достоверной разнице. Лучшие показатели использования кальция организмом утят наблюдались в III и IV опытных группах, но все же в III опытной группе они были чуть выше.

Коэффициент использования фосфора в I опытной группе оказался выше на 6,3 %, во II опытной – на 10,0 %; в III опытной – на 12,6 %; в IV опытной – на 11,7 % по сравнению с контрольными сверстниками при статистически достоверной разнице. Лучшие показатели по использованию фосфора организмом были выявлены у утят III опытной группы.

#### Выводы. Рекомендации

Добавление ферментного препарата «Ровабио» в комбикорм оказало положительное влияние на переваримость питательных веществ, использование кальция и фосфора организмом опытных утят. Так как они лучше переваривали протеин, клетчатку, БЭВ и лучше использовали организмом кальций и фосфор, оптимальной дозой включения ферментного препарата «Ровабио» в комбикорма утят является 5 г на 100 кг корма.

Литература

1. Косилов В. И. [и др.] Использование пробиотической добавки «Биогумитель 2Г» на эффективность использования питательных веществ кормов рационов // АПК России. 2016. Т. 23. № 5. С. 1016–1021.
2. Ежова О., Косилов В., Вильвер Д., Вильвер М. Эффективность антисептического препарата «Монклавит-1» в инкубации яиц // Ветеринария сельскохозяйственных животных. 2018. № 11. С. 52–56.
3. Бикташев Х. Х., Ежова О. Ю., Корнилова В. А. Влияние цеолита на продуктивность и инкубационные качества яиц уток // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 1 (17). С. 184–186.
4. Бозымов К. К. [и др.] Технология производства продуктов животноводства. Т. 1. – Уралск : Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, 2016. – 482 с.
5. Гадиев Р. Р., Косилов В. И., Папуша А. В. Продуктивные качества двух типов черного африканского страуса // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 122–125.
6. Галина Ч. Р., Гадиев Р. Р., Косилов В. И. Результаты гибридизации в гусеводстве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (73). С. 265–268.
7. Ежова О. Ю., Сенько А. Я. Применение ферментного препарата «Ровабио» в кормлении гусынь // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (64). С. 180–182.
8. Ежова О. Ю., Сенько А. Я., Маслов М. Г. Воспроизводительная способность уток при использовании ферментного препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 93–95.
9. Косилов В. И. [и др.] Влияние сезона вывода на параметры экстерьера и живой массы молодняка черного африканского страуса разных типов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. №3 (41). С. 160–163.
10. Сизова Е. А. [и др.] Сравнительные испытания ультрадисперсного сплава солей Cu и Zn как источников микроэлементов в кормлении цыплят-бройлеров // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 33. № 2. С. 393–403.
11. Хазиев Д. Д. [и др.] Пробиотическая кормовая добавка «Ветаспорин-актив» в составе рациона цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 259–263.

References

1. Kosilov V. I. [et al.] Use of probiotic supplements Biochemical 2G on the efficiency of utilization of nutrients of feed rations // Agrarian and industrial complex of Russia. 2016. Vol. 23. No. 5. Pp. 1016–1021.
2. Ezhova O. [et al.] The effectiveness of the antiseptic drug „Monclova-1“ in egg incubation // Veterinary of agricultural animals. 2018. No. 11. Pp. 52–56.
3. Biktashev H. H., Ezhova O. Yu., Kornilova V. A. Influence of zeolite on productivity and the hatching quality of eggs of ducks // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2008. No. 1 (17). Pp. 184–186.
4. Bozymov K. K. [et al.] Production Technology of livestock products. Vol. 1. – Uralsk : West Kazakhstan agrarian-technical University. Zhangir Khan, 2016. – 482 p.
5. Gadiev R. R., Kosilov V. I., Papusha A. V. Productive qualities of two types of black African ostrich // News of Orenburg state agrarian University. 2015. No. 1 (51). Pp. 122–125.
6. Galina C. R., Gadiev R. R., Kosilov V. I. Results of hybridization in husbandry // Proceedings of the Orenburg state agrarian University. 2018. No. 5 (73). Pp. 265–268.
7. Ezhova O. Yu., Senko A. Ya. Application of the enzyme preparation „Rovabio“ in feeding of geese // News of the Orenburg State Agrarian University. 2017. No. 2 (64). Pp. 180–182.
8. Ezhova O. Yu., Senko A. Ya., Maslov M. G. Reproductive ability of ducks when using enzyme preparation // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 5 (61). Pp. 93–95.
9. Kosilov V. I. Influence of the season of the output to the parameters of the exterior and live weight of calves of the black African ostrich different types // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2013. No. 3 (41). Pp. 160–163.
10. Sizova E. A. [et al.] Comparative tests of ultrafine alloy of Cu and Zn salts as sources of trace elements in feeding broiler chickens // Agricultural biology. 2018. Vol. 33. No. 2. Pp. 393–403.
11. Khaziev D. D. [et al.] Probiotic feed additive „Vetasporin-active“ in the composition of the diet of broiler chickens // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 6 (74). Pp. 259–263.

## ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА ТЕЛОК СИММЕНТАЛЬСКОЙ, ЛИМУЗИНСКОЙ ПОРОД И ИХ ПОМЕСЕЙ РАЗНЫХ ПОКОЛЕНИЙ

В. И. КОСИЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
С. С. ЖАЙМЫШЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,  
С. И. МИРОНЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук,  
Оренбургский государственный аграрный университет  
(460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18),

О. Г. ЛОРЕТЦ, доктор биологических наук, доцент,  
О. А. БЫКОВА, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
Уральский государственный аграрный университет  
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42; e-mail: olbyk75@mail.ru),

Б. С. НУРЖАНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,  
Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН  
(460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, д. 29),

И. Р. ГАЗЕЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, декан факультета пищевых технологий,  
Башкирский государственный аграрный университет  
(450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34)

**Ключевые слова:** мясное скотоводство, симментальская, лимузинская порода, телки, воспроизводительная способность

В мясном скотоводстве последнее время широко используются генетические ресурсы симментальской породы. Это обусловлено высокими продуктивными качествами, долгорослостью симменталов. В то же время скот этого генотипа не в полной мере приспособлен к разведению по технологии мясного скотоводства. Животные отличаются недостаточно высокими материнскими качествами и трудностью отела. В связи с этим наиболее эффективным селекционным приемом является использование симменталов в межпородном скрещивании в качестве материнской основы. Большую популярность в мясном скотоводстве многих стран приобрел скот специализированной мясной породы – лимузинской. Животные отличаются высокими мясными и материнскими качествами, легкостью отелов. В то же время характерной особенностью животных этого генотипа является недостаточно высокая адаптация к условиям резко континентального климата. Перспективным в связи с этим является скрещивание симментальского скота с лимузинами и создание на этой основе помесных маточных стад с целью определения эффективности скрещивания животных этих пород нами было проведено изучение репродуктивных качеств животных исходных пород и их помесей разных поколений. Результаты исследований свидетельствуют о достаточно высоком уровне воспроизводительных способностей помесного молодняка. Вследствие этого помесное маточное поголовье, полученное при скрещивании коров симментальской породы с лимузинами, может эффективно использоваться при формировании помесных, маточных стад.

## REPRODUCTIVE QUALITY HEIFERS SIMMENTAL, AND LIMOUSIN BREEDS AND THEIR HYBRIDS OF DIFFERENT GENERATIONS

V. I. KOSILOV, doctor of agricultural sciences, professor,  
S. S. ZHAIMYSHEVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,  
S. I. MIRONENKO, doctor of agricultural sciences,  
Orenburg State Agrarian University  
(18 Cheluskintsev Str., 460014, Orenburg),

O. G. LORETTIS, doctor of biological sciences, associate professor,  
O. A. BYKOVA, doctor of agricultural sciences, associate professor,  
Ural State Agrarian University  
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg; e-mail: olbyk75@mail.ru),

B. S. NURZHANOV, candidate of agricultural sciences, senior researcher,  
Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of RAS  
(29 9 January Str., 460000, Orenburg),

I. R. GAZEEV, candidate of agricultural sciences, dean of the faculty of food technologies,  
Bashkir State Agrarian University  
(34 50-letiya Oktyabrya Str., 450001, Ufa)

**Keywords:** beef cattle breeding, Simmental, limousine breed, heifers, reproductive ability.

In beef cattle the last time are widely used genetic resources of the Simmental breed. This is due to the high productive qualities, longevity Simmental. At the same time, the cattle of this genotype is not fully adapted to the breeding technology of beef cattle. Animals are not high enough mothering and calving difficulty. In this regard, the most effective breeding technique is the use of Simmental interbreeding as the mother base. Cattle of specialized meat breed – Limousin-became very popular in beef cattle breeding in many countries. Animals are characterized by high meat and maternal qualities easy calving. At the same time, a characteristic feature of the animals of this genotype is not high enough adaptation to the conditions of the sharply continental climate. Promising in this regard is the crossing of Simmental cattle with limousines and the creation on this basis of crossbred breeding herds in order to determine the effectiveness of crossing these breeds of animals, we have studied the reproductive qualities of the initial breeds of animals and their hybrids of different generations. The results of studies indicate a fairly high level of reproductive abilities of young crossbreeds. As a result, the crossbred breeding stock obtained by crossing cows of Simmental breed with limousines can be effectively used in the formation of crossbred, uterine herds.

Положительная рецензия представлена О. В. Горелик, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Уральского государственного аграрного университета.

### Введение

В настоящее время в связи с изменением требований рынка к качеству мясного сырья перспективным является использование в мясном скотоводстве животных симментальской и лимузинской пород. Они характеризуются высокой живой массой и способны в течение продолжительного времени наращивать ее за счет синтеза мышечной ткани при незначительном отложении жира в туши. Эти ценные качества они устойчиво передают потомству как при чистопородном разведении, так и скрещивании [1–8].

При комплектовании маточных стад в мясном скотоводстве помесными животными необходимо учитывать их воспроизводительную способность. Успешное воспроизводство стада является одним из основных факторов эффективности производства продукции мясного скотоводства, так как единственной товарной продукцией в отрасли является теленок. Поэтому основная цель содержания мясных коров – получение телят с высокой живой массой при отъеме с минимальными затратами на их содержание [9–12]. В связи с этим воспроизводительная способность и материнские качества коров в значительной степени определяют эффективность ведения мясного скотоводства. Под материнскими качествами понимают легкость отела, отношение коровы к приплоду и ее молочности.

Условия кормления животного и его полноценность во многом определяют интенсивность роста и развития, формирование его продуктивных качеств, экстерьерные особенности.

Особое внимание следует уделять сбалансированности кормовых рационов по основным видам питательных веществ при выращивании ремонтных телок. Уровень кормления наряду с другими факторами определяет воспроизводительную способность как молодняка, так и взрослых животных. Особую актуальность решение этого вопроса приобретает при интенсивных формах ведения мясного скотоводства.

### Цель и методика исследований

При проведении наших исследований условия кормления всех групп животных были идентичными. Коровы симментальской, лимузинской пород и их помесные сверстницы I поколения содержались зимой на глубокой несменяемой подстилке, летом – на естественных пастбищах. Для оценки формирования воспроизводительной способности телок из новорожденного молодняка были сформированы группы подопытных животных: симментальской (I группа) и лимузинской (II группа) пород и их помесей I поколения (III группа) и II поколения (IV группа).

Новорожденные телки до 6-месячного возраста находились на подсосном содержании вместе с матерями.

В начале мая молодняк вместе с матерями переводился на пастбищное содержание. В пастбищный период выращивания телки, кроме молока матери и пастбищной травы, дополнительной подкормки не получали. Отъем производился в конце пастбищного сезона по достижении возраста 6 месяцев.

В зимний стойловый период телки всех подопытных групп содержались в одном помещении на глубокой несменяемой подстилке с кормлением на выгульно-кормовом дворе, а летом – на пастбище.

Поение животных на пастбище – из естественно-природных водоисточников, в зимний период – из групповой автопоилки типа АГК-4 с электроподогревом.

Рационы кормления телок в зимний период составлялись исходя из потребности животных и планируемого прироста живой массы и состояли из сена сеяных трав, силоса кукурузного, сенажа, концентратов, летом – зеленой массы травы пастбищной, сеяных трав, кукурузы.

Уровень кормления был достаточно высоким и вполне соответствовал потребностям ремонтного молодняка крупного рогатого скота.

### Результаты исследований

Воспроизводительная функция животных тесно связана с деятельностью всего организма и, в свою очередь, оказывает большое влияние на процессы обмена веществ. В результате в организме самок в различные периоды реализации половой функции происходят существенные изменения. В связи с этим для эффективного управления воспроизводством животных как биологическим явлением необходимо знать особенности становления и реализации репродуктивной природно-климатической зоны.

При этом большое значение имеет изучение особенностей полового созревания, эстральной цикличности, эффективности осеменения маток. Существенную роль в разрешении этих вопросов играет определение возрастных сроков случки и живой массы в основные периоды полового созревания. Это позволит выявить особенности роста и становления воспроизводительной функции и в значительной степени повысить при этом эффективность использования телок в процессе воспроизводства.

Полученные нами данные свидетельствуют, что возраст проявления первых половых циклов у телок обусловлен генотипом (табл. 1).

Более ранний возраст проявления первого полового цикла установлен у телок симментальской породы. У телок лимузинской породы начало пубертатного периода отмечено в более позднем возрасте, чем у сверстниц других групп. По сравнению с телками симментальской породы он у них был выше на 30,5 сут., помесями I поколения – на 24,6 сут., помесями II поколения – на 14,8 сут. Различной

Таблица 1  
Возраст маток в различные периоды цикла воспроизводства, сут.

Table 1  
Age of cows in different periods of the reproduction cycle, day

Группа Group	Половое созревание Puberty		Осеменение Insemination		При отеле At calving
	Начало Start	Завершение Completion	Первое First	Плодотворное Productive	
I	242,5 ± 4,26	298,2 ± 4,83	552,6 ± 2,80	570,3 ± 7,92	853,1 ± 7,75
II	273,0 ± 10,67	336,7 ± 10,88	598,8 ± 5,63	624,3 ± 4,28	909,4 ± 4,15
III	248,4 ± 7,21	308,4 ± 7,23	565,4 ± 6,76	579,1 ± 7,88	863,3 ± 7,58
IV	258,2 ± 6,45	316,8 ± 6,41	576,1 ± 8,68	597,3 ± 10,77	880,3 ± 10,70

Таблица 2  
Живая масса тела, нетелей и первотелок в различные периоды цикла воспроизводства, кг

Table 2  
Live weight, cows not calving and calving for the first time in different periods of the reproduction cycle, kg

Группа Group	Половое созревание Puberty		При плодотворном осеменении At productive insemination	Перед отелем Before calving	После отеля After calving	Потери при отеле Losses at the calving	Через 2 месяца после отеля 2 months after calving	Через 4 месяца после отеля 4 months after calving	Среднесуточный прирост, г Average daily gain, g	
	Начало	Заверше- ние							Через 2 месяца после отеля months after calving	Через 4 месяца после отеля 4 months after calving
I	214,7	246,9	397,3	464,2	396,2	68,5	408,4	441,1	203	374
II	236,4	281,8	436,9	492,0	433,3	58,7	453,6	493,5	338	502
III	235,6	278,3	444,0	505,3	439,7	65,6	456,5	492,6	280	441
IV	238,7	279,3	444,9	495,0	432,7	62,3	451,1	488,5	307	465

у телок подопытных групп была и длительность периода полового созревания, во время которого произошло формирование половой цикличности. Наибольшей его продолжительностью характеризовались телки лимузинской породы –  $63,7 \pm 8,12$  сут., минимальный показатель – у симментальских сверстниц –  $55,6 \pm 5,19$  сут. У помесей I поколения продолжительность пубертатного периода составляла  $60,0 \pm 6,44$  сут., у помесей II поколения –  $58,6 \pm 6,28$  сут.

Различия в возрасте проявления первых половых циклов и неодинаковая длительность периода полового созревания обусловили разницу в сроках окончания формирования эстральной цикличности. При этом у телок симментальской породы отмечено наиболее раннее завершение пубертатного периода. Половое созревание у них завершилось раньше, чем у сверстниц лимузинской породы, на  $38,6$  сут., по сравнению с помесями I поколения – на  $10,3$  сут., помесями II поколения – на  $18,7$  сут.

Следовательно, у помесных телок отмечалось промежуточное наследование как возраста начала полового созревания, так и возраста сформировавшейся эстральной цикличности. При этом помеси I поколения приближались по изучаемым признакам к симменталам, а помеси II поколения – к лимузинам.

В связи с неодинаковой интенсивностью прихода в охоту установлены межгрупповые различия и по

возрасту телок при первом осеменении. При этом наименьшим он был у телок симментальской породы и помесей, что обусловлено более дружным приходом их в охоту. Телки лимузинской породы, отличающиеся меньшей стабильности половой цикличности, по возрасту первого осеменения превосходили лимузинских сверстниц на  $46,2$  сут., помесей I поколения – на  $12,8$  сут., помесей II поколения – на  $12,8$  сут., помесей II поколения – на  $23,5$  сут.

Имелись межгрупповые различия и по возрасту плодотворного осеменения, что обусловлено неодинаковым возрастом при первом осеменении и разной продолжительностью периода, за время которого были плодотворно осеменены все животные группы. Максимальной величиной изучаемого показателя характеризовались телки лимузинской породы. Животные симментальской породы уступали им на  $54$  сут., помеси I поколения – на  $45,2$  сут., помеси II поколения – на  $27$  сут.

Относительная позднеспелость и существенно больший возраст плодотворного осеменения телок лимузинской породы обусловили и больший, чем у животных других групп, возраст при отеле. Так, они превосходили симментальских сверстниц по величине изучаемого показателя на  $56,3$  сут., помесей I поколения – на  $46,1$  сут., помесей II поколения – на  $29,1$  сут. Анализ полученных данных свидетельству-

Таблица 3  
Развитие репродуктивных органов телок в возрасте 18 месяцев  
Table 3  
Development of reproductive organs of heifers at the age of 18 months

Показатель <i>Indicator</i>	Группа <i>Group</i>			
	I	II	III	IV
Масса половых органов, кг <i>Mass of genitals, kg</i>	1,85 ± 0,03	1,45 ± 0,05	1,90 ± 0,08	1,75 ± 0,06
Длина влагалища, см <i>The length of the vagina, cm</i>	26,7 ± 0,88	23,3 ± 0,38	27,7 ± 0,88	25,3 ± 0,88
Длина шейки матки, см <i>The length of the cervix, cm</i>	8,5 ± 0,17	7,5 ± 0,25	9,0 ± 0,50	7,8 ± 0,44
Длина тела матки, см <i>The length of the body of the uterus, cm</i>	6,5 ± 0,29	6,0 ± 0,25	6,8 ± 0,40	6,3 ± 0,17
Диаметр тела матки, см <i>The diameter of the body of the uterus, cm</i>	2,1 ± 0,21	1,8 ± 0,15	2,3 ± 0,15	2,0 ± 0,12
Длина рога матки по наружной кривизне, см: <i>The length of the uterine horn on the outer curvature, cm:</i>				
<b>левого</b> <i>left</i>	25,4 ± 0,49	23,0 ± 0,99	26,6 ± 0,80	24,2 ± 1,17
<b>правого</b> <i>right</i>	25,7 ± 0,44	23,2 ± 0,92	27,0 ± 0,76	24,6 ± 1,22
Длина яйцевода, см: <i>Oviduct length, cm:</i>				
<b>левого</b> <i>left</i>	25,5 ± 0,29	23,2 ± 1,20	25,8 ± 1,01	23,5 ± 0,29
<b>правого</b> <i>right</i>	26,0 ± 0,50	23,5 ± 1,32	26,5 ± 0,58	24,0 ± 0,58
Размер яичника, см: <i>Ovary size, cm:</i>				
<b>левого:</b> <i>left:</i>				
большой круг <i>big circle</i>	4,1 ± 0,10	3,5 ± 0,25	4,2 ± 0,21	3,7 ± 0,15
малый круг <i>small circle</i>	3,3 ± 0,17	2,7 ± 0,15	3,5 ± 0,21	3,0 ± 0,25
<b>правого:</b> <i>right:</i>				
большой круг <i>big circle</i>	4,3 ± 0,15	3,6 ± 0,21	4,5 ± 0,29	4,0 ± 0,12
малый круг <i>small circle</i>	3,5 ± 0,15	3,0 ± 0,12	3,6 ± 0,23	3,1 ± 0,21
Количество фолликулов, шт.: <i>Number of follicles, pieces:</i>				
<b>на левом яичнике</b> <i>on the left ovary</i>	17,0 ± 1,00	14,0 ± 2,00	19,0 ± 2,08	16,0 ± 1,53
<b>на правом яичнике</b> <i>on the right ovary</i>	19,0 ± 1,53	16,0 ± 1,00	22,0 ± 2,00	17,0 ± 1,15
Диаметр зрелых фолликулов, см <i>Diameter of mature follicles, cm</i>	1,2 ± 0,06	1,1 ± 0,06	1,3 ± 0,06	1,1 ± 0,06

ет о промежуточном характере наследуемости признаков у помесного молодняка.

Различия в интенсивности роста телок обусловили и неодинаковую живую массу по группам животных в различные периоды становления и реализации репродуктивной функции (табл. 2).

При этом минимальной живой массой во всех случаях характеризовались телки симментальской породы. Так, они уступали сверстницам лимузинской породы по величине изучаемого показателя в начале пубертатного периода на 21,7 кг (10,1 %), помесям I поколения – на 20,9 кг (9,7 %), помесям II поколения – на 24 кг (11,2 %), а при завершении полового созревания соответственно на 34,9 кг (14,1 %), на 31,4 кг (12,7 %) и на 32,4 кг (13,1 %).  
[avu.usaca.ru](http://avu.usaca.ru)

Характерно, что как при проявлении первой охоты, так и при завершении полового созревания существенных различий по живой массе между чистопородными лимузинскими телками и помесными животными не установлено.

При плодотворном осеменении помеси I и II поколения имели практически одинаковый уровень живой массы, тогда как сверстницы лимузинской породы уступали им по величине изучаемого показателя на 7,1–8,0 кг (1,6–1,8 %).

Перед отелом у чистопородных нетелей лимузинской породы и помесей II поколения отмечался практически одинаковый уровень живой массы, тогда как у помесей I поколения он больше на 10,3–41,1 кг относительно животных других групп (2,1–2,6 %). От-

Таблица 4  
Результаты осеменения подопытных телок  
Table 4  
Results of insemination of experimental heifers

Группа <i>Group</i>	Количество, животных <i>Number of animals</i>	Оплодотворяемость, % <i>Fertility, %</i>		Индекс оплодотворения <i>Fertilization index</i>	Длительность плодотворения, сут. <i>Duration of fructification, days</i>
		Всего <i>Total</i>	В т. ч. от первого осеменения <i>Including from the first insemination</i>		
I	12	100	50,0	1,83	282,8 ± 1,03
II	12	100	33,3	2,25	285,1 ± 1,04
III	12	100	58,3	1,67	284,2 ± 1,03
IV	12	100	41,7	2,00	283,0 ± 0,81

меченные межгрупповые различия по живой массе обусловлены неодинаковой скорости роста плода. После отела вследствие неодинаковых потерь уровень живой массы у первотелок лимузинской породы и помесных сверстниц был практически одинаков. Установившийся ранг распределения по живой массе первотелок отмечался и через 2 месяца после отела. Через 4 месяца помеси II поколения несколько уступали сверстницам II и III групп по живой массе, хотя разница была статистически недостоверной. Животные симментальской породы во всех случаях характеризовались минимальной величиной живой массы.

Следовательно, при выращивании в одинаковых условиях возраст самок в различные периоды цикла воспроизводства, характеризующий степень половой зрелости, длительности периода осеменения и в конечном итоге определяющий возраст непродуктивного периода жизни животного, имеет определенные межгрупповые различия. Установлены также генетически обусловленные различия в соматическом развитии самок разных групп. Предпочтительным по комплексу признаков является помесный молодняк.

Реализация репродуктивной функции ремонтными телками возможна лишь при нормальном развитии воспроизводительных органов.

В связи с этим определение морфометрических показателей отделов репродуктивной системы половозрелых телок имеет большое значение для эффективного ведения отрасли мясного скотоводства, так как лишь при хорошем знании особенностей ее строения и функционирования можно добиться максимальной реализации воспроизводительной способности маточного поголовья.

Полученные нами данные свидетельствуют об определенных межгрупповых различиях развития отделов продуктивной системы (табл. 3).

При этом во всех случаях минимальными показателями отличались телки лимузинской породы, максимальный уровень развития воспроизводительных органов был характерен для помесей I поколения. Достаточно наглядно это видно при анализе количества фолликулов у телок подопытных групп. Так, помеси I поколения превосходили симментальских

сверстниц по количеству фолликулов на левом яичнике на 2 шт. (11,8 %), на правом – на 3 шт. (16,7 %), лимузинских аналогов соответственно на 5 шт. (35,7) и 6 шт. (37,5), помесей II поколения – на 3 шт. (18,7 %) и 5 шт. (29,4 %).

Характерной особенностью, установленной у телок всех групп, было лучшее развитие левой части всех отделов репродуктивной системы. Это, по видимому, генетическая особенность самок крупного рогатого скота.

Следовательно, вследствие нормальной инкреторной деятельности гипоталамо-гипофизарной системы телок период проявления и становления репродуктивной функции у них формируется нормально развитые воспроизводительные органы. Различия в морфометрических показателях отделов репродуктивной системы генетически детерминированы.

Важнейшим показателем репродуктивной способности организма телок в период физиологической зрелости является способность к оплодотворению. Анализ полученных данных свидетельствует о достаточно высоком уровне оплодотворяемости животных всех подопытных групп (табл. 4).

Большое хозяйственное значение в мясном скотоводстве имеет оплодотворяемость в одну стадию возбуждения, что в последующем позволяет получать туровые сезонные отелы, наиболее эффективные с экономической и технологической точек зрения.

Самой высокой оплодотворяемостью от первого осеменения характеризовались помеси I поколения. В этой группе перегуляло 41,7 % телок. В связи с этим индекс оплодотворения у них был наименьшим. Число перегулявших телок других групп было существенно выше. Оплодотворяемость от первого осеменения у телок симментальской породы ниже, чем у помесей I поколения, на 8,3 %, у лимузинских телок – на 25 %, помесей II поколения – на 16,6 %. Следовательно, предпочтительными по результатам первого осеменения оказались помесные телки I поколения.

Наблюдения за подопытными животными не выявили каких-либо патологий у нетелей в течение беременности.

Установлены различия в длительности плодородия самок разных генотипов. Минимальным периодом стельности характеризовались телки симментальской породы, у них же был наименьший размах колебаний признака. Чистопородные лимузины и помеси I поколения отличались наибольшей длительностью плодородия и максимальным ее лимитом, в то же время различия были несущественны и находились в пределах 1,4–2,3 сут.

Отелы протекали легко, родовспоможение было оказано лишь двум первотелкам симментальской породы. У всех животных после отела достаточно активно проявлялся материнский инстинкт.

При этом до 16,7 % первотелок симментальской породы подпускали к сосанию молока других телят.

Первотелки лимузинской породы и помесные коровы I поколения были более пугливы и агрессивны. Они настороженно относились к окружающим, оберегали свой приплод и не подпускали к сосанию молока чужих телят. Симментальские первотелки отличались более спокойным нравом.

#### Выводы. Рекомендации

Результаты проведенных исследований свидетельствует, что первотелки симментальской, лимузинской пород отличались высокой воспроизводительной способностью и материнскими качествами, вследствие чего они могут эффективно использоваться в мясном скотоводстве.

#### Литература

1. Гизатова Н. В. [и др.] Эффективность использования питательных веществ рациона телками казахской белоголовой породы при скормливании им пробиотической добавки «Биодарин» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 104–106.
2. Литовченко В. Г., Жаймышева С. С., Косилов В. И. Влияние пробиотической кормовой добавки «Биодарин» на рост и развитие телок симментальской породы // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.
3. Заднепрянский И. П. [и др.] Особенности роста и развития бычков мясных, комбинированных пород и их помесей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 105–107.
4. Косилов В. И., Нуржанова С. С. Интерьерные особенности бычков симментальской, лимузинской пород и их помесей при нагуле и заключительном откорме // Состояние и перспективы увеличения производства продукции животноводства и птицеводства: материалы международной научно-практической конференции. 2003. С. 82–84.
5. Косилов В. И., Жаймышева С. С., Галиева З. А. Весовой рост телок симментальской, казахской белоголовой пород и их помесей I поколения // Состояние и перспективы увеличения производства высококачественной продукции сельского хозяйства: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 164–168.
6. Жаймышева С. С. [и др.] Влияние пробиотической кормовой добавки «Биодарин» на продуктивность телок симментальской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 138–140.
7. Бозымов К. К. [и др.] Технология производства продуктов животноводства. Т. 1. – Уралск : Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 2016. – 530 с.
8. Косилов В. И. [и др.] Клинические и гематологические показатели черно-пестрого скота разных генотипов и яков в горных условиях Таджикистана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 112–115.
9. Литовченко В. Г. [и др.] Влияние пробиотической кормовой добавки «Биодарин» на рост и развитие телок симментальской породы // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391–396.
10. Вильвер Д. С. [и др.] Инновационные технологии в скотоводстве. – Челябинск, 2017. – 120 с.
11. Косилов В. И. [и др.] Потребление и использование питательных веществ рационов бычками симментальской породы при включении в рацион пробиотической добавки «Биогумитель 2 Г» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 204–206.

#### References

1. Gizatov N. V. [et al.] The efficiency of use of nutrients of the diet of heifers of Kazakh white breed when feeding them probiotic supplements „Biodarin“ // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2016. No. 2 (58). Pp. 104–106.
2. Litovchenko V. G., Zhaimysheva S. S. Kosilov V. I. Influence of probiotic feed additive „Biodarin“ on the growth and development of heifers of Simmental breed // Agrarian and industrial complex of Russia. 2017. Vol. 24. No. 2. Pp. 391–396.
3. Zadnepryansky I. P. [et al.] Characteristics of growth and development of calves meat, combined breeds and their hybrids // News of the Orenburg State Agrarian University. 2012. No. 6 (38). Pp. 105–107.

5. Kosilov V. I., Nurzhanova S. S. Interior features of bull-calves Simmental and Limousin breeds and their crosses in the feeding and fattening of the final // Status and prospects of increasing production of livestock products and poultry: proceedings of the international scientific-practical conference. 2003. Pp. 82–84.
  6. Kosilov V. I., Zhaimysheva S. S., Galieva Z. A. Weight growth of heifers of Simmental, Kazakh white-headed breeds and their hybrids of the I generation // The state and prospects of increasing the production of high-quality agricultural products: materials of the VI all-Russian scientific and practical conference with international participation. 2016. Pp. 164–168.
  7. Zhaimysheva S. S. [et al.] The influence of probiotic feed additive „Biodarin“ on the productivity of heifers of Simmental breed // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2017. No. 3 (65). Pp. 138–140.
  8. Bozymov K. K. [et al.] Technology of livestock products production. Vol. 1. – Uralsk : West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan, 2016. – 530 p.
  9. Kosilov V. I. [et al.] Clinical and hematological parameters of black-and-white cattle of different genotypes and yaks in mountainous conditions of Tajikistan // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2015. № 1 (51). Pp. 112–115.
  10. Litovchenko V. G. [et al.] the Influence of probiotic feed additive „Biodarin“ on the growth and development of heifers of Simmental breed // Agrarian and industrial complex of Russia. 2017. Vol. 24. No. 2. Pp. 391–396.
  11. Wilver D. S. [et al.] Innovative technologies in cattle breeding. – Chelyabinsk, 2017. – 120 p.
- Kosilov, V. I. [etc.] Consumption and use of nutrients of the diets of bulls of Simmental breed when included in the diet probiotic supplements „Biochemical 2 G“ // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2017. No. 1 (63). Pp. 204–206.

## ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПОЛЫНИ КОЛЛЕКЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Л. А. ЛОГВИНЕНКО, научный сотрудник,

О. М. ШЕВЧУК, доктор биологических наук, заведующая лабораторией,

Е. Н. КРАВЧЕНКО, инженер,

Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН  
(298648, Республика Крым, Ялта; пгт Никита, e-mail: nbs\_plant@mail.ru, oksana\_shevchuk1970@mail.ru)

**Ключевые слова:** *Artemisia abrotanum* L., *A. argyi* H.Lév. & Vaniot, *A. feddei* H. Lév. & Vaniot, *A. campestris* L., интродукция, надземная масса, эфирное масло, массовая доля, компонентный состав.

В статье представлены данные интродукционного изучения четырех новых для коллекции ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада видов *Artemisia abrotanum* L., *A. argyi* H. Lév. & Vaniot, *A. feddei* H. Lév. & Vaniot, *A. campestris* L., широко используемых в народной медицине. Показано, что в условиях интродукции на Южном берегу Крыма данные виды сохраняют свою жизненную форму, проходят полный цикл развития, формируя семена, относятся к группе длительно вегетирующих растений весенне-летне-осеннезеленого феноритмотипа с средне-позднелетним ритмом цветения. Согласно органолептической и дегустационной оценке, сырье данных видов не содержит горечи, что указывает на возможность его использования в пищевой промышленности. Листья и соцветия всех видов содержат эфирное масло, легко извлекаемое методом гидродистилляции по Гинзбергу, содержание которого колеблется от 0,28 % (*A. campestris*) до 0,9 % (*A. feddei*) от сухой массы, что позволяет характеризовать данные виды как источники эфиромасличного сырья. В биохимическом составе эфирного масла *Artemisia abrotanum*, *A. argyi* и *A. feddei* преобладают моноциклические и бициклические монотерпены (1,8-цинеол, камфора, артемизия-спирт и др.) и практически отсутствуют кетоны, в частности  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйоны, наличие которых в эфирном масле требует крайне осторожного использования сырья в лекарственных сборах и экстрактах. Результаты исследований могут служить экспериментальным обоснованием для определения направления использования сырья данных видов.

## INTRODUCTION STUDY OF SOME SPECIES OF THE HOLITONE OF THE COLLECTION OF AROMATIC AND MEDICINAL PLANTS OF THE NIKITA BOTANICAL GARDENS

L. A. LOGVINENKO, scientific researcher,

O. M. SHEVCHUK, doctor of biological sciences, head of laboratory,

E. N. KRAVCHENKO, researcher,

The Labor Red Banner Order Nikita Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS

(298648, Crimea, Yalta, urban settlement Nikita; e-mail: nbs\_plant@mail.ru, oksana\_shevchuk1970@mail.ru)

**Keywords:** *Artemisia abrotanum* L., *A. argyi* H.Lév. & Vaniot, *A. feddei* H.Lév. & Vaniot, *A. campestris* L., introduction, above-ground mass, essential oil, mass fraction, component composition.

The article presents the data of a long-term introduction study of the four species new for the collection of aromatic and medicinal plants of the Nikita Botanical Gardens: *Artemisia abrotanum* L., *A. argyi* H. Lév. & Vaniot, *A. feddei* H. Lév. & Vaniot, *A. campestris* L., widely used in traditional medicine. It is shown that under the conditions of introduction on the Southern coast of Crimea, these species retain their life form, undergo a full cycle of development, forming seeds, belong to the group of long-vegetative plants of spring-summer-autumn-green phenoritotype with a mid-late summer flowering rhythm. According to the organoleptic and tasting evaluation, the raw materials of these species do not contain bitterness, which indicates the possibility of its use in the food industry. Leaves and inflorescences of all species contain easily extracted Ginsberg hydrodistillation essential oil, the content of which varies from 0.28 % (*A. campestris*) to 0.9 % (*A. feddei*) on dry weight, which allows characterizing these species as sources of essential oil raw materials. The biochemical composition of the essential oil *Artemisia abrotanum*, *A. argyi* and *A. feddei* is dominated by monocyclic and bicyclic monoterpenes (1,8-cyneole, camphor, artemisia-alcohol, etc.) and the almost complete absence of ketones, in particular  $\alpha$ - and  $\beta$ -thuiol, whose presence in the essential oil requires the extremely careful use of raw materials in medicinal collections and extracts. The research results can serve as an experimental justification for determining the direction of use of raw materials of these species.

Положительная рецензия представлена Л. А. Салангиной, доктором биологических наук, заместителем директора по науке и внедрению Научно-производственной системы «Элита-комплекс»,

### Введение

Обширный гетерозисный род *Artemisia L.* является одним из самых сложных в семействе *Asteraceae Dumort* [1]. Полыни широко распространены в степных, пустынных, высокогорных, а также лесных и арктических районах. Виды рода принадлежат к различным экологическим и биоморфологическим группам, часто проявляют высокую степень ксерофитности. Засухоустойчивость и неприхотливость к почвенному плодородию дает возможность привлекать в природно-климатические условия Южного берега Крыма (ЮБК) многообразие видов, сосредоточив основное внимание на изучении потенциала наиболее перспективных видов полыни, дающих ценные источники биологически активных веществ. Исследования показывают, что в наземной массе многих представителей данного родового комплекса обнаружен богатый состав фармакологически активных компонентов, таких как эфирные масла, сесквитерпеновые лактоны, флавоноиды, дубильные вещества, кумарины, гликозиды, сапонины, алкалоиды [1, 6]. Эфирные масла полыней обладают антибактериальными, противовирусными, противовоспалительными, нематоцидными и фунгицидными свойствами и используются при заживлении ран, а также при лечении гнойных поражений кожи [3].

В Никитском ботаническом саду интродукционная работа по активному привлечению разных видов полыни началась еще с 1970 г. Нетребовательные к почвенному плодородию, засухоустойчивые полыни представляли интерес как источники эфирного масла.

Многолетний опыт ученых НБС по привлечению и изучению 48 видов *Artemisia L.* показал, что биологические и хозяйственно-ценные признаки нередко могут быть разные как у отдельного вида, так и отдельного растения полыни, имеющих эфиромасличное и лекарственное направление использования [10], что полностью согласуется с утверждением И. М. Крашенинникова (1946) о том, что именно полыни в своем историческом развитии дают особенно многочисленные примеры видообразовательных процессов, повлекших создание весьма разнообразных морфологически и хорошо приспособленных биологических форм [2]. Часто встречаются растения, которые по морфологическим признакам практически идентичны, но могут существенно различаться по биохимическому составу сырья [11]. В условиях культуры изучались виды из природной флоры Крыма, такие как полынь крымская, однолетняя, горькая. Получившие высокую оценку по органолептическим свойствам сырья, они были рекомендованы для введения в культуру [10]. Нашими исследованиями было установлено, что наземная масса полыней может служить источником эфирного масла с ценными компонентами: гераниол, линалоол и цитраль (*Artemisia santonica L.*), азулен (*A. absinthium L.*), эвгенол, капиллен (*Artemisia scoparia Waldst. & Kitam.*), туйон (*Artemisia taurica Willd.*), камфора, артемизиякетон (*A. annua L.*), содержание которых может достигать 80 % [8–10].

Методы целенаправленного отбора на фоне широкой межвидовой и внутривидовой изменчивости в роде *Artemisia*, позволили получить первые в России высокопродуктивные сорта полыней, два из которых запатентованы: «Эвксин» и «Алупка» [10]. В настоящее время они включены в реестр сортов России, разрешенных для распространения на территории Крыма. Сырье и эфирное масло данных сортов представляет интерес как в парфюмерно-косметической, так и в фармацевтической отраслях промышленности.

В НБС, основываясь на хорошо отработанных методах интродукционно-селекционной работы, в настоящее время продолжается изучение новых высокопродуктивных видов растений на малоплодородных засоленных и карбонатных почвах, могущих быть источниками сырья и эфирного масла. В связи с этим привлечение новых видов полыни представляет несомненный интерес, так как позволяет не только изучить, но и оценить в условиях (ЮБК) потенциал каждого вида как по его продуктивности, так и по качеству сырья.

В НБС, основываясь на хорошо отработанных методах интродукционно-селекционной работы, в настоящее время продолжается изучение новых высокопродуктивных видов растений на малоплодородных засоленных и карбонатных почвах, могущих быть источниками сырья и эфирного масла. В связи с этим привлечение новых видов полыни представляет несомненный интерес, так как позволяет не только изучить, но и оценить в условиях (ЮБК) потенциал каждого вида как по его продуктивности, так и по качеству сырья.

### Цель и методика исследований

Цель исследования – изучить биологические и биохимические показатели новых для коллекции НБС видов полыни: *Artemisia abrotanum L.*, *A. argyi Leveil.* & *Vaniot*, *A. feddei H. Lev & Vaniot*, *A. campestris L.*

Интродукционное изучение проводили в 2008–2018 гг., семена изучаемых видов получены по делектусному обмену между ботаническими учреждениями. Особенности развития, биоморфологические показатели растений изучали согласно методикам, принятым в отделе новых ароматических и лекарственных растений НБС [4]. Феноритмотип и ритм цветения растений определяли в соответствии с классификацией И. Г. Серебрякова [15]. Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга [12]. Компонентный состав эфирного масла исследовали методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Agilent Technology 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N [16].

Южный берег Крыма, где расположен Никитский ботанический сад, находится в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа [13]. Почвы на коллекционном участке ароматических и лекарственных растений – агрокоричневые, среднегумусированные, мощные, карбонатные, легкоглинистые [14].

### Результаты исследований

*Artemisia argyi* (полынь Арги, серебристая, или китайская, полынь) – многолетнее травянистое рас-

тение, субмезофит. В природе данный вид распространен в Японии, Китае, на Дальнем Востоке.

За вегетационный период в условиях интродукции на ЮБК формирует многочисленные вертикальные генеративные побеги, высотой 100–105 см. Листья нижние и средние черешковые, дважды или трижды перисто-рассеченные, серо-зеленой окраски, опушенные с белыми пятнами. Мелкие овальные многочисленные корзинки длиной 2,5–3,5 мм собраны в метельчатое соцветие компактной формы длиной 18–23 см. Отрастание начинается в первой декаде апреля, активный рост вегетативной массы наблюдается с середины апреля и продолжается до 15–20 июня (фаза бутонизации). Затем этот процесс сильно замедляется и к 22–25 июля прекращается (фаза массового цветения). Характеризуется обильным плодоношением. В листьях и соцветиях содержится эфирное масло, максимальное количество которого определено в фазу начало цветения и составило 0,3 % от сырой и 0,83 % от сухой массы. Масло представляет собой легко подвижную прозрачную жидкость желтоватого цвета. Вкуспряно-жгучий, запах хвойно-полынный. Основную долю (83,32 % от общего количества компонентов) компонентов эфирного масла составляют монотерпеновые спирты. Среди них 45,24 % – артемизия-спирт, 13,08 % – ймоги-спирт и 25 % – цис-хризантенол, а также 2,88 % – 1,8-цинеола. Содержание  $\beta$ -туйона – 0,46 %.

Надземная масса полыни Арги широко используется в народной медицине и обладает антисептическим и противовоспалительным действием. Используется для лечения нарушений мочеполовой системы, вызванных вирусами, бактериями и грибами. В китайской медицине препараты из листьев назначают при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, используют при лечении проказы. Эфирное масло оказывает тонизирующее и кардиостимулирующее действие на сердечно-сосудистую систему, повышая выносливость организма в условиях стресса [6].

*Artemisia abrotanum* (полынь лечебная) в природе произрастает на территории Малой Азии и Восточного Средиземноморья; в России встречается в европейской части, на Северном Кавказе, отмечена на юге Западной Сибири и на Алтае. В условиях ЮБК – это полукустарник высотой 1–1,2 м с довольно толстым, деревянистым корнем. Стебли прямые, внизу деревянистые в средней и верхней части ветвистые. Стеблевые листья длиной 4–6 см и шириной 3–4 см, дважды или трижды перисто-рассеченные. Соцветия – корзинки шаровидные, поникающие, сближенные в кистях на боковых веточках длинного, узкого и густого метельчатого соцветия. Количество цветков в корзинке – 6–8 шт. Плод – семянка до 1,2 мм длиной, яйцевидно-продолговатой формы, бороздчатая, на верхушке с округлой площадкой. Семена мелкие,

темно-коричневые, овальной формы. Вес 1000 семян 0,21–0,22 г. Вегетационный период 190–200 дней. Массовое цветение наступает во второй декаде июля и длится до конца августа, созревание семян – начало октября. Размножается семенами и вегетативно-одревесневшими черенками, приживаемость которых составляет 90 %. В период массового цветения листья и соцветия полыни лечебной накапливают максимальное количество (0,7–0,75 % на сухую массу) эфирного масла бледно-желтого цвета с содержанием основного компонента 1,8-цинеола более 50 %. Туйонов нет. Эфирное масло имеет освежающий древесно-фруктовый аромат.

Как ценное лекарственное растение полынь лечебная использовалась древними греками, арабами и китайцами при заболевании печени и желчного пузыря, а так же проблемах, связанных с нарушением солевого обмена. Содержит целый набор биологически активных веществ: эфирные масла, которые обладают сильным антимикробным и фунгистатическим действием, флавоноиды, кумарины и др. Во многих странах Западной Европы является официальным лекарственным растением. Молодые листья используют в свежем виде как пряность [6].

*Artemisia feddei* (*Artemisia lavandulifolia* DC.) – полынь Федде. В естественных условиях распространена в Северо-Восточном Китае, Корее, на территории России – на Дальнем Востоке. Это многолетнее, травянистое растение, ксеромезофит. В условиях ЮБК высота растений составляет 200–220 см. Стебель прямой, угловато-бороздчатый, коротко опушенный, в верхней части коротко-прижатого-ветвистый. Листья сверху голые, снизу серовато-войлочные, нижние – рано опадающие, стеблевые – перисто-рассеченные 5–8 см длины. Верхние листья более мелкие – сидячие. Корзинки многочисленные, почти сидячие, вверх направленные, собранные в густом узкопирамидальном, метельчатом соцветии. Плод – семянка, сжатая с боков. Характеризуется обильным плодоношением.

Весеннее отрастание у данного вида позднее (конец апреля). Активный рост вегетативной массы начинается в конце мая и продолжается до начала июля. Среднесуточный прирост надземной массы в этот период составляет 2,85 см. По ритму цветения относится к средне-позднецветной группе. В условиях интродукции характеризуется длительным генеративным периодом, который продолжается с конца июля и до конца октября, составляя 105–110 дней. В фазу бутонизации растения вступают 15–21 июля и только в сентябре наблюдается конец цветения, в октябре созревают семена.

Надземная масса содержит эфирное масло, представляющее собой легко подвижную прозрачную светло-желтую жидкость. Максимальное количество

его в растении содержится в фазе бутонизации – начала цветения (0,88–0,9 % от сухой массы). Содержание основных компонентов – 1,8-цинеола и камфоры – в ЮБК может достигать 60 % [7]. Туйонов нет. По результатам органолептической оценки эфирное масло имеет мятно-камфорное направление запаха.

Надземная масса полыни Федде усиливает синтез интерферона, эфирное масло обладает высокой антимикробной активностью в отношении 15 родов анаэробных бактерий полости рта [6].

*Artemisia campestris* (полынь полевая) в природных условиях произрастает в средней и южной полосе европейской части России, а также в Средней Азии, Западной Сибири и на Кавказе, на полянах и опушках лесов, в степях, сухих лугах, песчаных пустошах и на обочинах дорог. В условиях ЮБК ксерофит – это многолетний кустарничек, за вегетационный период достигающий высоты до 70 см. В возрасте 5 лет формирует 11–15 цветоносных ребристых побегов красно-бурого цвета. Листья стеблевые у основания побега дважды или трижды перисто-рассеченные. Верхние стеблевые листья менее рассеченные, прицветные листочки простые, почти линейные. Многочисленные корзинки округлой формы, скученные на веточках образуют узкометельчатое соцветие длиной 35–40 см. Многолетние экземпляры вступают в фазу бутонизации в первой декаде июня. Фаза массового цветения – 17–20 июля. Цветение продолжается 28–35 дней. Семена созревают в конце сентября.

В надземной массе содержится эфирное масло, массовая доля которого в период цветения составляет 0,15 % от сырой и 0,28 % от сухой массы. В период отгонки дистилляционное эфирное масло прозрачное, бесцветное, легкоподвижное, при комнатной температуре быстро кристаллизуется в плотную неподвижную и непрозрачную массу с ярко выраженным запахом камфары.

Настой и отвар из травы обладают значительной антибактериальной и противогрибковой активностью, что является основанием для разработки эффективных лечебных препаратов [4]. Используется в свежем виде в качестве пряности. В народной медицине особую ценность получили листья и семена, содержащие эфирные масла, фенолкарбоновые кислоты и их производные, а так же каучук.

Все исследуемые растения зимостойкие, засухоустойчивы и неприхотливы к почвенно-климатическим условиям.

Исследования макро- и микроэлементного профиля сырья *Artemisia abrotanum* и *A. feddei*, выращиваемых в условиях ЮБК, свидетельствует, что молодые листья данных культур характеризуются богатым минеральным составом, интенсивностью накопления К, Са, Mg, Mn, Мо, и низким уровнем содержания тяжелых металлов [17], что указывает на перспективность их использования в качестве пряности.

#### Выводы. Рекомендации

Многолетнее изучение особенностей развития четырех новых для коллекции ароматических и лекарственных растений НБС-ННЦ видов рода *Artemisia* (*Artemisia argyi*, *A. abrotanum*, *A. feddei*, *A. campestris*) показало, что в условиях интродукции на ЮБК данные виды сохраняют свою жизненную форму и проходят полный цикл развития, формируя семена. Для них характерен весенне-летне-осеннезеленый феноритмотип; по характеру фенологического развития в годичном цикле они относятся к длительно вегетирующей группе с средне-позднелетним ритмом цветения. Проведенная органолептическая и дегустационная оценка сырья показала, что надземная масса изучаемых видов не содержит горечи, что свидетельствует о возможности использования сырья данных видов в пищевой промышленности. Листья и соцветия всех видов содержат ЭМ (от 0,28 до 0,9 % от сухой массы), легко извлекаемое методом гидродистилляции по Гинзбергу что позволяет характеризовать данные виды как источники эфиромасличного сырья. По биохимическому составу эфирное масло *Artemisia abrotanum*, *A. argyi*, *A. feddei* характеризуются преобладанием моноциклических и бициклических монотерпенов (1,8-цинеол, камфора, артемизия-спирт) и отсутствием кетонов, в частности  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйонов, наличие которых в эфирном масле требует крайне осторожного использования сырья в лекарственных сборах и экстрактах.

Полученные данные имеют не только теоретическую, но и практическую значимость. Результаты исследований могут служить экспериментальным обоснованием для определения направления использования сырья данных видов, до настоящего времени широко используемого только в народной медицине.

#### Литература

1. Аббасов Р. М. Биохимическое изучение полыней Азербайджана. – Баку, 1965. – 28 с.
2. Бойко А. В. Экологические и биоморфологические особенности видов рода *Artemisia* L., произрастающих в Украине // Промышленная ботаника. 2002. Вып. 2. С. 197–203.
3. Дутова С. В. Фармакологические и фармацевтические аспекты иммунотропного действия извлечений из сырья эфиромасличных растений: автореф. дисс. ... д-ра фарм. наук. – Волгоград, 2016. – 42 с.
4. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений. Методологические и методические аспекты / Исигов В. П. [и др.]. – Ялта : НБС–ННЦ, 2009. – 110 с.
5. Кочкин А. А. Изучение онтогенетических состояний полыни равнинной // Вестник ВГУ. Серия химия, биология. 2001. № 2. С. 121–123.

6. Логвиненко И. Е., Исиков В. П., Логвиненко Л. А. Лекарственные растения коллекции Никитского ботанического сада. – Симферополь : ИТ «Ариал», 2017. – 72 с.
7. Логвиненко Л. А., Шевчук О. М. Биологические и биохимические особенности *Artemisia feddei* H. Lev. & Vaniot в условиях интродукции на Южный берег Крыма // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию ВИЛАР. 2016. С. 106–110.
8. Логвиненко Л. А., Шевчук О. М. Особенности развития и компонентного состава эфирного масла *Artemisia annua* L. в условиях Южного берега Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2017. Вып. 5 (68). С. 96–102.
9. Логвиненко Л. А., Шевчук О. М. Итоги интродукции и перспективы использования *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. на Южном берегу Крыма // Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV международной научной конференции. 2018. С. 504–509.
10. Логвиненко И. Е., Машанов В. И. Перспективные для введения в культуру виды полыни // Труды ГНБС. 1987. Т. 103. С. 48–58.
11. Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А. Итоги интродукционно-селекционных работ перспективных видов и сортов рода *Artemisia* L. // Труды Никитского ботанического сада. 2011. Т. 133. С. 115–132.
12. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А. И. [и др.]. – М. ; Л., 1962. – 520 с.
13. Плугатарь Ю. В., Корсакова С. П., Ильницкий О. А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь : ИТ «Ариал», 2015. – 164 с.
14. Почвы Никитского ботанического сада и мероприятия по их рациональному использованию. – Ялта, 1963. – 83 с.
15. Серебряков И. Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. 1964. Т. 3. С. 146–205.
16. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. – Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. – 472 p.
17. Шевчук О. [и др.] Накопление макро- и микроэлементов видами рода *Artemisia* в условиях Южного берега Крым // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты): материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2018. – С. 84–85.

#### References

1. Abbasov R. M. Biochemical study of Azerbaijanis polynyas – Baku, 1965. – 28 p.
2. Boyko A. V. Ecological and biomorphological features of species of the genus *Artemisia* L. growing in Ukraine // Industrial botany. 2002. Issue 2. Pp. 197–203.
3. Dutova S. V. Pharmacological and pharmaceutical aspects of immunotropic action of extracts from raw materials of essential oil plants: abstract of dissetrtation ... doctor of pharmaceutical sciences. – Volgograd, 2016. – 42 p.
4. Introduction and selection of aromatic and medicinal plants. Methodological and methodical aspects / Isikov V. P. [et al.]. – Yalta : NBS–NSC, 2009. – 110 p.
5. Kochkin A. A. Study of ontogenetic States of the plain wormwood // Bulletin of Voronezh State University. Series chemistry, biology. 2001. No. 2. Pp. 121–123.
6. Logvinenko I. E., Isikov V. P., Logvinenko L. A. Medicinal plants of the Nikitsky Botanical garden collection. – Simferopol : Arial, 2017. – 72 p.
7. Logvinenko L. A., Shevchuk O. M. Biological and biochemical features of *Artemisia feddei* H. Lev. & Vaniot in the conditions of introduction to the southern coast of Crimea // Biological features of medicinal and aromatic plants and their role in medicine: collection of scientific papers of the international scientific-practical conference devoted to the 85th anniversary of VILAR. 2016. Pp. 106–110.
8. Logvinenko L. A., Shevchuk O. M. Features of development and component composition of essential oil *Artemisia annua* L. in the conditions of the southern coast of Crimea // Proceedings of the Kuban state agrarian University. 2017. Issue. 5 (68). Pp. 96–102.
9. Logvinenko L. A., Shevchuk O. M. Results of introduction and prospects of use of *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. on the southern coast of Crimea // Ecology and geography of plants and plant communities: proceedings of the IV international scientific conference. 2018. Pp. 504–509.
10. Logvinenko I. E., Mashanov V. I. Perspective for introduction in culture types of wormwood // Works of GNBS. 1987. Vol. 103. Pp. 48–58.
11. Logvinenko I. E., Logvinenko L. A. Results of introduction and selection works of perspective species and varieties of the genus *Artemisia* L. // Proceedings of the Nikitsky Botanical garden. 2011. Vol. 133. Pp. 115–132.
12. Methods of biochemical research of plants / Ermakov A. I. [et al.]. – М. ; Л., 1962. – 520 p.
13. Plugatar Yu. V., Korsakova S. P., Ilnitsky O. A. Ecological monitoring of the southern coast of Crimea. – Simferopol : Arial, 2015. – 164 p.
14. Soil Nikita Botanical garden and measures for their rational use. – Yalta, 1963. – 83 p.
15. Serebryakov I. G. Life forms of higher plants and their study // Field geobotany. 1964. Vol. 3. Pp. 146–205.
16. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. – Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. – 472 p.
17. Shevchuk O. [et al.] Macro and trace element accumulation by species of Genus *Artemisia* at the Southern Coast of Crimea // Biotechnology as a tool for the conservation of plant biodiversity (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects): proceedings of the VIII International scientific and practical conference. 2018. – Pp. 84–85.

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЗРИТЕЛЬНОМ АНАЛИЗАТОРЕ КОШЕК В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

К. М. ПЛАДИСТАЯ, аспирант кафедры инфекционных заболеваний,  
Пермский государственный аграрно-технологический университет  
им. академика Д. Н. Прянишникова

(614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 8; тел.: 8 908 274-40-28, e-mail: pkm.ru@rambler.ru),

Н. А. ТАТАРНИКОВА, доктор ветеринарных наук, профессор, завкафедрой инфекционных болезней,  
Пермский государственный аграрно-технологический университет  
им. академика Д. Н. Прянишникова

(614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23, e-mail: tatarnikova-n-a@ya.ru)

**Ключевые слова:** кошка, возрастные изменения, центральный зрительный аппарат, невроцит, мозг, колликвация, отек, десквамация, липофусцин, гистоархитектоника.

В представленной статье рассмотрено исследование центрального зрительного анализатора глаз 53 кошек в городе Перми на базе кафедры инфекционных заболеваний ПГАТУ за период с 2016 по 2018 год. Рассматриваемый отдел органа зрения – один из наиболее значимых объектов ввиду того, что он является завершающим звеном в процессе восприятия животной информации извне. После естественной смерти животного либо его гуманной эвтаназии ввиду неизлечимого заболевания производилась экстирпация центрального зрительного анализатора, далее фиксировались размеры органа, определялись его форма, цвет и консистенция, наличие внешне видимых очаговых изменений. Затем производилась вырезка материала, которая предполагала взятие достаточного по количеству и качеству для исследования объема ткани, разной по структуре и свойствам. Производилась гистологическая проводка необходимого для исследования материала. Полученные срезы окрашивали по стандартным методикам и исследовали в световом микроскопе фирмы Axioscop 40 с окуляром 10х, при увеличениях объектива 5х; 40х; 100х. Рассмотренные структуры зрительного анализатора являются составной частью общей работы по исследованию этого органа в возрастном аспекте у кошек. В зарубежной и отечественной литературе нами обнаружены лишь фрагментарные данные относительно изменений в зрительном анализаторе кошек пожилого возраста. Преимущественно их описание в литературе связано с обуславливающими их заболеваниями. В ракурсе естественно возникающих возрастных изменений этот вопрос ранее не рассматривался. В дальнейшем нами планируется составление атласа патоморфологических изменений зрительного анализатора кошки в возрастном аспекте.

## MORPHOLOGICAL CHANGES IN THE CENTRAL VISUAL ANALYZER OF CATS IN THE AGE ASPECT

К. М. PLADISTAYA, graduate student of the department of infectious diseases,  
Perm State Agrarian-Technological University named after academician D. N. Pryanishnikov

(8 Akademika Koroleva Str., 614013, Perm; phone: 8 908 274-40-28; e-mail: pkm.ru@rambler.ru),

N. A. TATARNIKOVA, doctor of veterinary sciences, professor, head of the department of infectious diseases,  
Perm State Agrarian-Technological University named after academician D. N. Pryanishnikov

(23 Petropavlovskaya Str., 614990, Perm; e-mail: tatarnikova-n-a@ya.ru)

**Keywords.** cat, age-related changes, Central visual apparatus, neurocyte, brain, collision, edema, desquamation, lipofuscin, histoarchitectonics.

The paper presents the study of Central visual analyzer eyes of 53 cats in the city of Perm, the Department of infectious diseases, PSATU for the period from 2016–2018 years. The considered Department of the organ of vision is one of the most significant objects due to the fact that it is the final link in the process of perception of animal information from the outside. After the natural death of the animal or its humane euthanasia due to incurable disease, the Central visual analyzer was extirpated, then the size of the organ was recorded, its shape, color and consistency, the presence of externally visible focal changes were determined. Then the cutting of the material was carried out, which assumed taking sufficient in quantity and quality to study the volume of tissue, different in structure and properties. Histological wiring of the material necessary for the study was performed. The obtained sections were painted according to standard methods and examined in a light microscope of Axioscop 40 with an eyepiece 10x, at magnifications of the lens 5x; 40x; 100x. The considered structures of the visual analyzer are an integral part of the General work on the study of this organ in the age aspect in cats. In foreign and domestic literature we have found only fragmentary data on the changes in the visual analyzer cats of advanced age. Mainly their description in the literature is associated with their underlying diseases. In the perspective of naturally occurring age-related changes, this issue has not been previously considered. In the future, we plan to compile an Atlas of pathomorphological changes in the visual analyzer of cats in the age aspect.

Положительная рецензия представлена К. А. Сидоровой, доктором биологических наук,  
профессором, заведующей кафедрой анатомии и физиологии аграрного университета Северного Зауралья.

**Цель и методика исследований**

В проработанной за несколько лет текущего исследования иностранной и отечественной литературе нами не было найдено данных об изменениях возрастного характера в зрительном анализаторе кошек. Описаны изменения, характерные при различных заболеваниях глаза кошек, но старческие изменения практически не отражены. Целью нашего исследования является подробное морфологическое описание процессов старения в таком высокоорганизованном органе, как зрительный анализатор. Используются методики, общепринятые в гистологических исследованиях: гистологическая проводка, окрашивание гематоксилином и эозином и по Ван Гизону. Далее полученные препараты были изучены в световом микроскопе Axioscop 40 и сделаны снимки видеокамерой Infinity 1. В полость черепа зрительный нерв проникает через зрительный канал, располагаясь над областью турецкого седла, где происходит перекрест нервных волокон двух зрительных нервов – так называемая хиазма. В хиазме происходит частичное пересечение нервных волокон, идущих от внутренних половин сетчатки, в том числе и части папилломакулярного пучка [1, 10]. Проходя на другую половину, они объединяются с волокнами, несущими информацию от наружных половин сетчатки, но другого глаза, образуя зрительные тракты [2]. Снаружи хиазма граничит с внутренними сонными артериями [4]. Зрительные тракты следуют далее, огибая ножки мозга, оканчиваясь в наружном коленчатом теле задней части зрительного бугра и переднем четверохолмии. При этом нервные клетки наружного коленчатого тела выполняют функции первичного зрительного центра – здесь возникает первичное, еще неосознанное ощущение света, большей частью необходимого для неосознанных рефлекторных реакций, например, поворота головы на внезапную вспышку све-

та [5, 7]. От определенных групп клеток наружного коленчатого тела начинается зрительная лучистость, далее несущая информацию к коре головного мозга [3, 8]. Участок коры головного мозга, отвечающий за зрение, расположен в птичьей (шпорной) борозде затылочной доли [6, 10]. Здесь находится зрительный центр, в котором происходит окончательная расшифровка нервного импульса, возникшего в сетчатке [9].

**Результаты исследований**

Нами прослежены изменения центрального зрительного анализатора кошек в возрасте старше восьми лет на уровне зрительной коры, которые были неоднозначны. Здесь на фоне грубых сосудистых нарушений развивались процессы склероза, гиалиноза стенок сосудов, приводя к колликации и избыточному глиозу на уровне вещества мозга, особенно периваскулярно. В условиях колликации вещества мозга глиальные клетки включались в поддержание процессов гомеостаза местного характера с целью уменьшения объема тканевой жидкости и восстановления гистоархитектоники вещества мозга.

Описанные изменения в первую очередь были обусловлены выраженными сосудистыми нарушениями в коре головного мозга. В сосудистом русле на уровне капилляров, артериол и более крупных артерий нами отмечены явления стаза (рис. 1).

Венозные сосуды характеризовались избыточным кровенаполнением, что можно было объяснить диссонансом в работе артериального и венозного звеньев микроциркуляции, а также капиллярного кровотока, благодаря гемодинамическим нарушениям кровоснабжения.

Стенки вен истончались, просветы расширялись. Застойные явления в сосудах способствовали увеличению сосудистой проницаемости с выходом жидкой части крови за пределы стенки сосуда с развитием периваскулярного (перивенозного) отека.

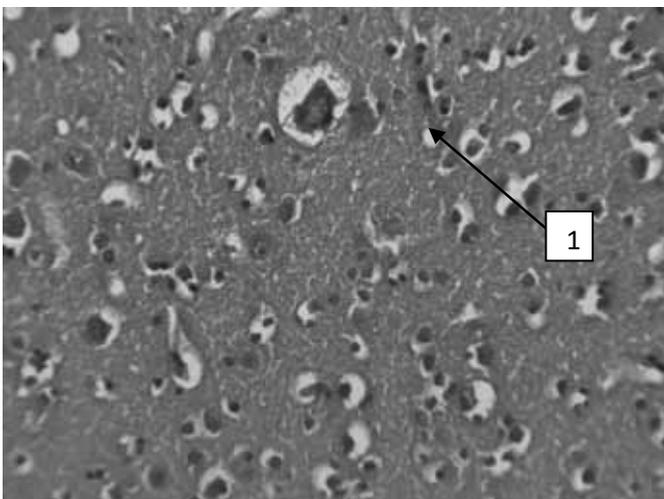


Рис. 1. Центральная часть зрительного анализатора кошки 15 лет. Стаз в капиллярах (1). 40x. Гематоксилин и эозин  
 Fig. 1. The Central part of the visual analyzer of a cat 15 years old. Stasis in capillaries (1). 40x. Hematoxylin and eosin

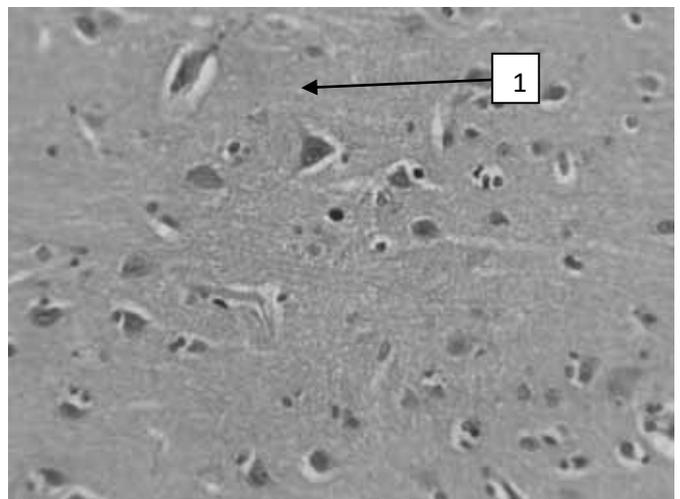


Рис. 2. Центральная часть зрительного анализатора кошки 13 лет. Перичеселлюлярный отек (1). 40x. Гематоксилин и эозин  
 Fig. 2. Central part of visual analyzer cats 13 years old. Pericellular edema (1). 40x. Hematoxylin and eosin

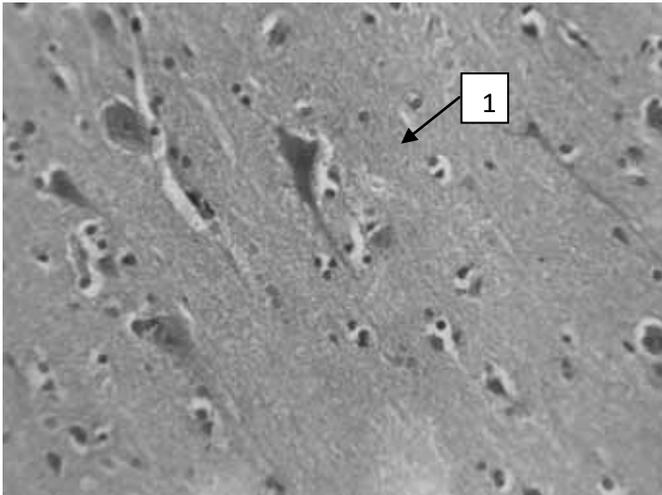


Рис. 3. Центральная часть зрительного анализатора кошки 14 лет. Липофусцин в нервной клетке перинуклеарно (1). 40х.  
Гематоксилин и эозин  
Fig. 3. The Central part of the visual analyzer of a cat is 14 years old. Lipofuscin in the nerve cell perinuclear (1). 40x. Hematoxylin and eosin

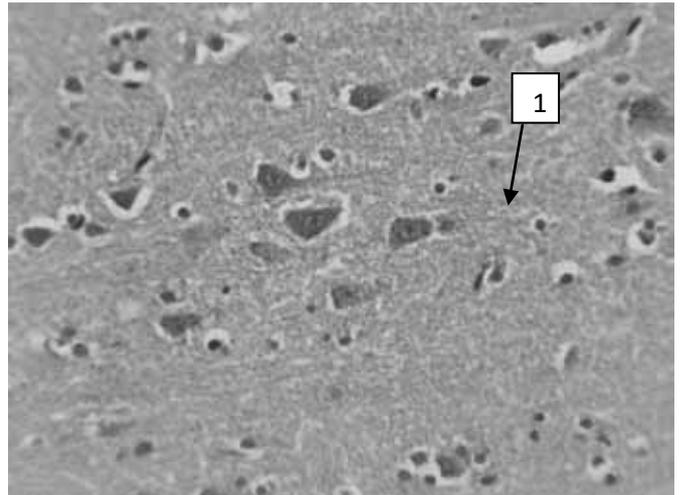


Рис. 4. Центральная часть зрительного анализатора кошки 10 лет. Распад тигроидного вещества в цитоплазме (1). 40х.  
Гематоксилин и эозин  
Fig. 4. Central part of visual analyzer cats 10 years old. Decay of tigroid substance in the cytoplasm (1). 40x. Hematoxylin and eosin

Длительные нарушения кровообращения способствовали развитию перичеселлюлярного отека (рис. 2).

В исходе описанных изменений формировался отек мозга с колликвацией вещества, которое при микроскопическом исследовании приобретало сетчатую структуру.

Наиболее значительно по мере старения организма кошки изменялись и специализированные клетки – нейроны, которые наиболее чувствительны к гипоксии, обусловленной сосудистыми нарушениями. В клетках накапливался липофусцин. Это мелкий гранулярный золотисто-коричневый пигмент, образованный из фосфолипидов и белков. Он накапливается в цитоплазме в результате повреждения мембран цитоплазматических органелл. Это происходит в результате недостатка клеточных антиоксидантов, которые в норме предотвращают перекисное окисление липидов мембран органелл. Липофусцин является универсальным энергетическим продуктом, при наличии которого клетки могут существовать, с другой стороны это пигмент старения или гипоксического повреждения клеток (рис. 3).

В поврежденных клетках центрального зрительного анализатора кошек старше 8 лет также наблюдались распад и дезорганизация тигроидного вещества. В состоянии функциональной нагрузки можно отметить увеличение содержания вещества. Но во время перегрузки или нервного истощения можно наблюдать его дефицит по содержанию. Начинается процесс распада с дендритных элементов, постепенно переходящий на тело клетки. На основании полученной информации можно сделать вывод о возможных дистрофических, часто необратимых изменениях в нервной ткани (рис. 4).

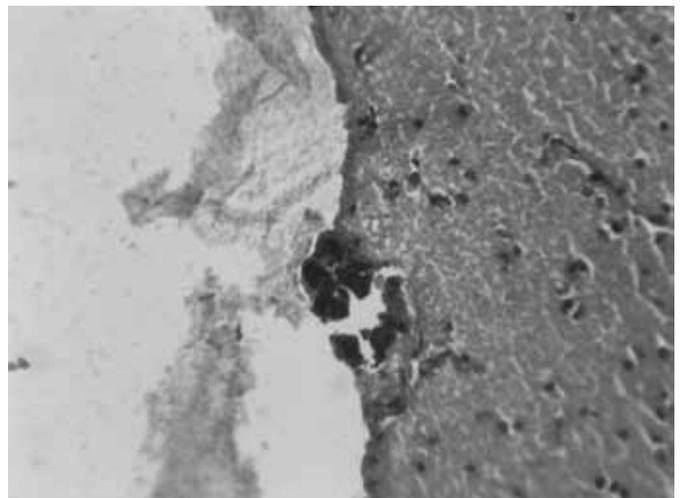


Рис. 5. Центральная часть зрительного анализатора кошки 14 лет. Очажок кальциноза в веществе головного мозга (1). 40х.  
Гематоксилин и эозин  
Fig. 5. The Central part of the visual analyzer of a cat is 14 years old. Calcification focus in the substance of the brain (1). 40x. Hematoxylin and eosin

### Выводы. Рекомендации

Таким образом, у исследуемых кошек в возрасте старше 8 лет отмечаются морфологические признаки хронической гипоксии в элементах зрительного анализатора как следствие нарушения кровообращения, приводящие к тяжелым дистрофическим изменениям в нейронах с участками выпадения клеток и распространенной глиальноклеточной реакцией. В отдельных случаях в условиях длительной тканевой гипоксии нами наблюдалось формирование мелкоочаговых кальцинатов в веществе головного мозга (рис. 5). Следовательно, можно с уверенностью заключить, что описанные патолого-морфологические изменения в центральном зрительном анализаторе зависят от возраста кошки и чем животное старше, тем они более глубокие и зачастую необратимые.

**Литература**

1. Васильев В. К., Цыбикжапов А. Д. Ветеринарная офтальмология и ортопедия: учебное пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2017. – 187 с.
2. Перепечаев К. А. Атлас глазных патологий собак и кошек. Ветеринарная офтальмология от А до Я. – М. : Аквариум принт, 2014. – 136 с.
3. Семенов Б. С., Стекольников А. А., Высоцкий Д. И. Ветеринарная хирургия, ортопедия и офтальмология. – М., 2014. – 376 с.
4. Цыбулькин, А. Г., Полойко Т. В. Особенности морфологии ретробульбарного нервного сплетения и ресничного узла // Функциональная нейроморфология: фундаментальные и прикладные исследования. 2015. С. 189–192.
5. Esson, D. W. Clinical atlas of canine and feline ophthalmic disease. – Danvers : Wiley Blackwell, 2015. – 344 p.
6. Gilder B. C. Современные методы терапии глаза. Лечение внутриглазного воспаления у собак и кошек // Современная ветеринарная медицина. 2017. № 1. С. 28–29.
7. Gilder B. C. Современные методы терапии глаза. Лечение простого и осложненного язвенного и неязвенного кератитов у собак и кошек // Современная ветеринарная медицина. 2017. № 1. С. 30–31.
8. Gilger B. C. Введение лекарственных средств в глаза // Современная ветеринарная медицина. 2016. № 2. С. 8–12.
9. Gelatt K. N., Gilger B. C., Kern T. J. Veterinary Ophthalmology. Section 1. – 2 edition. – UK Oxford : Wiley Blackwell, 2015. 208 p.
10. Gelatt K. N., Gilger B. C., Kern T. J. Veterinary Ophthalmology. Section 2. – 2 edition. – UK Oxford : Wiley Blackwell, 2015. 440 p.

**References**

1. Vasilyev V. K., Tsybikzhapov A. D. Veterinary ophthalmology and orthopedics: textbook. – SPb. : Lan Publishing House, 2017. – 187 p.
2. Perepechaev K. A. Atlas of eye pathologies of dogs and cats. Veterinary ophthalmology from A to Z. – M. : Aquarium print, 2014. – 136 p.
3. Semenov B. S., Stekolnikov A. A., Vysotsky D. I. Veterinary surgery, orthopedics and ophthalmology. – M., 2014. – 376 p.
4. Tsybulkin A. G., Poloiko T. V. Features of morphology of retrobulbar nerve plexus and ciliary node // Functional neuromorphology: fundamental and applied research. –2015. Pp. 189–192.
5. Esson D. W. Clinical atlas of eye diseases in dogs and cats. – Danvers : Wiley Blackwell, 2015. – 344 p.
6. Gilder B. S. Modern methods of eye therapy. Treatment of intraocular inflammation in dogs and cats // Modern veterinary medicine. 2017. No. 1. Pp. 28–29.
7. Gilder B. S. Modern methods of eye therapy. Treatment of simple and complicated ulcerative and non-ulcer keratitis in dogs and cats // Modern veterinary medicine. 2017. No. 1. Pp. 30–31.
8. Gilger B. C. Introduction of drugs into the eyes // Modern veterinary medicine. 2016. No. 2. Pp. 8–12.
9. Gelatt K. N., Gilger B. C., Kern T. J. Veterinary Ophthalmology. Section 1. – 2 edition. – UK Oxford : Wiley Blackwell, 2015. 208 p.
10. Gelatt K. N., Gilger B. C., Kern T. J. Veterinary Ophthalmology. Section 2. – 2 edition. – UK Oxford : Wiley Blackwell, 2015. 440 p.

## ПАЛЕОПАРАЗИТОЛОГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Т. Н. СИВКОВА, доктор биологических наук, доцент,  
Пермский государственный аграрно-технологический университет  
им. академика Д. Н. Прянишникова  
(614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23, e-mail: tatiana-sivkova@yandex.ru)

**Ключевые слова:** палеопаразитология, палеонтология, археология, исследования, яйца гельминтов, микроскопия, Пермский край.

Паразитология является обширной биологической наукой, всесторонне изучающей явление паразитизма, происхождение и развитие которого проходило в длительном процессе эволюции. Одной из относительно новых ее направлений стала палеопаразитология, которая занимается обнаружением гельминтов и простейших в различном ископаемом материале. В современной палеопаразитологии используются многочисленные методы: микроскопический, молекулярно-биологический (полимеразная цепная реакция), иммунологические тесты и электронная микроскопия. С помощью последних методов стали возможными исследования, касающиеся миграции хозяев, а также отслеживание изменения их паразитофауны в связи с изменениями климатических или иных условий. Полученные результаты сравнения современных и древних паразитов способны дать новые знания об эволюционном и генетическом аспектах формирования явления паразитизма. Так как на территории Пермского края проводятся многочисленные палеонтологические исследования, их можно с применением доступных микроскопических методов расширить и в паразитологическом аспекте.

## PALEOPARASITOLOGY AND PERSPECTIVES OF ITS DEVELOPMENT IN THE PERM REGION

T. N. SIVKOVA, doctor of biology, associate professor,  
Perm State Agrarian-Technological University named after academician D. N. Pryanishnikov  
(23 Petropavlovskaya Str., 614990, Perm; e-mail: tatiana-sivkova@yandex.ru)

**Keywords:** paleoparasitology, paleontology, archeology, investigations, eggs of worms, microscopy, Perm region.

Parasitology is a biological science, comprehensively studying the phenomenon of parasitism, the origin and development of which took place in the long process of evolution. One of the relatively new areas is a paleoparasitology, which deals with the detection of helminthes and protozoa in a variety of fossil material. In modern paleoparasitology numerous methods are used: microscopic, molecular biological (polymerase chain reaction), immunological tests, and electron microscopy. Using the latest techniques the study on migration of the hosts made possible, as well as tracking changes in their parasitic fauna in connection with changes of climatic or other conditions. The results of comparison of modern and ancient parasites are able to give new knowledge about the evolutionary and genetic aspects of the formation of the phenomenon of parasitism. As for the Perm region there are numerous paleontological studies, we can apply the microscopic methods to expand and parasitological aspects.

*Положительная рецензия представлена И. Г. Гламаздиным, доктором ветеринарных наук,  
профессором ВАК, профессором кафедры «Ветеринарная медицина»  
Московского государственного университета пищевых производств.*

### Цель и методика исследований

В 1980-е годы XX века в составе паразитологии появилось новое направление – палеопаразитология, которая занимается изучением паразитических организмов в археологическом материале. Поначалу к вопросу изучения паразитических организмов в ископаемых ученые относились скептически, считая, что яйца гельминтов или цисты простейших не могли сохраниться в неизменном виде миллионы лет, или были занесены в археологический материал современниками при нарушении правил проведения работ, или попадали туда случайным образом.

Однако впоследствии, с появлением новых усовершенствованных методик исследования и новых фактических данных, палеопаразитология вошла в состав современной науки, которой посвятили себя паразитологи по всему миру.

Целью нашей работы стало изучение научных публикаций, касающихся проведения палеопаразитологических исследований.

Метод исследования – аналитический, основанный на изучении отечественных и зарубежных публикаций по палеопаразитологии.

### Результаты исследований

Началом палеопаразитологии стало обнаружение с помощью гистологического метода в 1910 г. яиц трематоды *Schistosoma haematobium* в почках египетской мумии [15].

Первая публикация, посвященная технике обнаружения яиц паразитов в археологическом материале, вышла в свет в 1987 г. [13]. Наибольшее развитие палеопаразитология получила в 2000-х годах с применением техник молекулярной биологии для выявления сохранившейся древней ДНК [4].

Вначале для обнаружения яиц паразитов в копролитах пытались использовать различные флотационные методы, которые подходили для изучения неконсолидированного материала, где яйца хорошо сохранились. Однако обычные для исследования минерализованных копролитов клинические методы оказались неэффективными. Для их анализа стали использовать метод регидрации нитрофосфатом, который ранее применяли для паразитологического изучения музейных зоологических препаратов. Эксперименты показали, что 0,5-процентный водный раствор фосфата натрия в течение недели при температуре +4 °С способствовал реконструкции яиц паразитических червей [17]. Перед микроскопией к осадку добавляли 70-процентный этиловый спирт и каплю глицерина [6].

Несмотря на это, палеопаразитологи столкнулись с проблемой видовой идентификации исследуемых копролитов, что осложняло определение яиц паразитов. Так, на территории, где проводятся раскопки, в более ранние геологические эпохи, вероятно, обита-

ли предки представителей ныне живущих видов животных, поэтому если хозяин известен, то, используя метод сравнения, определить паразитов не составляет труда. Однако в результате изменения локальной фауны видовой состав паразитов также мог измениться, что может привести к ошибочному определению их видовой принадлежности.

Исходя из этого, метод световой микроскопии постепенно стал заменяться более прогрессивными: иммунологическими тестами или электронной микроскопией, включая сканирующую [10].

С помощью последних методов стали возможными исследования, касающиеся миграции хозяев, а также отслеживание изменения их паразитофауны в связи с изменениями климатических или иных условий. Что касается паразитофауны древнего человека, то на нее оказали сильное влияние переход от охоты и собирательства к оседлости и ведению сельского хозяйства. Среди охотников-собирателей доминировали паразитарные зоонозы, тогда как после перехода к земледелию стали преобладать специфические для человека виды геогельминтов. Изучение ископаемых костей человека также показало прямую связь между зараженностью гельминтами и развитием анемии [12].

За последние годы было проведено множество паразитологических исследований, основанных на выявлении паразитарной ДНК или РНК из музейных или археологических экспонатов. Первоначально выделить древнюю ДНК удалось из кожи вымершего вида зебры [9]. Впоследствии ДНК сумели выделить из костей человека и мумифицированных тканей [8].

Чаще всего в археологическом материале выявляют наличие гельминтов, в то время как обнаружение паразитических простейших затруднительно. Тем не менее в содержимом кишечника перуанской мумии удалось обнаружить цисты *Entamoeba coli* [11], в копролитах оленя из Бразилии – ооцисты *Eimeria sp.* [7].

Что касается тканевых протозойных инвазий, то диагностика их является еще более затруднительной. Однако изучение керамических статуэток доколумбовой эпохи позволило выявить признаки кожного лейшманиоза [18], а гистопатологические исследования мумий из Южной Америки – поражение трипаносомозом Чагаса (Шагаса) [14]. Также исследование 60 000 образцов тканей чучел грызунов в Федеральном университете Рио-де-Жанейро позволило выявить в них ДНК лейшманий [16].

Большинство палеопаразитологических исследований в настоящее время осуществляется за рубежом, однако в России сведения об обнаружении гельминтов в тканях ископаемых мамонтов появились еще в начале XX столетия [1]. Спустя более чем 100 лет, в 2012 году, при изучении фрагментов мягких тканей молодого самца мамонта (мышц, печени, содержи-

мого кишечника), сохранившихся в вечной мерзлоте, И. Г. Гламаздин с соавторами (2014) обнаружили яйца нематоды и цестоды, дальнейшее определение которых до вида или рода оказалось невозможным в связи с нарушением их морфологии. Тем не менее авторы заключили, что результаты сравнения современных и древних паразитов, а также их хозяев могут дать новые знания об эволюционном и генетическом аспектах формирования явления паразитизма [2].

Считается, что гельминты, как и другие паразиты, встречались уже у примитивных рыб и стегоцефалов, затем, с появлением рептилий, сформировались новые группы паразитических червей, большинство из которых вымерло вместе со своими хозяевами 65 млн лет назад. Паразиты современных животных и человека появлялись по мере развития органического мира, совершенствуя свою морфологию и усложняя циклы развития, что и характеризует эволюцию органического мира, которую позволяют отследить палеонтологические исследования.

На территории Пермского края палеонтология получила широкое распространение в связи с нахождением многочисленных объектов, относящихся к древним геологическим эпохам. Сообщается о сенсационных находках ископаемых костей дикобраза Виноградова и гималайского медведя (самая северная находка в мире), а также волка, пещерного льва, мамонта, лошади, бизона, благородного оленя, лося. При раскопках Махневской ледяной пещеры, поми-

мо костных фрагментов, также обнаруживали копролиты – экскременты летучих мышей, однако наличие в них фрагментов паразитов не фиксировали [3].

В 2014 году в Оханском районе около Воткинского водохранилища были найдены останки трогонтериевого слона. Специалисты Пермского краеведческого музея отметили, что найденный вид вымер около 200 000 лет назад в середине ледникового периода. Во всей России есть всего 8 подобных скелетов, причем только три относительно полные. Новая находка очень важна и значима для науки всего мира и является прекрасным музейным экспонатом [19].

Таким образом, в Пермском крае имеются все предпосылки для проведения палеопаразитологических исследований, которые могут оказать значительное влияние на мировую науку.

#### Выводы. Рекомендации

Палеопаразитология – относительно новая биологическая наука, посвященная изучению ископаемых паразитов, основанная на обнаружении гельминтного материала в окаменелостях, мумифицированных остатках и других объектах. Данная область знаний позволяет глубже понять эволюцию и экологию паразитов. На территории Пермского края проводятся многочисленные палеонтологические исследования, которые можно расширить и в паразитологическом аспекте с применением доступных микроскопических методов.

#### Литература

1. Бялыницкий-Бируля Ф. А. Научные результаты экспедиции, снаряженной императорской Академией наук, для раскопки мамонта, найденного на реке Березовке в 1901 году. – Т. 2. – СПб. : 1909. – 42 с.
2. Гламаздин И. Г. [и др.] Паразитологические исследования органов и тканей сопкаргинского мамонта (*M. primigenius*) (Таймыр, Россия). Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – М., 2014. – 371 с.
3. Фадеева Т. В. [и др.] Результаты исследований зоогенных отложений пещеры Махневская ледяная (Пермский край). Пещеры: сборник научных трудов / Естественно-научный институт Пермского государственного национального исследовательского университета. 2011. Вып. 34. С. 71-99. 174 с.
4. Araujo A. [et al.] Paleoparasitology: Perspectives with New Techniques // Publications. Karl Reinhard. 2008. P. 63.
5. Araujo A., Reinhard K., Ferreira L. F. The role of mummy studies in paleoparasitology // Chungara, Revista de Antropología Chilena. 2000. Vol. 32. No. 1. Pp. 111–115.
6. Beltrame M. O. [et al.] A paleoparasitological analysis of rodent coprolites from the Cueva Huenul 1 archaeological site in Patagonia (Argentina) // Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2012. Vol. 107. No. 5. Pp. 604–612.
7. Ferreira L. F. [et al.] *Eimeria* oocysts in deer coprolites dated from 9,000 years B. P. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 1992. No. 87. Pp. 105–106.
8. Hagelberg E., Skyes B., Hedges R. Ancient bone DNA amplified. Nature (Lond.). 1989. No. 342. Pp. 485.
9. Higuchi R. [et al.] DNA sequence from the Quagga, an extinct member of the horse family. Nature (Lond.). 1984. No. 312. Pp. 282–284.
10. Horne P. D. Optical and electron microscopy // In: G. D. Hart, Ed. Disease in Ancient Man. – Toronto, 1983. – 298 p.
11. Pizzi T., Schenone H. Hallazgo De Huevos De *Trichuris trichiura* en contenido intestinal de un cuerpo arqueológico incaico. Bol. Chil. Parasit. 1954. No. 9. Pp. 73–75.
12. Reinhard K. J. The impact of diet, and parasitism on anemia in the prehistoric West // In: Stuart-McAdam, P. & Kent, S., Ed. Demography and Disease: Changing Perspectives Of Anemia. – New York : Aldine De Gruyter, 1992. – Pp. 219–258.
13. Reinhard K. J. [et al.] A recovery of parasite remains from coprolites and latrines: Aspects of paleoparasitological techniques // Homo. 1988. No. 37. Pp. 2117–2239.

14. Rothhammer F. [et al.] Chagas' Disease in pre-columbian South America // American Journal of Physical Anthropology. 1985. No. 68. Pp. 495–498.
15. Ruffer M. A. Note on the presence of *Bilharzia haematobia* in Egyptian mummies of the Twentieth Dynasty (1250–1000 Bc) // British Medical Journal. 1910. No. 1. P. 16.
16. Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual. – New York : Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. – 34p.
17. Samuels R. Parasitological study of long-dried fecal samples. In: D. Osborne, B. S. Katz. Contributions to the Wetherill Mesa Archaeological Project // Memories of the Society for American Archaeology. 1965. No. 19. Pp. 175–179.
18. Urteaga-Ballon O. Medical representation of nasal leishmaniasis and surgical amputation in Ancient Peruvian Civilization // In: D. Ortn, A. C. Aufderheide. Paleopathology: current synthesis and future options. – Washington : Smithsonian Institute Press, 1991. – Pp. 95–101.
19. Пермские мамонт и трогонтериевый слон [Электронный ресурс]. – URL: <http://gorod342.ru/stati/o-permi/permskie-mamont-i-trogonterievyyi-slon.html> (дата обращения: 17.10.2017).

#### References

1. Byalynitskiy-Birulia F. A. Scientific results of the expedition equipped by the Imperial Academy of Sciences, for the excavation of a mammoth found on the Berezovka river in 1901. – Vol. 2. – SPb. : 1909. – 42 p.
2. Glamazdin I. G. [et al.] Parasitological studies of organs and tissues supergunstig mammoth (*M. primigenius*) (Taymyr, Russia). Theory and practice of control of parasitic diseases. – M., 2014. – 371 p.
3. Fadeeva T. V. [et al.] Results of investigations of zoogenic deposits Makhnevskaya ice cave (Perm region). Caves: collection of scientific works / Natural science Institute of Perm state national research University. 2011. Issue 34. 174 p.
4. Araujo A. [et al.] Paleoparasitology: Perspectives with New Techniques // Publications. Karl Reinhard. 2008. P. 63.
5. Araujo A., Reinhard K., Ferreira L. F. The role of mummy studies in paleoparasitology // Chungara, Revista de Antropologia Chilena. 2000. Vol. 32. No. 1. Pp. 111–115.
6. Beltrame M. O. [et al.] A paleoparasitological analysis of rodent coprolites from the Cueva Huenul 1 archaeological site in Patagonia (Argentina) // Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 2012. Vol. 107. No. 5. Pp. 604–612.
7. Ferreira L. F. [et al.] Eimeria oocysts in deer coprolites dated from 9,000 years B. P. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. 1992. No. 2. 87. Pp. 105–106.
8. Hagelberg E., Skyes B., Hedges R. Ancient bone DNA amplified. Nature (Lond.). 1989. No. 2. 342. Pp. 485.
9. Higuchi R. [et al.] DNA sequence from the Quagga, an extinct member of the horse family. Nature (Lond.). 1984. No. 2. 312. Pp. 282–284.
10. Horne P. D. Optical and electron microscopy // In: G. D. Hart, Ed. Disease in Ancient Man. – Toronto, 1983. – 298 p.
11. Pizzi T., Schenone H. Hallazgo De Huevos De Trichuris trichiura en contenido intestinal de un cuerpo arqueológico incaico. Bol. Chil. Parasit. 1954. No. 2. 9. Pp. 73–75.
12. Reinhard K. J. The impact of diet, and parasitism on anemia in the prehistoric West // In: Stuart-McAdam, P. & Kent, S., Ed. Demography and Disease: Changing Perspectives Of Anemia. New York : Aldine De Gruyter, 1992. – Pp. 219–258.
13. Reinhard K. J. [et al.] A recovery of parasite remains from coprolites and latrines: Aspects of paleoparasitological techniques // Homo. 1988. No. 37. Pp. 2117–2239.
14. Rothhammer F. [et al.] Chagas' Disease in pre-columbian South America // American Journal of Physical Anthropology. 1985. No. 68. Pp. 495–498.
15. Ruffer M. A. Note on the presence of *Bilharzia haematobia* in Egyptian mummies of the Twentieth Dynasty (1250–1000 Bc) // British Medical Journal. 1910. No. 1. P. 16.
16. Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. Molecular cloning: a laboratory manual. – New York : Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989. – 34p.
17. Samuels R. Parasitological study of long-dried fecal samples. In: D. Osborne, B. S. Katz. Contributions to the Wetherill Mesa Archaeological Project // Memories of the Society for American Archaeology. 1965. No. 19. Pp. 175–179.
18. Urteaga-Ballon O. Medical representation of nasal leishmaniasis and surgical amputation in Ancient Peruvian Civilization // In: D. Ortn, A. C. Aufderheide. Paleopathology: current synthesis and future options. – Washington : Smithsonian Institute Press, 1991. – Pp. 95–101.
19. Perm mammoth and trogonterium elephant [Electronic resource]. – URL: <http://gorod342.ru/stati/o-permi/permskie-mamont-i-trogonterievyyi-slon.html> (access date: 17.10.2017).

## ФОНД ЗЕЛЕННЫХ И ЖЕЛТЫХ ПИГМЕНТОВ У ЯРОВОГО ОВСА, КУЛЬТИВИРУЕМОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРИОКОРМА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

В. Е. СОФРОНОВА, кандидат химических наук, старший научный сотрудник,

В. А. ЧЕПАЛОВ, кандидат биологических наук, научный сотрудник,

К. А. ПЕТРОВ, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,

Институт биологических проблем криолитозоны Якутского научного центра СО РАН

(677000, г. Якутск, пр. Ленина, 41),

О. В. ДЫМОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник,

Т. К. ГОЛОВКО, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник,

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН

(167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28)

**Ключевые слова:** овес посевной, сроки посева, осенневегетирующие растения, низкие температуры, криокорм, хлорофиллы, каротиноиды, ксантофиллы.

В условиях Центральной Якутии (62°15' с. ш., 129°37' в. д.) впервые изучен пигментный состав листьев растений ярового овса (*Avena sativa* L., районированный сорт Покровский) позднего срока сева (25 июля), используемого при заготовке зеленого криокорма. Установлено, что у осенневегетирующих растений позднего посева содержание хлорофиллов (15–16 мг/г сухой массы) и каротиноидов (2,9 мг/г сухой массы) до конца первой декады сентября на 11–13 % превышали показатели контрольных растений с оптимальным сроком сева (17 июня). Снижение температуры со второй половины сентября до начала октября (от +7...+8 °С до околонулевых) приводило к постепенному уменьшению фонда хлорофиллов на 40 %. При этом отношение Хл а/Хл b оставалось практически постоянным. Достоверное увеличение этого отношения, вследствие большей деградации Хл b, чем Хл a, отмечали лишь при околонулевых температурах. Каротиноиды проявили большую устойчивость к низким температурам. При уходе зеленых растений в фазе молочной спелости под снег в октябре, содержание суммы каротиноидов составило 2,2 мг/г сухой массы. Выявлено, что у растений позднего посева доленое содержание индивидуальных каротиноидов в общем пуле желтых пигментов мало зависело от фенофазы и сезонного снижения температуры. На долю β-каротина приходится 26–30 %, ксантофиллы лютеин + зеаксантин составляют 39–40 %, виолаксантин – 17–21, неоксантин – 9–10, антераксантин – 4–5 % суммы каротиноидов. При зимнем хранении зеленой массы замерзших растений в рулонах потери каротиноидов не превышали 20 %, а их соотношение практически не изменилось.

## GREEN AND YELLOW PIGMENTS OF SPRING OATS CULTIVATED FOR HARVESTING CRYOFODDER IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

V. E. SOFRONOVA, candidate of chemical sciences, senior researcher,

V. A. CHERPALOV, candidate of biological sciences, researcher,

K. A. PETROV, doctor of biological sciences, leading researcher,

Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Yakut Scientific Centre of the SB RAS

(41 Lenina Av., 677000, Yakutsk),

O. V. DYMOVA, candidate of biological sciences, senior researcher,

T. K. GOLOVKO, doctor of biological sciences, professor, chief researcher,

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the UB RAS

(28 Kommunisticheskaya, 167982, Syktывkar)

**Keywords:** oats, sowing dates, autumn vegetative plants, low temperatures, cryofodder, chlorophylls, carotenoids, xanthophylls.

The influence of a late sowing date on the pigment content of an autumn vegetative plant in Central Yakutia (62°15' N, 129°37' E) has been studied for the first time. The experiments were carried out using spring oat, *Avena sativa* L., cultivar (cv) Pokrovsky, commonly used in the preparation of cryofodder, the seeds of which were planted according to the optimal (17 June) and late (25 July) sowing dates. It was established that till the end of the first decade of September the content of chlorophylls (15–16 mg/g dry weight) and carotenoids (2,9 mg/g dry weight) in the leaves of late sowing plants were higher by 11–13 % compared to control plants at the same phases of growth and development. Autumn decrease in temperature from the second half of September until the beginning of October (from +7...+8 °C to near-zero) led to a gradual reduction of chlorophylls (a + b) content by 40 %. The ratio Chl a/Chl b remained almost constant, a significant increase of which was noted only at near-zero temperatures due to a greater degradation of Chl b than Chl a. At the same time, carotenoids showed greater resistance to low temperatures. When green plants in the milk ripeness phase went under snow in October, the total carotenoid content was 2,2 mg/g dry weight. The proportion of individual carotenoids in the total pool of yellow pigments of late sowing plants did not depend on the phenological phases of growth and development, as well as on seasonal temperature decrease. The share of β-carotene accounted for 26–30 % of the carotenoids sum, xanthophylls lutein and zeaxanthin make up 39–40 %, violaxanthin – 17–21 %, neoxanthin – 9–10 %, antheraxanthin – 4–5 %. Losses of carotenoids did not exceed 20 % and their ratio remained almost unchanged during winter storage of green mass of frozen plants in rolls.

Положительная рецензия представлена Р. В. Ивановым, доктором сельскохозяйственных наук, главным научным сотрудником ЯНИИСХ им. М. Ф. Сафронова Якутского научного центра Сибирского отделения РАН.

### Введение

Овес посевной с яровым типом развития является второй после ячменя ведущей зернофуражной культурой, возделываемой в условиях многолетней мерзлоты [1]. Климат Якутии без возвратных потеплений в осенний период благоприятен для производства зеленого криокарма, так как отрицательные температуры консервируют зеленую массу растений овса позднелетних сроков сева, не успевших пройти весь цикл роста и развития [2–4]. Установлено, что при различных технологиях заготовки кормов из естественных и посевных растений потери питательных веществ (белков, углеводов, жиров) составляют при полевой сушке до 45 %, силосовании – 35, сенажировании – 20, а при консервировании естественным холодом (криокарм) – только 5 % [5].

Однако стандартная оценка производимого криокарма по содержанию кормовых единиц, клетчатки, углеводов, протеинов и жиров не дает полного представления о его ценности. Важное значение имеют пигменты (хлорофиллы и каротиноиды), способные оказывать положительное биологическое действие как иммуномодуляторы, регуляторы метаболизма, антиоксиданты [6]. Наиболее известен  $\beta$ -каротин, обладающий А-провитаминной активностью. Каротиноиды лютеин и зеаксантин эффективны как антиоксиданты, в сетчатке глаз формируют желтое макулярное пятно [7], значение которого в защите и функционировании зрительной сенсорной системы животных и человека трудно переоценить.

### Цель и методика исследований

В данной работе впервые проведены сравнительные исследования пигментного состава в листьях летне- и осенневегетирующих растений *Avena sativa* L. в условиях Центральной Якутии. Целью работы было изучение динамики накопления хлорофиллов (Хл) и каротиноидов (Кар) как основных фотосинтетических пигментов и оценка их содержания при уходе зеленых растений овса под снежный покров (криокарм).

Овес посевной (*Avena sativa* L.), сорт «Покровский» местной селекции выращивали на опытном участке без полива, расположенном на средней пойме р. Лена (окрестности Якутска, 62°15' с. ш., 129°37' в. д.). Почвы участка – пойменные лугово-черноземные, сформированные на легком суглинке. Опыты проводили в 2017 г., погодные условия в период проведения эксперимента были типичными для Центральной Якутии (табл.).

Посев семян осуществляли в два срока – в середине июня и третьей декаде июля. Первый срок сева (17 июня) является оптимальным для региона, растения успевают пройти полный цикл развития. Во второй (25 июля) – растения достигали молочной спелости к началу установления отрицательных

температур. Урожайность сырой массы используемого на криокарм овса составляла 220–240 ц/га, а содержание кормовых единиц – 0,63–0,69 % на абсолютно-сухое вещество [2].

Пигменты экстрагировали из свежего растительного материала 100 % ацетоном при 8–10 °С на слабом свете. Гомогенат центрифугировали 20 мин при 8000 g при температуре 4 °С. Содержание хлорофиллов ( $a + b$ ) и каротиноидов в супернатанте определяли спектрофотометрически с использованием спектрофотометра Agilent 8453 E (Agilent Technologies Deutschland GmbH, Германия) путем регистрации оптической плотности при длинах волн 662, 644 и 470 нм.

Для анализа состава каротиноидов фиксированные в жидком азоте пробы листьев высушивали на лиофилизаторе (VirTis, США). Лиофилизаты хранили при –80 °С и использовали для анализа пигментов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), как описано в работе [8].

Определение пигментов проводили в 3–5 биологических и двух аналитических повторностях. Содержание пигментов рассчитывали на сухую массу и выражали в мг/г. Сухую массу растительного материала определяли высушиванием проб до постоянного веса в сушильном шкафу при 100 °С.

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа (ANOVA) описательной статистики с уровнем значимости 0,05. В таблице и на рисунках представлены средние арифметические величины и их стандартные отклонения.

### Результаты исследований

У растений с оптимальным сроком посева содержание зеленых пигментов достигало 14 мг/г к фазе выметывания метелки и сохранялось на этом уровне вплоть до восковой спелости. В период созревания семян отмечали значительное (в 1,5 раза) снижение количества Хл (рис. 1, а), что обусловлено старением листьев.

Содержание желтых пигментов было более чем в 5 раз меньше, чем зеленых. Судя по изменению величины соотношения Хл/Кар, к фазе восковой спелости отмечалась тенденция повышения относительного содержания Кар (рис. 2, а). Это свидетельствует о большей стабильности желтых пигментов. Соотношение Хл/Кар является индикатором «зрелости» злаковых растений, его низкие значения являются показателями старения, стресса или повреждения фотосинтетического аппарата [9]. По накоплению фотосинтетических пигментов растения ярового овса, культивируемого в условиях Центральной Якутии, уступали растениям, выращиваемым в гумидном климате среднетаежной зоны европейского Востока России [9] и Мурманской области [10].

Растения второго срока сева до конца первой декады сентября содержали на 11–13 % больше зе-

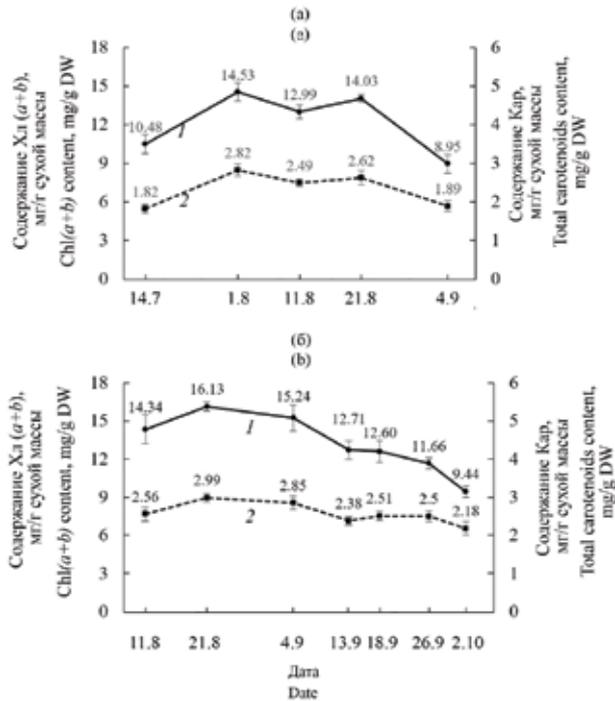


Рис. 1. Динамика содержания суммы Хл и Кар в листьях *Avena sativa* первого (а) и второго (б) сроков посева. 1 – Хл (а + б); 2 – сумма Кар  
 Fig. 1. Dynamics of Chl and carotenoids sum content in the leaves of *Avena sativa* of optimal (a) and late (b) sowing dates. 1 – Chl (a + b), 2 – total carotenoids.

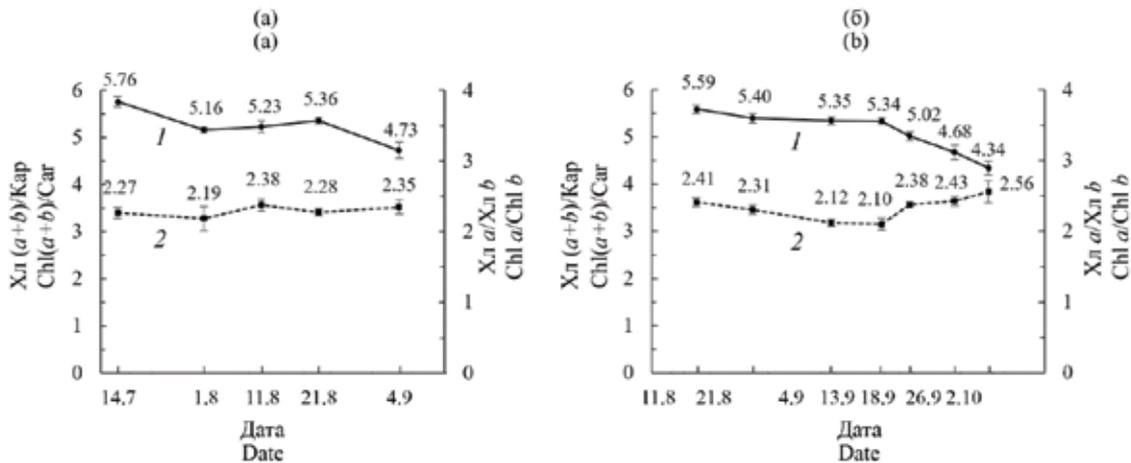


Рис. 2. Соотношения фотосинтетических пигментов в листьях *Avena sativa* первого (а) и второго (б) сроков посева. 1 – Хл (а + б)/Кар; 2 – Хла/Хлб  
 Fig. 2. Relationships of photosynthetic pigments in the leaves of *Avena sativa* of optimal (a) and late (b) sowing dates. 1 – Chl (a + b)/Car; 2 – Chl a/Chl b

ленных и желтых пигментов, чем высеянные в июне (рис. 1, б). Мы связываем это с лучшей влагообеспеченностью, преобладанием облачных дней и умеренными температурами (табл.), способствующими росту вегетативной массы растений. Уменьшение содержания Хл на 40 % наблюдали при значительном снижении среднесуточной температуры во второй половине сентября – начале октября. Если в растениях раннего срока сева снижение содержания Хл было связано со старением листьев, то у растений позднего срока сева оно обусловлено сезонным падением температуры. При этом достоверное увеличение значения соотношения Хла/Хлб, обусловленное большей степенью деградации Хлб, чем Хла,

отмечали только при околонулевых температурах (табл., рис. 2, б). При низких положительных температурах (+1–3 °С) в листьях ярового овса усиливаются процессы, ведущие к избыточному образованию активных форм кислорода, повышению уровня перекисного окисления липидов и фотодеструкции Хл. Наступление низких положительных и околонулевых температур вызывает падение ассимиляции CO<sub>2</sub>, и, как следствие, редукцию и разрушение фотосинтетического аппарата яровых злаков.

Каротиноиды проявили большую устойчивость к понижению температуры среды. Снижение соотношения Хл/Кар, наблюдаемое во второй половине сентября, указывает на повышение относительного

Таблица 1  
Сроки прохождения фенологических фаз развития *Avena sativa* и метеорологические показатели в период проведения исследований (Центральная Якутия, 2017 г.)

Table 1  
*Terms of the phenological phases of Avena sativa development and meteorological data during the research period (Central Yakutia, 2017)*

Дата Date	Фазы развития Stages of development	Среднесуточная температура воздуха, °С* The average air temperature, °С*	Сумма осадков, мм** Rainfall, mm**	Фотопериод, ч Photoperiod, h
I срок посева (17 июня), летний период <i>Optimal sowing date (June 17), summer period</i>				
17.07	Начало выхода в трубку <i>Onset of booting stage</i>	20,8 ± 3,4	1,0	18,4
01.08	Выметывание <i>Paniculation</i>	19,4 ± 5,6	8,8	17,2
11.08	Молочная спелость <i>Milky ripeness</i>	17,6 ± 1,6	12,6	16,2
21.08	Восковая спелость <i>Waxy ripeness</i>	15,4 ± 3,7	12,4	15,3
04.09	Созревание <i>ripening</i>	11,6 ± 5,2	12,3	14,0
II срок посева (25 июля), осенний период <i>Late sowing date (July 25), autumn period</i>				
11.08	Кущение <i>Tillering</i>	17,6 ± 1,6	12,6	16,2
21.08	Начало выхода в трубку <i>Onset of booting stage</i>	15,4 ± 3,7	12,4	15,3
04.09	Трубкавание <i>Booting</i>	11,6 ± 5,2	12,3	14,0
13.09	Трубкавание <i>booting</i>	8,0 ± 3,8	35,5	13,1
18.09	Выметывание <i>Paniculation</i>	6,9 ± 3,0	12,2	12,4
26.09	Молочная спелость <i>Milky ripeness</i>	5,0 ± 3,1	10,7	11,6
02.10	Молочная спелость <i>Milky ripeness</i>	0,2 ± 1,0	11,0	11,2

\* Средние значения за 48 ч до взятия проб; \*\* сумма за 10 суток до взятия проб, представлены данные Якутского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

\*48 h mean before sampling; \*\* the amount within 10 days before sampling, data of Yakut Republic Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring

содержания желтых пигментов в листьях овса позднего срока сева на 20 % (рис. 2, б). При уходе зеленых растений в фазе молочной спелости под снег в октябре содержание суммы каротиноидов составило 2,2 мг/г, а хлорофиллов выше – 9 мг/г (рис. 1, б).

Для характеристики биологической ценности зеленой массы большой интерес представляет соотношение различных форм каротиноидов. Выявлено, что у растений позднего посева долевое содержание индивидуальных каротиноидов в общем пуле желтых пигментов практически не зависит от фенологической фазы роста и развития растений, а также сезонного снижения температуры. На долю β-каротина приходится 26–30 %, ксантофиллы лютеин + зеаксантин составляют 39–40 %, виолаксантин – 17–21, неоксантин – 9–10, антраксантин – 4–5 % суммы каротиноидов (рис. 3).

При зимнем хранении зеленой массы заморозки растений в рулонах потери каротиноидов не превышали 20 %, а их соотношение практически не изменилось.

#### Выводы. Рекомендации

Нами впервые получены сравнительные данные, характеризующие состояние пигментного комплекса и динамику его изменения в листьях ярового овса различных сроков сева в условиях Центральной Якутии. Показано, что уровень накопления желтых фотосинтетических пигментов у растений позднего срока сева сопоставим с показателями контрольных растений с оптимальным сроком сева, что определяет биологическую ценность биомассы для производства криокорма. Использование овса при производстве зеленого корма с целью восполнения дефицита каротиноидов при стойловом содержании животных в условиях криолитозоны обоснованно и целесообразно.

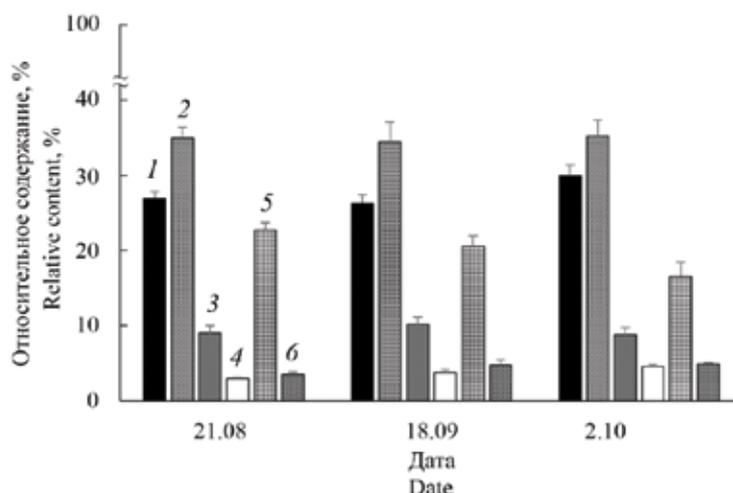


Рис. 3. Относительное содержание индивидуальных каротиноидов (процент от суммы каротиноидов) в листьях *A. sativa* позднего посева. 1 – β-Кар, 2 – Лют, 3 – Нео, 4 – Ант, 5 – Вио, 6 – Зеа  
 Fig. 3. The proportions of individual carotenoids (percent of total carotenoids) in the leaves of *Avena sativa* of late sowing date. 1 – β-Car, 2 – Lut, 3 – Neo, 4 – Ant, 5 – Vio, 6 – Zea

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания ИБПК СО РАН (рег. № АААА-А17-117020110054-6) и ИБ Коми НЦ УрО РАН (рег. № АААА-А17-117033010038-7).

Сокращения: Ант – антераксантин; АФК – активные формы кислорода; Вио – виолаксантин; ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография; Зеа – зеаксантин; Кар – каротиноиды; β-Кар – β-каротин; Ксант – ксантофиллы; Лют – лютеин; Нео – неоксантин; ФСА – фотосинтетический аппарат; Хл – хлорофилл.

#### Abbreviations

Ant – antheraxanthin; ROS – reactive oxygen species; Vio – violaxanthin; HPLC – high performance liquid chromatography; Zea – zeaxanthin; Car – carotenoids; β-Car – β-carotene; Xanth – xanthophylls; Lut – lutein; Neo – neoxanthin; PSA – photosynthetic apparatus; Chl – chlorophylls; dry weight – DW.

#### Литература

- Петрова Л. В. Оценка сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) методом многомерного ранжирования в Центральной Якутии // Земледелие. 2017. № 5. С. 42–45.
- Румянцев В. А., Максимова Х. И. Предпосылки производства криокорма в условиях Центральной Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018а. № 44. С. 71–73.
- Петров К. А. [и др.] Эколого-физиологические и биохимические основы формирования зеленого криокорма в Якутии (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1129–1138.
- Способ получения растительного сырья с повышенным содержанием каротиноидов: пат. РФ № 2649338 / А. А. Перк, В. А. Чепалов, В. В. Нохсоров, Л. Л. Явловская, В. Е. Софронова, К. А. Петров. Заявл. 2015100757/13 (001057) ; опубл. 02.04.2018. – 9 с.
- Румянцев В. А., Максимова Х. И. Использование криокорма в зимнем кормлении оленей // Тенденции развития науки и образования. 2018б. № 44. С. 69–71.
- Dumova O., Lashmanova E., Golovko T. Plant pigments and human health // Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. 2014. Pp. 426–438.
- Liu R., Wang T., Zhang B. et al. Lutein and zeaxanthin supplementation and association with visual function in age-related macular degeneration // Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015. V. 56. Pp. 252–258.
- Софронова В. Е. [и др.] Роль пигментной системы вечнозеленого кустарничка *Ephedra monosperma* в адаптации к климату Центральной Якутии // Физиология растений. 2014. Т. 61. С. 266–274.
- Баталова Г. А., Лисицын Е. М., Тулякова М. В. Изучение состояния фотосинтетического аппарата овса в селекции на устойчивость к эдафическому стрессу // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. №3 (23). С. 43–49.
- Костюк В. И. Хлорофилльный индекс и сбор протеина в северных агроценозах овса // Агрохимия, 2015. № 10. С. 57–62.

#### References

- Petrova L. V. Estimation of oat variety samples (*Avena sativa* L.) by the method of multidimensional ranking in Central Yakutia // Zemledelije. 2017. No. 5. Pp. 42–45.

2. Rumyantsev V. A., Maksimova Kh. I. Prerequisites for the production of cryofodder under the conditions of Central Yakutia // Trends in the development of science and education. 2018a. No. 44. Pp. 71–73.
3. Petrov K. A. [et al.] Eco-physiological and biochemical bases of the green cryo-feed forming in Yakutia (review) // Agricultural Biology. 2017. Vol. 52. No. 6. Pp. 1129–1138.
4. Method for producing vegetative raw materials with increased contents of carotenoids: Pat. of the Russian Federation No. 2649338 / A. A. Perk, V. A. Chepalov, V. V. Nokhsorov, L. L. Yavlovskaya, V. E. Sofronova, K. A. Petrov. Claims 2015100757/13 (001057); publ. 02.04.2018. – 9 p.
5. Rumyantsev V. A., Maksimova Kh. I. Use of cryofodder in winter feeding of deers // Trends in the development of science and education. 2018b. No. 44. Pp. 69–71.
6. Dymova O., Lashmanova E., Golovko T. Plant pigments and human health // Photosynthetic pigments: chemical structure, biological function and ecology. 2014. Pp. 426–438.
7. Liu R., Wang T., Zhang B. et al. Lutein and zeaxanthin supplementation and association with visual function in age-related macular degeneration // Invest Ophthalmol Vis Sci. 2015. Vol. 56. Pp. 252–258.
8. Sofronova V. E. [et al.] The role of pigment system of an evergreen dwarf shrub *Ephedra monosperma* in adaptation to the climate of Central Yakutia // Plant Physiology. 2014. Vol 61. Pp. 266–274.
9. Batalova G. A., Lisitsyn E. M., Tulyakova M. V. Estimation of oat photosynthetic apparatus state in breeding for resistance to edaphic stress // Legumes and groats crops. 2017. No. 3 (23). Pp. 43–49.
10. Kostyuk V. I. The chlorophyll index and protein collecting in the northern agrocenosis of oats // Agricultural Chemistry. 2015. No. 10. Pp. 57–62.

## АНАЛИЗ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА РОССИИ ПО УРОВНЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА)

**Х. Б. БАДАРЧИ**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,  
Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН  
(667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Интернациональная, д. 117А; тел.: 8 923 260-68-84; e-mail: herel\_badarchi@mail.ru),

**В. К. СЕВЕК**, доктор экономических наук, доцент,  
Тувинский государственный университет  
(667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Ленина д. 36; тел.: 8 913 353-85-66; e-mail: vsevek@mail.ru)

**Ключевые слова:** приграничный регион, социально-экономическое развитие, Сибирский федеральный округ, кластерный анализ, факторное пространство.

В статье представлены результаты кластерного анализа 36 приграничных регионов Российской Федерации, разбитых на шесть приграничных зон: Дальневосточная, Монгольская, Казахстанская, Кавказская, Украина-Белорусская и Европейская. При анализе использованы 14 показателей по уровню социально-экономического развития, разделенные на две группы: экономические и социальные. В первую группу вошли 10 экономических показателей, а во вторую – 4 основных социальных показателя, отражающих уровень и качество жизни населения региона. В результате анализа показателей уровня социально-экономического развития получена таксономическая дендрограмма 36 приграничных регионов России. Выявлено, что наиболее развитые по уровню социально-экономического развития приграничные субъекты соответствуют казахстанской и европейской зонам приграничья, а менее развитые соответствуют монгольской и кавказской зонам. Существенными факторами в развитии казахстанской зоны приграничья являются развитая транспортная инфраструктура, созданная еще в советское время, и членство сопредельных государств в Таможенном союзе. А развитость европейской зоны определяется с развитостью сопредельных территорий нашей страны. Приграничные регионы Сибирского федерального округа неоднородны и рассредоточены по разным таксонам от развитой Новосибирской области до глубоко депрессивных республик Алтай и Тыва. Все субъекты приграничья СФО, кроме Республики Тыва, Забайкальского края и частично Республики Алтай, относятся к Казахстанской зоне. Монголия для Республик Алтай и Тыва выступает препятствием для диффузии экономической активности между Китаем и СФО России. Одним из стратегических направлений развития Тывы является развитие транспортной инфраструктуры с непосредственным выходом на китайские рынки через Монголию.

## ANALYSIS OF THE FRONTIER REGIONS OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT OF RUSSIA BY THE LEVEL OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF TYVA)

**Kh. B. BADARCHI**, candidate of economic sciences, senior researcher,  
Tuva Institute of complex development of natural resources SB RAS  
(117A Internatsionalnaya Str., 667000, Republic of Tuva, Kyzyl; phone: +7 923 260-68-84; e-mail: herel\_badarchi@mail.ru)

**V. K. SEVEK**, doctor of economic sciences, associate professor,  
Tuvan State University  
(36 Lenina Str., 667000, Republic of Tuva, Kyzyl; phone: +7 913 353-85-66; e-mail: vsevek@mail.ru)

**Keywords:** border region, socio-economic development, Siberian Federal District, cluster analysis, factor space.

The article presents the results of cluster analysis of thirty-six border regions of the Russian Federation divided into six border areas: the Far Eastern, Mongolian, Kazakhstan, Caucasian, Ukraine-Belarusian and European. The analysis used 14 indicators in terms of socio-economic development, divided into two groups: economic and social. The first group includes 10 economic indicators, and the second 4 main social indicators, reflecting the level and quality of life of the population of the region. As a result of the analysis of indicators of the level of socio-economic development, a taxonomic dendrogram of 36 border regions of Russia was obtained. It was revealed that the most developed in terms of socio-economic development border regions correspond to the Kazakh and European border areas, while the less developed correspond to the Mongolian and Caucasian zones. A significant factors in the development of the Kazakhstan border zone is a developed transport infrastructure, created in Soviet times and the membership of neighboring countries in the Customs Union. And the development of the European zone is determined by the development of the adjacent territories of our country. The border regions of the Siberian Federal District are heterogeneous and dispersed in different taxa from the developed Novosibirsk region to the deeply depressed republics of Altai and Tuva. All subjects of the border area of the Siberian Federal District except the Tuva Republic, Trans-Baikal Territory and partly of the Altai Republic belong to the Kazakhstan zone. Mongolia for the Republics of Altai and Tuva is an obstacle to the diffusion of economic activity between China and the Siberian Federal District of Russia. One of the strategic directions of development of Tuva is the development of transport infrastructure with direct access to Chinese markets through Mongolia.

Положительная рецензия представлена Ю. Г. Полуляхом, доктором экономических наук, действительным членом Международной академии инвестиций и экономики строительства, ведущим научным сотрудником Поволжского научно-исследовательского института экономики и организации АПК.

### Цель и методика исследований

Целью исследования является изучение явления дифференциации регионов по уровню социально-экономического развития в контексте их отнесения к зонам приграничья на примере Республики Тыва Сибирского федерального округа. Под приграничным регионом в рамках настоящего исследования будем подразумевать субъект Российской Федерации, имеющий сухопутный участок периметра, совпадающий с государственной границей Российской Федерации. Республика Крым в анализе не участвует в связи с отсутствием некоторых данных, отраженных в официальной статистике по итогам 2016 года.

Типологическая классификация 36 приграничных регионов России по уровню социально-экономического развития осуществлена по следующим 14 показателям (по итогам 2016 г. по состоянию на начало 2017 г.):

#### Экономические:

- объем валового регионального продукта (ВРП) в расчете на душу населения, тыс. руб.;
- доля обрабатывающих производств в ВРП, %;
- доля добычи полезных ископаемых в ВРП, %;
- доля сельского хозяйства в ВРП, %;
- доля ОКВЭД «Транспорт и связь» в ВРП, %;
- инвестиции в основной капитал на душу населения, руб.;
- инвестиции по ОКВЭД «Транспорт» на душу населения, руб.;
- протяженность дорог с твердым покрытием на 1000 чел. населения, км;
- объем экспорта на душу населения, долл.;
- энергоемкость ВРП, кг условного топлива на 10 тыс. руб.

#### Социальные:

- среднедушевые денежные доходы населения, руб.;
- общая площадь жилых помещений, приходящаяся в среднем на одного жителя, м<sup>2</sup>;
- уровень безработицы, %;
- количество мест в детсадах на 1000 детей, мест.

Классификация осуществлена методом кластерного анализа. Методология и особенности расчетов подробно описаны в соответствующей специальной литературе [1, 2, 3, 4, 5]. Данный метод позволяет устранить фактор субъективизма при определении границ между группами однородных регионов. Традиционно данный статистический метод применяется в биологии и археологии и других естественных науках, в которых существуют задачи классификации, к примеру, отнесения того или иного неизвестного животного к известным на сегодня видам по его морфологическим или иным признакам.

Все показатели являются сопоставимыми, то есть приведены либо в долевых выражениях, либо относительно численности населения. Кроме этого, по-

казатели стандартизированы относительно средних значений (вертикальная стандартизация). Это важно для кластерного анализа и позволяет провести группировку в 14-мерном пространстве, сделать это объективно, несмотря на разные единицы измерения и разрядность чисел. Использованы возможности пакетов прикладных программ Excel и Statistica.

### Результаты исследований

В результате анализа получена следующая таксономическая дендрограмма (рис. 1).

Сопоставление таксономической дендрограммы и данных простого ранжирования приводит к возможности выделения следующих относительно однородных таксономических групп (кластеров) (табл. 1).

Следует отметить, что подобный анализ уже осуществлялся 6 лет назад [6]. Несмотря на то что состав показателей существенно разнится с анализом 6 летней давности системная картина в целом идентична. Это говорит о высокой инерционности регионального развития.

Из табл. 1 следует, что наиболее развитые приграничные субъекты соответствуют казахстанской и европейской зонам приграничья. Наименее развитые приграничные субъекты соответствуют монгольской и кавказской зонам. В настоящее время объективно наиболее «выгодно» соседство с Казахстаном и европейскими государствами. В случае в Казахстаном, вероятно, играет роль, во-первых, членство данного сопредельного государства в Таможенном союзе, во-вторых, существующий еще с советских времен транспортный коридор из юго-восточной и центральной частей Азии. В случае с Европой, вероятно, играет роль относительно высокий уровень развития сопредельных территорий и, соответственно, более высокая трансграничная деловая активность.

Регионы Сибирского федерального округа неоднородны и рассредоточены по разным таксонам от развитого (Новосибирская область) до глубоко депрессивного (Тыва, Алтай). Все субъекты, кроме Республики Тыва и частично Республики Алтай, можно отнести к казахстанской зоне. Монголия, можно сказать, выступает препятствием для диффузии экономической активности между Китаем и СФО в Тыву и Алтай. Сообщение с экономическими центрами Китая в настоящее время на данные внутренние территории России осуществляется через посредствующие логистические хабы: Казахстан и Новосибирск.

Известно, что ключевую роль в транзите товаров из Китая в СФО и обратно через Казахстан играет автомобильный транспорт [7, 8]. На одной из площадок Сибирского экономического форума Союзом экспедиторов, транспортников и логистов Сибири [9] озвучивалось предложение о возможности диверсификации автомобильного транспортного коридора альтернативным маршрутом в Китай напрямую через

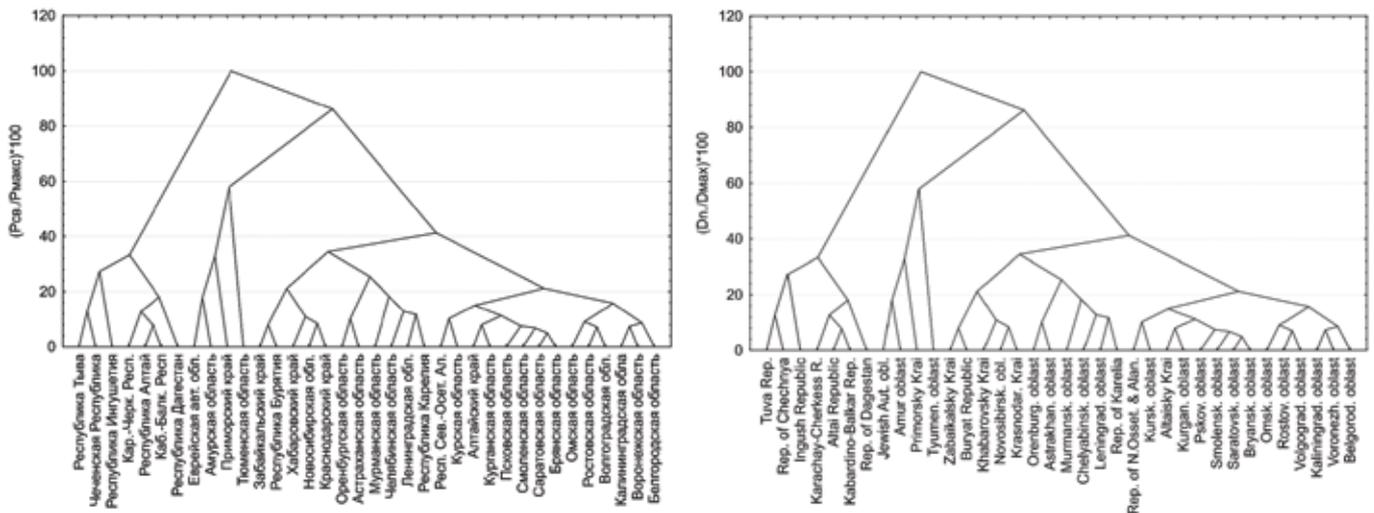


Рис. 1. Дендрограмма 36 приграничных регионов России, классифицированных по 14 показателям социально-экономического развития

Fig. 1. A dendrogram of 36 cross-border regions of Russia, classified according to 14 indicators of socio-economic development

Республику Алтай. Сообщалось, что данное предложение не нашло поддержки у населения Республики Алтай ввиду экологических рисков. На наш взгляд, в данном случае нельзя исключить аффилированность данного возражения с экономическими интересами Казахстана. Известно, что в приграничном Кош-Агачском районе Алтая проживает довольно значительная по численности казахская диаспора.

Так или иначе, вопрос прохождения транспортного коридора из СФО в Китай, к примеру, через Республику Тыва [10, 11], Монголию затрагивает интересы всех сопредельных государств и, возможно, потребует лоббирования интересов, решений на межгосударственном уровне. Здесь не обойтись только инфраструктурой – должны быть еще и таможенные льготы, существенные для сибирских перевозчиков по сравнению с казахстанским транзитом.

Изучение объективно (а в ряде случаев скрыто) существующих связей между показателями развития на множестве приграничных субъектов России требует проведения многомерного факторного анализа. Данный метод позволяет сформировать подобные таксономическим группам из предыдущего анализа «сгустки», некую объективно существующую структуру, но только среди показателей развития. Данный метод тоже широко применяется в биологии и других естественных науках, но уже не в целях классификации самих видов, а для выявления закономерностей в процессах их генеза и развития, к примеру, того или иного животного или растения. Преимущество метода состоит в возможности выявления скрытых неочевидных связей между различными характеристиками изучаемого объекта.

В результате многомерного факторного анализа выявлены следующие факторы, группирующие вокруг себя в той или иной мере тесноты связей 14 элементарных показателей (табл. 2).

Каждому фактору присваивается наименование в соответствии с наименованиями тех признаков, которые имеют в нем наибольшую нагрузку.

Первый фактор назовем условно «Экономика и инвестиции», второй – «Социальное благополучие», третий – «Транспортная инфраструктура», четвертый – «Энергоэффективность» (поскольку данный фактор образован из показателя «Энергоемкость» с отрицательным знаком). Все 4 фактора объясняют 69,9 % дисперсии.

Для наглядности и удобства интерпретации полученных результатов соотношение факторов и поведение в их пространстве (координатах) элементарных показателей рассмотрим их парные комбинации в двумерных пространствах координат. Считаю целесообразным исключить из рассмотрения четвертый фактор «Энергоэффективность», поскольку он не имеет четких связей ни с одним из элементарных показателей, кроме энергоемкости.

Получаем следующие пространства (рис. 2).

Необходимо отметить, что экономическое благополучие в приграничных субъектах России связано, прежде всего, с добывающей промышленностью, с которой, в свою очередь, связана подавляющая часть инвестиций в основной капитал.

Экстенсивное развитие экономики через сектор добычи не имеет устойчивой связи с развитием экспорта и транспортной инфраструктуры. Более того, нет явных оснований утверждать, что модель развития на основе добычи как-то решает проблему безработицы. Несмотря на то что приграничные субъекты в большинстве своем располагаются на южных рубежах страны, их ВРП находится в противофазе к развитию сельского хозяйства.

Из графика видно, что доходы населения в большей части связаны с природной рентой.

Таблица 1

Распределение таксономических групп приграничных регионов России по условным зонам приграничья

	Зоны приграничья					
	Казахстанская	Европейская	Дальневосточная	Украино-Белорусская	Монгольская	Кавказская
<i>Высокоразвитая</i> Тюменская область	■					
<i>Развитые</i> Мурманская обл., Челябинская область, Ленинградская область, Республика Карелия	■	■				
Хабаровский край, <b>Новосибирская область</b> , Краснодарский край	■		■	■		
<i>Среднеразвитые</i> Калининградская область, Воронежская область, Белгородская область		■		■		
Оренбургская область, Астраханская область	■					
Приморский край, Амурская область, Еврейская автономная область			■			
<b>Омская область</b> , Ростовская область, Волгоградская область	■			■		
Псковская область, Смоленская область, Саратовская область, Брянская область	■	■		■		
<i>Слаборазвитые</i> Курская область, Республика Северная Осетия-Алания				■		■
<b>Алтайский край</b> , Курганская область	■					
<i>Депрессивные</i> Забайкальский край, Республика Бурятия					■	
<i>Глубоко депрессивные</i> <b>Республика Тыва</b> , Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Карачаево-Черкесская Республика, <b>Республика Алтай</b> , Кабардино-Балкарская Республика, Дагестан	■				■	■

Table 1

Distribution of taxonomic groups of the border regions of Russia by conditional zones of the border

	Frontier areas					
	Kazakhstan	European	Far East	Ukraine-Belarus	Mongolian	Caucasian
<i>Highly developed</i> Tyumen region	■					
<i>Developed</i> Murmansk region, Chelyabinsk region, Leningrad region, Republic of Karelia	■	■				
Khabarovsk krai, <b>Novosibirsk region</b> , Krasnodar krai	■		■	■		
<i>Moderately developed</i> Kaliningrad region, Voronezh region, Belgorod region		■		■		
Orenburg region, Astrakhan region	■					
Primorsky krai, Amur region, Jewish autonomy region			■			
<b>Omsk region</b> , Rostov region, Volgograd region	■			■		
Pskov region, Smolensk region, Saratov region, Bryansk region	■	■		■		
<i>Underdeveloped</i> Kursk region, Republic of North Ossetia-Alania				■		■
<b>Altai krai</b> , Kurgan region	■					
<i>Depressive</i> Transbaikal krai, Republic of Buryatia					■	
<i>Deeply depressed</i> <b>Republic of Tuva</b> , Chechen Republic, Republic of Ingushetia Karachay-Circassian Republic, <b>Republic of Altai</b> , Kabardino-Balkar Republic Dagestan	■				■	■

Таблица 2  
Матрица распределения факторных нагрузок 14 показателей социально-экономического развития 36 приграничных регионов в пространстве 4 латентных факторов

	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4
ВРП на душу населения за 2016 г., тыс. руб.	0,94	0,19	0,05	0,15
Доля обрабатывающих производств в ВРП, %	-0,25	0,75	-0,30	-0,11
Доля добычи полезных ископаемых в ВРП, %	0,87	-0,14	-0,02	-0,19
Доля сельского хозяйства в ВРП, %	-0,60	-0,44	-0,27	0,31
Доля ОКВЭД «Транспорт и связь» в ВРП, %	-0,10	0,14	0,70	0,24
Инвестиции в основной капитал на душу населения 2016 г., руб.	0,94	0,00	0,03	0,19
Инвестиции в ОКВЭД «Транспорт» на душу населения 2016 г., руб.	0,27	-0,03	0,82	0,12
Протяженность дорог с твердым покрытием на 1000 чел. населения, км	-0,13	-0,05	0,89	-0,02
Экспорт на душу населения, долл.	0,31	0,12	0,73	-0,08
Энергоемкость ВРП, кг условного топлива на 10 тыс. руб.	-0,10	-0,10	-0,15	-0,92
Среднедушевые денежные доходы населения 2016 г., руб.	0,65	0,34	0,33	0,34
Общая площадь жилья на одного жителя, м <sup>2</sup>	0,04	0,88	-0,04	0,19
Уровень безработицы 2016 г., %	-0,24	-0,83	-0,19	-0,18
Обеспеченность детей местами в детских садах на 1000 детей, 2016 г., мест	0,18	0,81	0,27	-0,07
Общая дисперсия	3,65	3,11	2,90	1,31
Доля в общей дисперсии	0,26	0,22	0,21	0,09

Table 2  
The matrix of distribution of factor loads 14 indicators of socio-economic development of 36 border regions in the space of 4 latent factors

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
GRP per capita for 2016, ths. RUB	0,94	0,19	0,05	0,15
The share of manufacturing industries in GRP, %	-0,25	0,75	-0,30	-0,11
Share of mining in GRP, %	0,87	-0,14	-0,02	-0,19
Share of agriculture in GRP, %	-0,60	-0,44	-0,27	0,31
Share OKVED „Transport and communication“ in GRP, %	-0,10	0,14	0,70	0,24
Investments in fixed capital per capita 2016, RUB	0,94	0,00	0,03	0,19
Investment in OKVED „Transport“ per capita 2016, RUB	0,27	-0,03	0,82	0,12
The length of roads with hard surface for 1000 people population, km	-0,13	-0,05	0,89	-0,02
Exports per capita, USD	0,31	0,12	0,73	-0,08
Energy intensity of GRP, kg conditional fuel for 10 ths. RUB	-0,10	-0,10	-0,15	-0,92
Per capita cash income of the population in 2016, RUB	0,65	0,34	0,33	0,34
The total area of housing per inhabitant, m <sup>2</sup>	0,04	0,88	-0,04	0,19
Unemployment rate 2016, %	-0,24	-0,83	-0,19	-0,18
Provision of children in places in kindergartens per 1000 children, 2016, places	0,18	0,81	0,27	-0,07
Total dispersion	3,65	3,11	2,90	1,31
Share total	0,26	0,22	0,21	0,09

Понятие «экстенсивное развитие», то есть развитие на основе добычи ресурсов, оправдывает свою характеристику на примере отсутствующей связи с ключевыми показателями фактора 2 «Социальное благополучие». При этом можно утверждать, что социальное благополучие тесно связано с развитием сектора обрабатывающих производств.

Исходя из графика на рис. 3, можно сделать вывод о том, что экстенсивное экономическое благополучие

из социальных показателей имеет определенное отражение на доходах населения. С остальными социальными показателями оно практически не связано.

Основной вывод касательно фактора «Транспортная инфраструктура» состоит в том, что он не связан ни с экономикой, ни с социальной сферой, имеет какую-то изолированную сущность. Единственный показатель, который тесно связан с развитием транспортной инфраструктуры, это объемы экспорта. Это

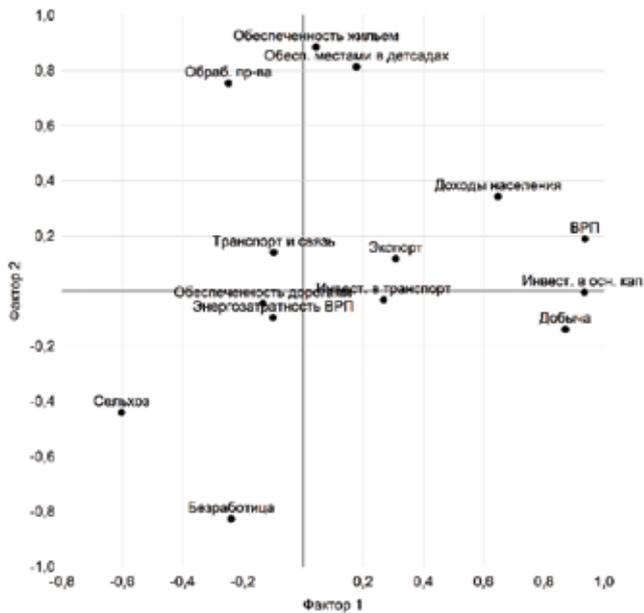


Рис. 2. Факторное пространство: ось абсцисс «Экономика и инвестиции», ось ординат «Социальное благополучие»

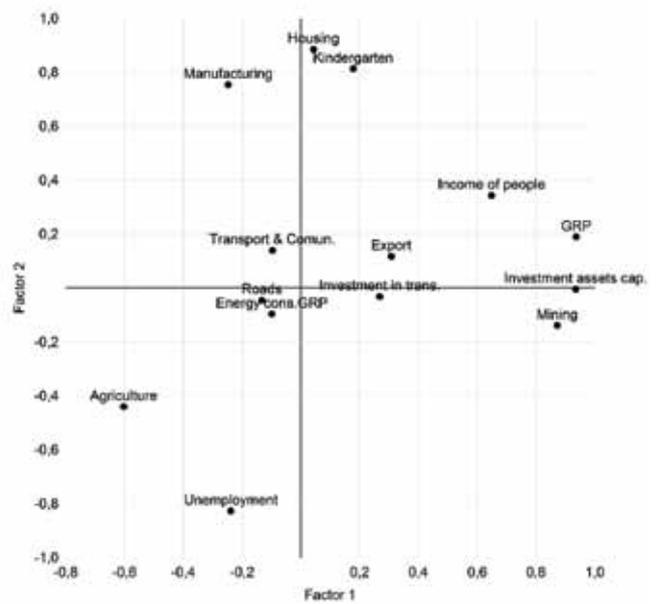


Fig. 2. A factor space: the x-axis „Economy and investment“, the y-axis „Social welfare“

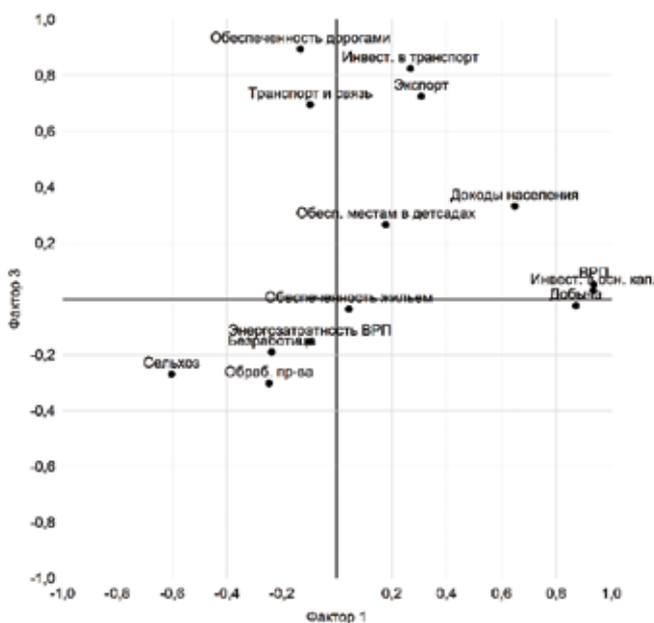


Рис. 3. Факторное пространство: ось абсцисс «Экономика и инвестиции», ось ординат «Транспортная инфраструктура»

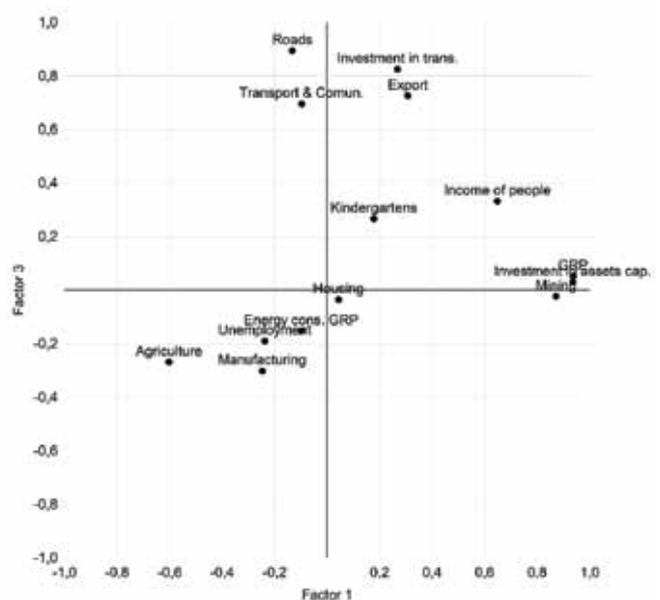


Fig. 3. A factor space: the x-axis „Economy and investment“, the y-axis „Transport infrastructure“

может быть характеристикой того, что экспортный потенциал региона легче реализовать вблизи крупных транспортных узлов, которые по определению так или иначе выходят на крупные таможенные пункты страны.

Парадоксальный вывод из представленного графика состоит в том, что развитие транспортной инфраструктуры никоим образом не связано ни с одним из секторов (добыча, обрабатывающие производства, сельское хозяйство), кроме как сугубо «своим» ОКВЭД «Транспорт и связь». Есть незначительное согласие с фактором «Социальное благополучие» по показателям доходов населения и мест в детских са-

дах. Но в остальном фактор «Транспортная инфраструктура» нейтрален.

### Выводы. Рекомендации

Выявленные выше закономерности являются системным образом категории приграничного субъекта России. Это означает, что мы выявляем общие закономерности, которые могут не соответствовать напрямую характеру развития того или иного конкретного субъекта федерации, но тем не менее дают сведения об особенностях характерных для их подавляющего большинства.

Из характера взаимосвязей факторов и поведения элементарных показателей в их пространствах

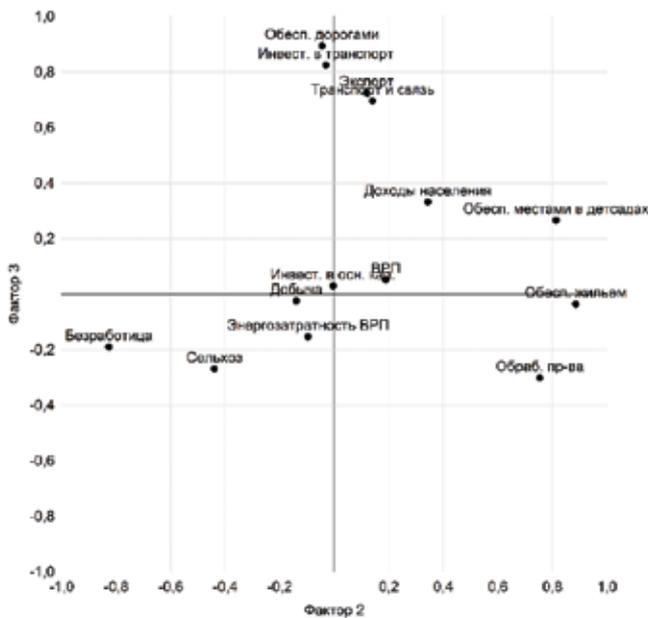


Рис. 4. Факторное пространство: ось абсцисс «Социальное благополучие», ось ординат «Транспортная инфраструктура»

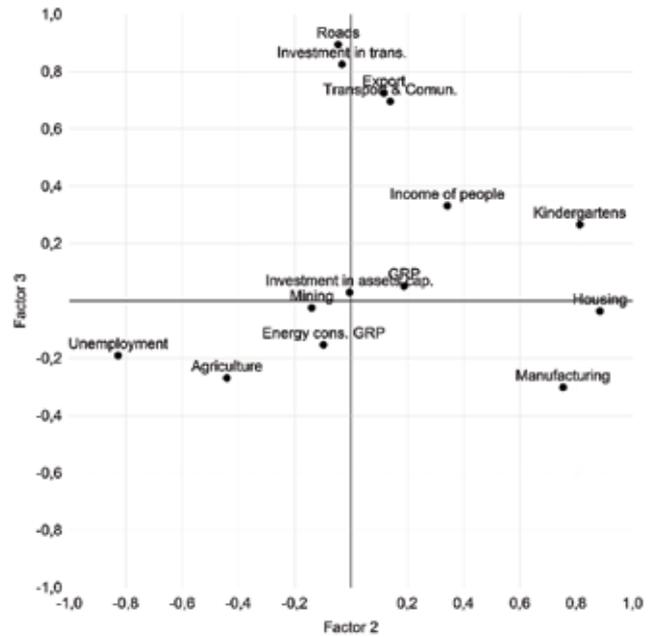


Рис. 4. A factor space: the x-axis „Social welfare“, the y-axis „Transport infrastructure“

следует, что приграничные субъекты России развиваются вне логики и механизмов целостных систем. То есть логичные и, казалось бы, не нуждающиеся в доказывании механизмы (например, что экономический рост в регионе должен обязательно привести к росту денежных доходов, обеспеченности жильем, детскими садами, школами) в наблюдаемом случае не работают.

Одной из возможных причин такой картины анализа может быть так называемый «принцип прогрессирующей сегрегации», когда элементы внутри подсистемы теряют связь ввиду установления и развития других связей на общесистемном уровне. К примеру, эффект от экономического развития в регионе направляется не на решение ее социальных вопросов, а с консолидацией аналогичных потоков из других регионов на решение неких вопросов общегосударственного уровня. А социальное развитие в регионе опосредуется через общегосударственный уровень. Следует отметить, что это больше характерно для унитарных государств и в меньшей степени для государств, имеющих федеративное устройство. Наше государство имеет де-факто унитарное цен-

трализованное прошлое и в настоящее время, хотя и существует де-юре как федеративное, тем не менее де-факто, на наш взгляд, таким в полной мере не является.

В задачи исследования не входит оценка того, хорошо это или плохо. Возможно, это имеет определенные обоснования и целесообразность на федеральном уровне администрирования.

Но для Республики Тыва, как и Республики Алтай, в настоящее время будет правильным добиваться непосредственного выхода на китайские рынки (новый шелковый путь) и зарабатывать, возможно, на обслуживании транспортного потока из регионов СФО в Китай и обратно. Другое направление усилий должно быть направлено на получение от федерального центра эксклюзивных преференций на развитие обрабатывающих производств. Если сравнивать с учетом полученных данных сектор обрабатывающих производств и сектор добычи, образно говоря, первый будет «лекарством», поскольку приведет к запуску механизмов саморазвития, а второй в существующих системных условиях будет лишь «наркотиком» без лечения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-410-170002 p\_a и Правительства Республики Тыва.

### Литература

1. Сидняев Н. И. Теория планирования эксперимента и анализа статистических данных: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2019. – 495 с.
2. Асаул А. Н., Донгак Б. А. Перспективы кластерной организации предпринимательства в агропромышленном комплексе Тувинской Республики // Научные труды Вольного экономического общества России. 2016. Т.199. № 3. С. 375–393.
3. Севек В. К., Бадарчи Х. Б., Донгак Б. А., Дагба-Лама Э. Э. Размещение производств по переработке сельскохозяйственной продукции в Республике Тыва в соответствии с кластерным принципом // Аграрный вестник Урала. 2015. № 10 (140). С. 93–96.

4. Малофеев А. О., Севек В. К., Зенович О. С. Многоагентное взаимодействие в динамической задаче управления венчурными проектами // Экономическое возрождение России. 2012. № 1 (31). С. 124–131.
5. Докан-оол А. А., Севек В. К. Комплексный анализ уровня социально-экономического развития муниципальных образований Республики Тыва // Научное обозрение: теория и практика. 2018. № 2. С. 76–84.
6. Бадарчи Х. Б., Дабиев Д. Ф. Типологический анализ приграничных регионов России по уровню социально-экономического развития (на примере Республики Тыва) // Проблемы прогнозирования. 2012. № 2. С. 89–101.
7. Асаул А. Н., Малыгин И. Г., Комашинский В. И. Четвертая промышленная революция (industrie 4.0) в транспортной и сопутствующих отраслях // Проблемы управления рисками в техносфере. 2016. № 2 (38). С. 70–78.
8. Севек В. К., Сагаан-оол К. Б., Ооржак А. М. Анализ транспортной инфраструктуры Республики Тыва // Научное обозрение: теория и практика. 2017. № 11. С. 72–79.
9. СТЭЛС принял участие в Сибирском экономическом форуме // Сайт Союза транспортников, экспедиторов и логистов Сибири. URL: <http://stelssib.ru/stehls-prinjal-uchastie-v-sibirskom-ehkonomicheskom-forume> (дата обращения: 22.11.2018).
10. Асаул М. А. Создание новых транспортных маршрутов между Европой и Азией // Мировое инновационное соревнование. Роль и место России в нем: материалы XVIII научно-практической конференции. 2016. С. 434–442.
11. Севек В. К., Донгак Б. А., Донгак Ч. Г., Манчык-Сат Ч. С., Севек Р. М., Оюн Ш. В. Влияние транспортной инфраструктуры на экономическое развитие приграничного региона (на примере Республики Тыва) // Экономика и предпринимательство. 2018. № 11. С. 571–575.

#### References

1. Sidnyaev N. I. Theory of experiment planning and analysis of statistical data [Electr. resource]: textbook and workshop for bachelor and master / N. I. Sydneyev. – 2nd ed., revised and supplemented. – Moscow : Jurait, 2019. – 495 p.
2. Asaul A. N., Dongak B. A. Prospects for the cluster organization of entrepreneurship in the agro-industrial complex of the Tuva Republic // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. 2016. T. 199. No. 3. Pp. 375–393.
3. Sevek V. K., Badarchi Kh. B., Dongak B. A., Dagba-Lama E. E. Placement of production for processing agricultural products in the Republic of Tyva in accordance with the cluster principle // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 10 (140). Pp. 93–96.
4. Malofeev A. O., Sevek V. K., Zenovich O. S. Multi-agent interaction in the dynamic task of managing venture projects // Economic Revival of Russia. 2012. No. 1 (31). Pp. 124–131.
5. Dokan-ool A. A., Sevek V. K. Comprehensive analysis of the level of socio-economic development of municipalities of the Republic of Tyva // Scientific Review: Theory and Practice. 2018. No. 2. Pp. 76–84.
6. Badarchi Kh. B., Dabiev D. F. Typological analysis of the border regions of Russia in terms of socio-economic development (on the example of the Tyva Republic) // Problems of forecasting. 2012. No. 2. Pp. 89–101.
7. Asaul A. N., Malygin I. G., Komashinsky V. I. The Fourth Industrial Revolution (4.0) in the transport and related industries // Problems of Risk Management in the Technosphere. 2016. No. 2 (38). Pp. 70–78.
8. Sevek V. K., Sagaan-ool K. B., Oorzhak A. M. Analysis of the transport infrastructure of the Republic of Tyva // Scientific Review: Theory and Practice. 2017. No. 11. Pp. 72–79.
9. STELS took part in the Siberian Economic Forum // Site of the Union of transport workers, freight forwarders and logisticians of Siberia. URL: <http://stelssib.ru/stehls-prinjal-uchastie-v-sibirskom-ehkonomicheskom-forume> (access date: 22.11.2018).
10. Asaul M. A. Creating new transport routes between Europe and Asia // World innovation competition. The role and place of Russia in it: Proceedings of the XVIII Scientific Practical Conference. 2016. Pp. 434–442.
11. Sevek V. K., Dongak B. A., Dongak C. G., Manchyk-Sat.C. S., Sevek R. M., Oyun Sh. V. The impact of transport infrastructure on the economic development of the border region (on the example of the Tyva Republic) // Economy and Entrepreneurship. 2018. No. 11. Pp. 571–575.

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ЦИФРОВИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ

**Б. А. ВОРОНИН**, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой управления и права,  
Уральский государственный аграрный университет  
(620075, Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42; e-mail: voroninba@yandex.ru),  
**А. Н. МИТИН**, доктор экономических наук, профессор,  
заведующий кафедрой теории и практики управления,  
**О. А. ПИЧУГИН**, кандидат экономических наук, старший преподаватель,  
Уральский государственный юридический университет  
(620137, Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 23; e-mail: idom@usla.ru, oleg-2693717@yandex.ru)

*Ключевые слова:* процессы, задачи цифровизации сельского хозяйства, «умные» технологии, инвестиции, продовольствие, информационно-технологический хаб, переподготовка кадров.

В статье рассмотрен начавшийся процесс цифровизации сельского хозяйства и комплекс задач, решение которых позволит значительно повысить уровень конкурентоспособности этой отрасли. Развитые страны успешно модернизируют свою экономику, развивают в сельском хозяйстве инновационные технологии, где доминируют искусственный интеллект, автоматизация и цифровые платформы, что дает им дополнительные конкурентные преимущества. В Российской Федерации наибольшим потенциалом в сельском хозяйстве будут обладать технологии мониторинга, управления техникой, точное земледелие, сеть связанных через интернет объектов, способных собирать данные и обмениваться информацией, поступающей со встроенных сервисов. Решение названных и других задач возможно при интенсификации внедрения информационных технологий, объединения усилий разработчиков программ, инвесторов, специалистов и органов власти. Гипотеза исследуемой темы цифровизации сельского хозяйства содержит тезис об исключительной перспективности этой работы, что предполагает привлечение большего числа ученых для разработки по созданию наиболее эффективных моделей внедрения этих технологий.

## MANAGEMENT OF DIGITALIZATION PROCESSES IN AGRICULTURE OF RUSSIA

**B. A. VORONIN**, doctor of law, professor,  
head of Department of management and law,  
Ural State Agricultural University  
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg; e-mail: voroninba@yandex.ru),  
**A. N. MITIN**, doctor of economic sciences, professor,  
head of Department of theory and practice of management,  
**O. A. PICHUGIN**, candidate of economic sciences, senior lecturer,  
Ural State Law University  
(23 Komsomolskaya Str., 620137, Ekaterinburg; e-mail: idom@usla.ru, oleg-2693717@yandex.ru)

*Keywords:* the processes, tasks of agriculture digitalization, smart technologies, investments, food, information technology hub, retraining.

The article considers the beginning of the process of digitization of agriculture and a set of tasks, the solution of which will significantly increase the level of competitiveness of this industry. Developed countries are successfully modernizing their economies, developing innovative technologies in agriculture, where artificial intelligence, automation and digital platforms dominate, which gives them additional competitive advantages. In the Russian Federation, the greatest potential in agriculture will be provided by monitoring technology, machinery control, precision farming, a network of Internet-related facilities capable of collecting data and sharing information from integrated services. The solution of these and other tasks is possible with the intensification of the introduction of information technologies, the joint efforts of program developers, investors, specialists and authorities. The hypothesis of the studied topic of digitization of agriculture contains the thesis of the exceptional prospects of this work, which involves the involvement of a larger number of scientists to develop the creation of the most effective models for the introduction of these technologies.

*Положительная рецензия представлена Г. Н. Пряхиным, доктором экономических наук, профессором Челябинского государственного университета.*

### Введение

Процессы цифровизации сельского хозяйства в странах приходят неравномерно, а потому применяются и другие термины: цифровая трансформация, «умное» сельское хозяйство, цифровые компетенции для аграрной сферы экономики. Но, как правило, во всех исследованиях по этой проблематике основное внимание уделяется развитию инфраструктуры, что связано с модернизацией имеющихся волоконно-оптических линий и сетей мобильной связи. Хотя не менее большое значение приобретают задачи совместимости имеющейся техники с новыми видами связи и обмена информацией, формирование «цифровых компетенций» пользователей, имеющих отношение к сельскохозяйственному производству и трансферу продуктов.

Поскольку Россия несколько отстает по темпам цифровизации, то процесс расширения сервисов и сама цифровизация рассматриваются как механизм преодоления цифрового неравенства. Об этом свидетельствует национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», основная цель которой – предоставление «близких цифровых возможностей» населению. К сожалению, на момент принятия Программы раздел «Цифровизация сельского хозяйства» не был готов, поэтому в виде подпрограммы она готовилась с начала 2018 года для рассмотрения и утверждения уже в 2019 году.

Специфика цифровизации сельского хозяйства такова, что жителям малых городов и сельских местностей в стране часто недоступны информационно-коммуникационные технологии по причине отсутствия того же широкополосного интернета. Хотя по результатам измерений, в последние годы 47 % мирового населения имеют доступ в интернет, в развитых странах число регулярных пользователей достигает 89 %, а в России этот показатель равен 76 %. По данным статистики, в 35 странах использование интернета в сельских и малонаселенных пунктах значительно ниже, чем в городской местности. Это зависит от уровня образования, доходов, высокой доли пожилых людей, интересов общения, отсутствия навыков получения информационных сервисов и др. [1]

Цифровизация сельского хозяйства должна кардинально изменить внедрение локальных цифровых сервисов, сельскохозяйственные организации заметно снизят свои затраты на технику, связь, помещения, при использовании неквалифицированного труда, а также при консолидации усилий в получении геоданных, внедрении точных технологий и др. Увеличится доля граждан, пользующихся онлайн государственными услугами при доступе к дистанционному обучению, появятся специалисты, профессионально внедряющие инновации в информационно-коммуникационном секторе.

*avv.usaca.ru*

### Цель и методика исследований

На этапе формирования государственной программы «Цифровизация сельского хозяйства» увеличивается интерес исследователей к преимуществам цифровых технологий, начинают внедряться стартапы, целью которых остается создание механизмов внедрения перспективных цифровых технологий сельскохозяйственного производства.

Это происходит по причине интенсивного внедрения «умных» технологий в мире. Подтверждением является рост количества экспонатов на мировой выставке сельхозтехники в Ганновере в ноябре 2017 года (более 2800 экспонатов из 53 стран). Наблюдается устойчивая тенденция увеличения автоматизации в аграрных производственных процессах в сочетании с новыми информационными технологиями при управлении машинами и механизмами, электронизированная логистика [2].

Цель исследования – выявление новых научных решений, которые могут быть использованы при разработке концептуальных положений, перспектив и задач цифровизации в российском аграрном секторе и логистики продовольствия.

Методика исследования основывается на анализе процессов цифровой модернизации сельского хозяйства, результатов различных мониторингов осуществления поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, диагностике статистических данных и данных системы управленческого учета экономических субъектов.

### Результаты исследований

В развитых странах более двух десятилетий назад начато внедрение экономики знаний. Европейская экономическая комиссия ООН разработала и внедрила стандарты электронного делового оборота, в том числе и для агропродовольственного сектора [3]. Уже действуют электронные фитосанитарные сертификаты, электронный обмен результатами лабораторных анализов, управление и обмен сертификатами на торговлю, электронное уведомление по вопросам безопасности пищевых продуктов и кормов и др. Внедряется цифровое наблюдение логистики поставок продовольствия.

Продовольственной и сельскохозяйственной организацией при Организации Объединенных Наций (ФАО) также уделяется пристальное внимание проблеме электронного сельского хозяйства (e-agriculture) и цифрового сельского хозяйства (digital agriculture). Ежегодно проводятся форумы и веб-семинары по электронному сельскому хозяйству. В 2016 г. было выпущено Руководство по разработке Стратегии электронного сельского хозяйства для стран Азиатско-Тихоокеанского региона (E-agriculture Strategy Guide, Piloted in Asia-Pacific countries) [4].

При запуске процессов массовой цифровизации отечественного сельского хозяйства предстоит решить ряд взаимосвязанных задач: нормативно-правового обеспечения; технической поддержки; тотальной инновации; финансовой поддержки, исполнения природоохранного законодательства и сохранения ресурсов; проведения повсеместного ситуационного анализа; подготовки и переподготовки кадров по вопросам цифровой экономики и «умных» технологий в сельском хозяйстве.

Стратегию и тактику решения названных и других задач важно определить Министерству сельского хозяйства РФ совместно с Российской академией наук и в сотрудничестве с другими ведомствами и предприятиями. Основная цель решения задач – уменьшение затрат на производство единицы сельскохозяйственной продукции, создание условий для продовольственной безопасности страны.

При запуске процессов цифровизации аграрного сектора потребуется определить их периодичность и объем. Это не только пилотные технологии, внедрение интернета вещей, Uber для сельхозтехники, блокчейна, но и улучшение качества жизни населения сельских территорий.

1. Нормативно-правовое обеспечение цифровизации отечественного сельского хозяйства, к сожалению, пока носит фрагментарный характер, а концептуальные положения для решения этой задачи только обсуждаются. Основные идеи были обсуждены в 2015 г. в рамках Национальной технологической инициативы. В 2016 г. постановлением Правительства Российской Федерации утверждены «дорожные карты» различных направлений Национальной технологической инициативы: EnergyNet, Foodnet, Safenet, HealthNet, AeroNet, AutoNet, FunNet, NeuroNet. Для «умного» сельского хозяйства это Foodnet.

В этот же период Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 утверждается Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Еще одним Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» были определены ее наиболее перспективные направления развития. В результате постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 утверждается Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы. В том же году месяцем ранее утверждается программа «Цифровая экономика Российской Федерации (распоряжение № 1632-р), а в 2018 году выходит Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации» до 2024 года от 7 мая 2018 г. № Д04».

На первый взгляд, нормативно-правовая основа создана, но электронное сельское хозяйство в этих документах не было поименовано. Минсельхозу России пришлось готовить предложения, которые могли бы составить государственную подпрограмму «Цифровое сельское хозяйство». Ее замысел таков: создание единой информационной системы учета сельскохозяйственных земель; внедрение проектов отслеживания движения сельскохозяйственной продукции от «поля до прилавка»; формирование интерактивной почвенной карты страны, дальнейшая роботизация сельскохозяйственного производства.

А поскольку с 2015 г. Российская Федерация является членом Евразийского экономического союза, в подпрограмму потребуется включить совместный проект создания единой цифровой платформы по управлению и продвижению сельскохозяйственной продукции: цифровые рынки товаров, услуг, капитала и рабочей силы, цифровая трансформация процессов управления, цифровая инфраструктура и безопасность.

Предшественницей цифровизации сельского хозяйства можно смело назвать его роботизацию. По состоянию на апрель 2017 г. робототехника использовалась в 28 регионах России в 103 организациях сельского хозяйства в основном молочно-продуктовой направленности [5]. В Свердловской области, по данным Министерства АПК и продовольствия, используется более 37 доильных роботов и один робот – подраиватель кормов. Этого явно недостаточно. Средняя плотность роботизации в мире составляет 74 робота на 1000 работников в целом по экономике [6].

На одном из сайтов была размещена любопытная пояснительная записка о возможностях реализации программы «Цифровая экономика российской Федерации» по направлению «Цифровое сельское хозяйство» [7]. Среди организаторов заявки – Минсельхоз России, ПАО «Сбербанк», Фонд «Сколково», МГУ им. М. В. Ломоносова и другие структуры.

В ней обозначены пять основных направлений цифровизации сельскохозяйственного производства и спрогнозированы последствия от их внедрения:

- 1) растениеводство, первичная переработка, ускоренная селекция и генетика;
- 2) овощи открытого и закрытого грунтов, тепличная отрасль;
- 3) фрукты и ягоды, технологии переработки и хранения;
- 4) аквакультура, рыболовство, технологии переработки;
- 5) птицеводство и животноводство, питание, ускоренная селекция и генетика.

Внедрение мероприятий по этим направлениям меняет:

- формы государственной поддержки производителя сельскохозяйственной продукции и услуг;
- функции финансового и страхового секторов;
- средства производства сельскохозяйственной продукции;
- инфраструктуру ее хранения и обработки, логистические и сбытовые цепочки;
- процессы надзора и контроля;
- образовательные процессы и состав программ обучения.

Предложены расчеты по результатам реализации программы: прогнозные обеспечение роста вклада в экономику к 2024 году до 8,9 трлн рублей; увеличение экспортной выручки до 45 млрд долларов. Хорошо, если конструктивные предложения этой пояснительной записки войдут в подпрограмму «Цифровое сельское хозяйство», чтобы радикально изменить сегодняшнюю ситуацию. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, наша страна занимает лишь 15 место в мире по уровню цифровизации. В ней только 10 % пашен обрабатывается с применением системы ГЛОНАСС [8].

2. Задачи технической поддержки цифровизации сельского хозяйства несколько.

Первая из них имеет прикладной характер – совместимость работы различных приборов и компьютерных программ для их последующей координации при управлении всеми процессами в сельском хозяйстве.

Для решения этой задачи в странах ЕС уже используется техническая новинка – так называемый интернет вещей. Это процесс сведения различных данных приборов показаний счетчиков, сенсоров, специальных устройств в общую систему формирования информационных контентов.

Однако здесь имеется проблема, одинаково сложная как для европейских государств, так и для нашей страны. Поскольку приборы, датчики, сенсоры различных сельскохозяйственных машин и агрегатов выпускаются различными фирмами, требуется создание стандартизированного формата и специальной компьютерной платформы, с помощью которых появляется возможность совместить работу ЭВМ, внедрить единый алгоритм и распространить его в наиболее «продвинутых» регионах. Для всей отрасли сельского хозяйства это пока сделать невозможно по причине неравной информатизации сельской местности и отсутствия унифицированной сельскохозяйственной техники.

Ознакомление с опытом внедрения в Европейском Союзе такой компьютерной платформы, как ADAPT (для специалистов это часть софта AgGateway), может значительно ускорить внедрение подобного аналога и у нас.

Вторая задача технической поддержки – создание условий для ускорения модернизации сельской

местности. Для каждого субъекта Федерации при ее решении требуются комплексность и планомерность мероприятий. Это в равной мере относится к доступности скоростного или сверхскоростного широкополосного интернета и даже простой сотовой связи. В городах Свердловской области он доступен для 50–70 % пользователей, а в сельской местности лишь для 15–25 %. Сроки преодоления такого разрыва требуют значительных средств на развитие инфраструктуры, но такие вложения просто необходимы. К началу 2019 года в России технологии точного земледелия применяются лишь в 3 % аграрных хозяйств. В развитых европейских странах эта цифра достигает более 80 % [9].

Третья задача технической поддержки – оцифровка ресурсов путем создания специальной компьютерной платформы, на которой разместятся все данные о местоположении земельных участков, их принадлежности и агрономических характеристиках.

Четвертая задача технической поддержки – модернизация сельскохозяйственного машиностроения. На всю технику для сельского хозяйства необходимо устанавливать системы навигации и дистанционного управления оборудованием, что позволит повсеместно внедрить цифровое точное земледелие, роботизированные комбайны и трактора, беспилотное внесение минеральных удобрений, химических средств защиты растений и др.

Но при научном анализе проблем цифровизации отечественного сельского хозяйства важно понимать следующее.

Приобрести современную автоматизированную технику российским сельскохозяйственным производителям чрезвычайно трудно по причине отсутствия финансовых ресурсов. Это будет возможно при формировании взаимоотношений «поставщик техники – сельхозпредприятие». Именно такую модель контракта жизненного цикла с предиктивным техническим обслуживанием, основанным на автоматическом мониторинге технического состояния техники, оплате техники по фактическому времени ее использования, предлагает в своих исследованиях А. Герасимов [10]. Это так называемая модель Uber для сельхозтехники. Особенно она привлекательна для малых хозяйств. А крупные могут выступать базой для технического обслуживания, еще более снижая таким образом расценки для себя на использование сельхозтехники.

Важно отметить, что речь идет не только об увеличении количества средств механизации (например, тракторов) на единицу обрабатываемой площади полей, но и о повышении эффективности ее использования (утилизации). Однако дефицит средств механизации столь велик (шестикратное отставание от уровня США и 17-кратное – от уровня Германии в

расчете на 100 км<sup>2</sup> обрабатываемых площадей), что даже при трехкратном повышении уровня утилизации средств механизации за счет создания пула ресурсов с единым автоматическим управлением (Uber для сельхозтехники) потребность в увеличении количества средств механизации может составить не менее плюс 100 %. Применительно к тракторам это плюс около 300 000 единиц техники.

И это без учета возможного увеличения площади обрабатываемых земель. Для сравнения: годовой объем производства тракторов сельскохозяйственного назначения в России составляет в последние годы менее 10 000 штук в год, а доля тракторов старше 9 лет в существующем парке тракторов сельскохозяйственного назначения составляет более 85 %, то есть при нормативном сроке полной амортизации трактора в 10 лет подавляющее большинство эксплуатируемых в России тракторов также требуют замены. Речь идет о реальной возможности формирования системы транспортных услуг в сельском хозяйстве за счет перехода на модель оплаты по фактическому использованию рынка услуг средств механизации, размер которого только для тракторов исчисляется цифрами в 600 000 штук техники, или в 60 годовых объемов производства сельхозтракторов в России. Аналогичная ситуация с зерноуборочными комбайнами, потенциал роста спроса на которые можно оценить в 200 000 штук при существующем парке в 100 000 штук и степени физического износа ~80 %. При этом переход на модель оплаты по фактически использованному времени или другим метрикам позволит производителям техники сделать платежи более «гладкими», фактически перейти на модель оператора сотовой связи и работать в терминах среднего ежемесячного платежа абонента (ARPU).

3. В идее распространения цифровых технологий на аграрный сектор экономики содержится тезис тотальных инноваций, связанных с коренными изменениями, при которых интернет сделал информацию всеобщей и кардинально ее изменил. Автор исследования «Управление научно-техническими нововведениями» Б. Твисс определил инновацию как процесс, в котором изобретение или идея приобретают экономическое содержание [11]. Инновация – нелинейный процесс. Он не проявляется в последовательном движении от одного успеха к другому, а предполагает длительные этапы поиска и формирования новых идей. Это требует создания определенных условий для реализации инновационного потенциала, применения специальных правил и процедур. А потому инновационный потенциал – это совокупность необходимых для осуществления инновационной деятельности видов ресурсов: материальных, производственных, финансовых, интеллектуальных, организационно-технических, организационных, информа-

ционных и др. Такой инновационный потенциал во всех странах считается национальным достоянием и находится под охраной [12].

Инновационный потенциал цифровых технологий с их ключевыми элементами велик. Для сельского хозяйства это цифровая база для систем поддержки управленческих решений (оцифровка карт, баз данных, доступных через API и т. д.); цифровизация производства (роботизация, «умная» техника, сельскохозяйственное оборудование с Ai, хорошо оснащенные спутники и дроны, системы точечного полива и др.); аналитика и big data (аналитические компьютерные платформы по всем уровням управления отраслью сельского хозяйства, прогнозирование сохранности и увеличения земель сельскохозяйственного назначения, климатических угроз, урожайности и др.).

Полагаем, что в Свердловской области хорошо бы создать информационно-технический агрохаб, целью которого является трансферт новых технологий в агропромышленный комплекс территории. Финансовой основой такого хаба может стать специальный фонд UTAХ (информационно-технологического агрохаба). Технологические решения требуют прототипирования, тестирования, сертификации в лаборатории с участием научных и образовательных учреждений. В них же может по заказу агрохаба производиться и сценарный анализ развития сельского хозяйства области, переподготовка специалистов по образовательным программам цифровизации.

Для России такой агрохаб пока практически не реализованный формат. Это прообраз оптового аграрного рынка, в котором совмещены логоцентр, «склад – магазин», информационная поддержка производителей сельскохозяйственной продукции, организация торговли через электронные средства связи по биржевому принципу, международные поставки и др. К примеру, компания «Дэлим Индастриал Ко» из Южной Кореи готова инвестировать в подобные агрохабы в Московской области и во Владивостоке.

Инновационный характер содержит идея о распространении географии технической новинки, имеющей название «интернет вещей», благодаря которому можно получать автоматически генерируемые данные со спутников, дронов, различных приборов и датчиков. Продвинутое агрохолдинги этот акселератор цифровой трансформации используют уже несколько лет. Кроме того, развитие интернета вещей позволяет формировать интеграционную логистику производства и сбыта, в том числе для конкретных потребителей. Сферы ее применения для сельского хозяйства здесь самые разнообразные:

- применение данных со спутниковых и транзакционных систем;
- расширение спроса на аналитические системы и углубленную аналитику;

– совершенствование управления финансами и коммерческими сделками;

– внедрение мониторинга сельскохозяйственных культур, микроклимата, домашнего скота, использования минеральных и органических удобрений, сельскохозяйственных объектов, роботизированной техники и др.;

– беспилотные летательные аппараты, транспортные средства, навигаторы, интеллектуальные сеялки и трактора, система автоматического полива, ветеринарные работы при стойловом содержании скота и т. д.;

– применение сенсорных систем по контролю над состоянием растений, животных, окружающей среды и т. д.;

– цифровизация продаж сырья и продовольствия (использование возможностей электронных бирж, формирования электронной базы продаж).

Безусловно, названные направления и мероприятия, связанные с ними, внедрять чрезвычайно сложно. Например, в стране достаточно высока доля пустующих сельскохозяйственных земель.

По данным Минсельхоза, имеется 406,2 млн га земель сельскохозяйственного назначения (примерно 23,6 % от всего земельного фонда России), в том числе 220,6 млн га сельхозугодий. Но лишь примерно 77 млн га (35 %) составляет используемая хозяйствами всех категорий пашня. Из них площадь пашни под контролем крупных агрохолдингов (менее 200 агрохолдингов) оценивается Институтом конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР) в 11,5 млн га, то есть менее 15 % от общей площади используемой пашни России. Остальные 85 % пашни – у небольших фермерских и подсобных крестьянских хозяйств, что и обеспечивает их высокую долю в производстве сельхозпродукции в натуральном выражении при низкой производительности труда.

Обработка пустующих земель является важным стратегическим конкурентным преимуществом любой страны, потому что во всем мире площади пашни сокращаются, и крупнейшие мировые сельхозпроизводители при достигнутом пороге урожайности вследствие отсутствия возможности освоения новых земель ищут новые способы повышения эффективности и вкладываются в инновационные технологии.

Однако при существующем невысоком уровне внутреннего потребления продуктов питания, больших объемах импорта и ограниченности возможностей по экспорту сельхозпродукции (производительность труда низкая, издержки высокие) введение в производство дополнительных земель в России экономически пока нецелесообразно [10].

Инновационная деятельность в сельском хозяйстве – это совокупность последовательных действий по созданию новой или улучшенной сельскохозяйственной продукции.

Инновации подразделяются на несколько групп: связанные с износом или моральным устареванием сельскохозяйственной техники; в связи с появлением новых сортов растений, высокопродуктивных пород скота; при появлении новых технологических решений в условиях развития информационного общества; при внедрении высокоэффективных управленческих преобразований и др.

В то же время тотальная инновация, по нашему мнению, может рассматриваться как создание прорывных видов продукции, товаров или услуг, обладающих ранее неизвестными или улучшенными свойствами. Продукция такого вида в информационном обществе создает новый рынок сбыта, формирует новые потребности, изменяет поведение потребителей. Здесь следует отметить, что вложения в тотальные инновации – это своего рода замысел на будущее. Основные инвестиции в сельском хозяйстве пока идут на восстановление основных фондов ввиду их естественного износа. И только в отдельных сегментах цифровизация находит свою нишу: выращивание овощей в закрытом грунте, птицеводство, свиноводство, внедрение технологий ГЛОНАСС в тракторах и т. д.

В Канаде, США, в странах ЕС создан механизм, стимулирующий предприятия внедрять цифровые инновации, сделав тем самым отказ от этого экономически невыгодным [13].

4. Вместе с тем цифровизация – это не только использование информационных контентов по всему спектру сельскохозяйственной деятельности. Важно осознать необходимость создания в каждом субъекте федерации комплексной электронной автоматизированной системы, ее интеграции в другие информационные базы.

Для этого потребуются большие финансовые вложения. И не только за счет ресурсов Министерства сельского хозяйства страны, которое может возместить по специальной программе только часть затрат на закупку программного обеспечения и спецтехники. Вкладываться придется и сельскохозяйственным товаропроизводителям. Здесь требуется точный экономический расчет: если остаться при старых технологиях, то придется ежегодно терять до 40–45 % урожая. Если постепенно привлекать «умную» технику, есть большая вероятность ежегодно повышать рентабельность производства. «Умные» устройства становятся все меньше в размерах, дешевле, но мощнее и в любом случае работают на задачу повышения производительности труда и подготовку квалифицированной рабочей силы. Здесь цифровизация подразумевает не только сбор и структурирование данных, но и подготовку новых специалистов.

Далеко не все аграрии могут найти средства на цифровизацию. Особо трудная задача здесь для руководителей малых форм хозяйствования, у которых

уровень рентабельности в среднем часто ниже уровня эффективной процентной ставки банковского кредита [14]. Если еще учесть, что государственная финансовая поддержка в доходах фермеров составляет в России не более 3,5 %, то рассчитывать им на механизм государственной поддержки особо не приходится. Для сведения, в странах с развитым аграрным сектором экономики эти цифры в десятки раз превышают российские показатели: от 15 % в Австралии до 80 % в Швейцарии [15]. И чтобы получить более объективную картину, важно анализировать относительные показатели, а не абсолютные.

Годовой объем выручки в 250–270 тыс. рублей для крестьянского (фермерского) хозяйства не позволяет закупать ничего дорогостоящего, кроме обычного сельскохозяйственного инвентаря, а форм коллективного использования техники, оснащенной спутниковыми системами почти нет.

5. Природоохранная и ресурсосберегающая задача устойчивого использования водных ресурсов, улучшения их качества, обеспечения доступа к безопасной пищевой воде, управления сточными водами.

Здесь цифровизация сельского хозяйства рассматривается уже как сфера развития не только сельскохозяйственного производства, но и сельских территорий в контексте улучшения качества жизни граждан.

Названная задача многотрудная и комплексная. Потребители все больше понимают преимущества продуктов с определенным содержанием питательных веществ и с низким содержанием пестицидов. Следовательно, потребуется сокращение агрессивных технологий, систем точного земледелия, приемов аэрации почвы и получения ее «идеального вида», расширения объемов органического земледелия.

6. Достаточно сложны задачи ситуационного анализа о состоянии земель сельскохозяйственного назначения и деградации пастбищ с использованием цифровых возможностей спутников и дронов. Но их решение положит начало функционирования геоинформационной системы и создания современного цифрового картирования, а вместе с этим и цифровых геоботанических карт. А это уже внедрение технологий точечного земледелия, прогнозирования и планирования развития сельскохозяйственного производства, расширения количества экспериментальных полей, создания «карты здоровья» сельскохозяйственных культур (экологически чистая продукция), моделирования урожайности выращиваемых культур. Содержание ситуационного анализа (или SWOT-анализа) отображает факторы внутренней и внешней среды организации:

Внутренняя среда: Strengths (свойства проекта или коллектива, дающие преимущества перед другими в отрасли), Weaknesses (свойства, ослабляющие проект).

Внешняя среда: Opportunities (внешние вероятные факторы, дающие дополнительные возможности по достижению цели), Threats (внешние вероятные факторы, которые могут осложнить достижение цели).

Предмет ситуационного анализа выражен в окружении организации, а именно в потребителях, конкурентах, посредниках по сбыту и поставщиках.

7. Управленческие задачи связаны с подготовкой профессионалов и специалистов, которые бы занимались внедрением технологий цифровизации на практике. Здесь потребуется не только систематизации ими больших баз данных, но и создание новых форм искусственного интеллекта, ботов и роботов. Принимая во внимание, что по уровню проникновения информационных технологий в сельское хозяйство Россия уступает другим странам, работа предстоит архитрудная при соответствующем финансировании. Придется повышать квалификацию всем без исключения агрономам, зоотехникам, руководителям, привлекать новых специалистов и ученых.

И здесь остаются проблемы, связанные с консервативной сущностью человеческой природы. К сожалению, наша ментальность сегодня сдерживает переход к цифровому развитию, что становится естественным препятствием. Понимание того, что инновационные внедрения, цифровизация – это новое качество жизни, новые виды продуктов, лекарств, новые виды одежды, новые логистические модели поставок товаров, приходит постепенно. Но все же есть основания полагать, что в ближайшие 5–10 лет сельское хозяйство будет другим. Это для него важнейший признак конкурентоспособности, а для каждого участника аграрных отношений – стимул к формированию профессиональных компетенций.

Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» Минсельхоза России предусматривает повысить квалификацию 55 000 специалистов, создать квазикорпоративную электронную образовательную систему «Земля знаний». Хочется надеяться, что это несколько приблизит людей к компетенциям цифровой экономики. Для аграрных вузов важно внедрение новой дисциплины «Цифровое сельское хозяйство», но для этого нужны современные компьютерные классы, изучение существующих электронных цифровых платформ, интернет ускорителей и т. д.

#### Выводы. Рекомендации

Вместе с тем нельзя не назвать и новые угрозы как побочные результаты предстоящих изменений.

Цифровизация сельского хозяйства сократит участие граждан в реальной экономической жизни. Многие неквалифицированные работники потеряют доступ к заработку, а вместе с этим сократятся и материальное благополучие семьи, уменьшатся возможности доступа к системе страхования социальных рисков, социального обеспечения. Есть ос-

нования утверждать, что в организациях, активно использующих цифровые технологии, роботизированные машинные комплексы, потребуются изменить подходы к налогообложению. Быть может, через разделение периода окупаемости такого оборудования и периода возникновения чистой прибыли. В период после окупаемости налог может возрасти. Эти суммы желательно направить на развитие образования.

Но чтобы это произошло, для продукции роботизированных комплексов, дронов и других автоматизированных систем нужен хороший платежеспособный спрос. Иначе такое производство становится бессмысленным.

Предстоит вносить изменения сразу в три законодательства: о занятости, о социальном обеспечении, о налогах. Но следует опасаться появления большого количества подзаконных актов, которые могут создать нежелательные препятствия при модернизации сельскохозяйственных производств. Тем не менее есть угроза, что цифровизация экономики повлияет не только на разделение труда, но может вызвать и появление своеобразных «варн»: сообществ людей с набором потребностей и фактических возможностей, люмпенов и маргиналов и «новой элиты», внедряющей новейшие электронные технологии и принимающей решения за других [16]. Чтобы этого не произошло, в сельской местности уже сейчас надо создавать модели социально значимой занятости.

Что уже сделано по цифровизации сельского хозяйства в России:

- формируется, уточняется подпрограмма «Цифровое сельское хозяйство» для Федеральной программы цифровой экономики;
- в структуре Министерства сельского хозяйства РФ создан аналитический центр, которому поручено расширять мониторинг земель сельскохозяйственного назначения в координации с Роскосмосом и Росгидрометом;
- по замыслу, вся отрасль сельского хозяйства будет разделена на типовые проекты, чтобы на основе созданной информационной платформы продвигать наиболее перспективные модели ведения сельскохозяйственного производства, подключить к этому информационные системы всех субъектов РФ;
- аграрные вузы открывают кафедры цифровой экономики;
- осознавая, что до 95 % маржинальности забирают кредиты и длинные логистические цепи поставок, а торговая наценка «на круг» сельскохозяйственных товаров достигает 85 %, в регионах стремятся внедрить механизм сквозной цифровизации от производителя до потребителя через ритейлеров без транзакционных издержек на склад;
- если учесть, что рынок цифровизации и внедрения новых технологий в сельском хозяйстве в на-

стоящее время составляет более 360 млрд рублей, то прогнозы его роста к 2026 году – в 5–6 раз;

- будут развиваться сервисы и формы предоставления услуг производителям данных.

По оценкам J'son & Partners Consulting, за счет цифровизации и интернета вещей возможно:

- без ухудшения качества продукции в 2–3 раза снизить торговую наценку на продукты питания в оптово-розничном звене;
- более чем в три раза увеличить объем потребления продуктов питания в России в натуральном выражении при существующем уровне доходов населения.

Расчеты исследователей свидетельствуют, что можнократно повысить производительность труда в сельском хозяйстве и снизить себестоимость производимой продукции, повысив маржинальность бизнеса сельхозпроизводителей за счет:

- ускорения процесса доставки продукции конечному потребителю, что позволяет упростить технологии консервирования и снизить логистические затраты;

- повышения уровня механизации и автоматизации до среднемирового даже малых фермерских и индивидуальных хозяйств, что становится возможным при переходе на облачную модель потребления средств автоматизации;

- применение бизнес-модели аренды вместо покупки механизированной техники с оплатой по фактическому объему потребления или путем коллективного использования техники (Uber для сельхозтехники). Модель контракта жизненного цикла существенно снижает риски сельхозпроизводителя и кардинально повышает доступность средств автоматизации и механизации для малых хозяйств.

При достижении определенных успехов существуют и реальные проблемы ускоренной цифровизации сельского хозяйства:

- секретность некоторых данных аэрофотосъемки и отсутствие нормативных правовых актов по использованию дронов и беспилотников;
- отсутствие механизма субсидирования на внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве, особенно при решении задач точного земледелия;
- внедрение «умных» технологий неизбежно приведет к расширению конкуренции или аутсорсингу в сельском хозяйстве. Тот же беспилотный летательный аппарат окупится только в случае обслуживания не менее 10 000 га земли. А для каждого хозяйства при распылении удобрений с беспилотника важно знать розу ветров, иметь расчеты по силе давления ветра при работе моторов на малой высоте, чтобы не гибли молодые побеги. Требуется и расписание полетов таких аппаратов, для того чтобы избежать столкновений, и т. д.

В заключение важно заметить, что цифровизация и цифровая экономика – это взаимосвязанные явления, применение которых в цифровых технологиях перспективно на многие годы. Там не только объем знаний, представленных в цифровом виде. Это большие базы данных, средства обработки цифровой информации (вычислительная техника), средства передачи данных (каналы связи), новые приемы обработки генерируемой информации, ее систематизации и хранения.

### Литература

1. Цифровизация в малых и средних городах России [Электронный ресурс]. – URL: [www.hse.ru.2018-06-GSU-HSE-press\\_v6.pdf](http://www.hse.ru/2018-06-GSU-HSE-press_v6.pdf) (дата обращения: 15.03.2019 г.).
2. Инновационные технологии для будущего сельского хозяйства [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agritechnica.com/fileadmin/downloads/2017/> (дата обращения: 14.03.2019 г.).
3. Implementing UN/CEFACT e-Business standards in Agricultural Trade [Electronic resource] // Official Website of United Nations Economic Commission for Europe. – URL: <https://www.unecce.org> (access date: 12.03.2019 г.).
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]: Official Website of Food and Agricultural Organization of the United Nations. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i5564e.pdf> (access date: 6.03.2019 г.).
5. Плотность роботов растет во всем мире [Электронный ресурс]. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-release/news/robot-clensity-rises-globally> (дата обращения: 01.03.2019 г.).
6. Скворцов Е. А., Скворцова Е. Г., Санду И. С., Иовлев Г. А. Переход сельского хозяйства к цифровым интеллектуальным и роботизированным технологиям // Экономика региона. Т. 14. Вып. 3. 2018. С. 1017–1018.
7. Пояснительная записка заявки на реализацию нового направления программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: <https://pandia.ru/text/80/650/84057.php> (дата обращения: 14.03.2019 г.).
8. Цифровые технологии приходят в сельское хозяйство. Сельскохозяйственные вести [Электронный ресурс]. – URL: <https://agri-news.ru/novosti/cifrovyie-texnologii-prihodyat-v-selskoe-hozyajstvo.html> (дата обращения: 21.02.2018 г.).
9. Цифровизация сельского хозяйства в России: этапы, итоги, планы [Электронный ресурс]. – URL: [geometer-russia.ru](http://geometer-russia.ru) (дата обращения: 11.03.2019 г.).
10. Герасимов А. Цифровизация процессов производства и сбыта сельхозпродукции [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/60322403-Cifrovizaciya-processov-proizvodstva-i-sbyta-selhozprodukcii.html> (дата обращения: 9.03.2019 г.).
11. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями / Пер. с англ. яз. – М. : Экономика, 1989. 271 с.
12. Митин А. Н. Управление переносит будущее в настоящее: монография. – Екатеринбург : Издательский дом «Уральская государственная юридическая академия», 2010. – 388 с.
13. Тю Л. В. Концептуальные основы эффективного инвестирования в обновление основного капитала сельского хозяйства Сибири // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Монголии, Сибирского региона, Казахстану и Болгарии: сборник научных докладов XVI Международной научно-практической конференции. 2013. С. 381.
14. Максимова Т. П., Жданова О. А. Реализация стратегии цифровизации агропромышленного комплекса России: возможности и ограничения [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10/2418/tipor.2018.9.9> (дата обращения: 6.03.2019 г.).
15. Климова Н. В. Особенности регулирующего воздействия государства на агробизнес в зарубежных странах [Электронный ресурс] // Полиметрический сетевой электронный журнал Кубанского аграрного университета. 2013. № 90. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/45.pdf> (дата обращения: 6.03.2018 г.).
16. Савицкий В. А. Конституционно-правовые вызовы роботизации экономики // Ежегодник конституционной экономики. 2019. С. 462.

### References

1. Digitalization in small and medium cities of Russia [Electronic resource]. – URL: [www.hse.ru.2018-06-GSU-HSE-press\\_v6.pdf](http://www.hse.ru/2018-06-GSU-HSE-press_v6.pdf) (access date: 15.03.2019).
2. Innovative technologies for the future of agriculture [Electronic resource]. – URL: <https://www.agritechnica.com/fileadmin/downloads/2017/> (access date: 14.03.2019).
3. Implementing UN/CEFACT e-Business standards in Agricultural Trade [Electronic resource] // Official Website of United Nations Economic Commission for Europe. – URL: <https://www.unecce.org> (access date: 12.03.2019).
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource] // Official Website of Food and Agricultural Organization of the United Nations. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i5564e.pdf> (access date: 6.03.2019).

5. The density of robots is growing all over the world [Electronic resource]. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-pelea-sec/news/robot-clensity-rises-qlobally> (access date: 01.03.019).
6. Skvortsov E. A., Skvortsova E. G., Sandu I. S., Iovlev G. A. The transition of agriculture to digital intellectual and robotic technologies // *Economy of the region*. V. 14 Iss. 3. 2018. Pp. 1017–1018.
7. Explanatory note of the application for the implementation of the new direction of the program „Digital economy of the Russian Federation“ [Electronic resource]. – URL: <https://pandia.ru/text/80/650/84057.php> (access date: 14.03.2019)
8. Digital technology is coming to agriculture. Agricultural news [Electronic resource]. – URL: <https://agri-news.ru/novosti/cifrovyye-texnologii-prixydyat-v-selskoe-xozyajstvo.html> (access date: 21.02.2018).
9. Digitization of agriculture in Russia: stages, results, plans [Electronic resource]. – URL: [geometer-russia.ru](http://geometer-russia.ru) (access date: 11.03.2019).
10. Gerasimov A. Digitization of the processes of production and marketing of agricultural products [Electronic resource]. – URL: <https://docplayer.ru/60322403-Cifrovizaciya-processov-proizvodstva-i-sbyta-selhozprodukcii.html> (access date: 9.03.2019).
11. Twiss B. *Managing Scientific and Technical Innovations / Translate from English*. – Moscow : Economics, 1989. – 271 p.
12. Mitin A. N. *Management Brings the Future into the Present: monograph*. – Ekaterinburg : Publishing house „Ural State Law Academy“, 2010. – 388 p.
13. Tyu L. V. Conceptual Foundations for Effective Investing in the Upgrading of the Basic Capital of Siberian Agriculture, Agrarian Science for the Agricultural Production of Mongolia, the Siberian Region, Kazakhstan, and Bulgaria: collection of scientific reports of the XVI International scientific-practical conference. 2013. P. 381.
14. Maksimova T. P., Zhdanova O. A. Implementation of the digitalization strategy of the agro-industrial complex of Russia: opportunities and limitations [Electronic resource]. – URL: <https://doi.org/10/2418/tipor.2018.9.9> (access date: 6.03.2019).
15. Klimova N. V. Features of the regulatory impact of the state on agribusiness in foreign countries [Electronic resource] // *Polymetric network electronic journal of the Kuban Agrarian University*. 2013. No. 90. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/45.pdf> (access date: 6.03.2018).
16. Savitsky V. A. Constitutional and legal challenges to the robotization of the economy // *Yearbook of constitutional economics*. 2019. P. 462.

## ВОЗРОЖДЕНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

И. П. ЧУПИНА, доктор экономических наук, профессор,  
Я. В. ВОРОНИНА, старший преподаватель,  
Уральский государственный аграрный университет  
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42)

**Ключевые слова:** органическое сельское хозяйство, экологически чистая природная зона, климатические условия, органическое земледелие, рынок отечественного продовольствия, мировой рынок, здоровье людей, окружающая среда.

В данной статье рассматривается производство продукции органического сельского хозяйства отечественными сельхозпроизводителями. В статье доказывается мысль, что органическая продукция – это не только выращивание продуктов сельского хозяйства в экологически чистой природной зоне, но и применение нововведений и науки для улучшения состояния окружающей среды и выращиваемой продукции. Органическое сельское хозяйство направлено на экологизацию состояния растений, животных, почв, на улучшение здоровья человека. Российский рынок органической продукции только начинает возрождаться и находится на начальном этапе своего развития. Вначале рынок органической продукции состоял на 100 % из импортной продукции таких стран, как Италия, Германия, Франция. Начиная с 2013 года постепенно на рынке органической продукции появляется и отечественный производитель. Из-за экономического спада в стране и продовольственного эмбарго в 2014 году в 2015–2016 годах рынок органической отечественной продукции развивался довольно медленно и увеличивался не более чем на 3 % в год. А если говорить о доле России на мировом рынке органической продукции, то она составляет 0,2 %.

## REVIVAL OF THE RUSSIAN MARKET OF ORGANIC PRODUCTS

I. P. CHUPINA, doctor of economics, professor,  
Ya. V. VORONINA, senior lecturer,  
Ural State Agrarian University  
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg)

**Keywords:** organic agriculture, ecologically clean natural area, climatic conditions, organic farming, domestic food market, world market, human health, environment.

This article discusses the production of organic agriculture products by domestic agriculture producers. The article proves the idea that organic production is not only the cultivation of agricultural products in an ecologically clean natural area, but also the use of innovations and science to improve the environment and grown products. Organic agriculture is aimed at the greening of plants, animals, soils, to improve human health. The Russian market of organic products is just beginning to revive and is at the initial stage of its development. Initially, the market of organic products consisted of 100 % imported products from countries such as Italy, Germany and France. Since 2013, a domestic manufacturer has been gradually appearing on the market of organic products. Due to the economic downturn in the country and the food embargo in 2014 in 2015–2016, the market of organic domestic products developed quite slowly and increased by no more than 3 % per year. And if we talk about the share of Russia in the world market of organic products, it is 0.2 %.

*Положительная рецензия представлена А. Г. Мокроносовым, доктором экономических наук, профессором, заведующим кафедрой экономической теории Уральского государственного экономического университета.*

### Введение

В начале данной статьи попробуем определить, что же означает органическое сельское хозяйство, органическая продукция. Новое, на первый взгляд, понятие, в сущности, обозначает уже знакомую нам формулировку экологически чистого продукта. Это форма ведения сельского хозяйства, в которой на минимальном уровне используются пестициды, регуляторы роста растений, синтетические удобрения. И наоборот, активно применяются органические удобрения (компост, навоз, сидераты, пожнивные остатки).

Впервые данный термин в Англии употребил лорд Нортборн в 1940 году, хотя основоположником органического земледелия считается Альберт Говард, который много лет провел в Индии и разработал систему компостирования и удобрения почвы. Но еще ранее, в 1924 году, австрийский философ Рудольф Штайнер приводит концепцию биодинамического земледелия, которая и становится, по своей сути, предшественницей данной теории органического сельского хозяйства. В 1939 году Ив Балфор проводит Хаглийский эксперимент, в основе которого в течение 40 лет на полях одной взятой фермы велось обычное и органическое земледелие с целью их сравнения.

В 1972 году в Версале создается Международная федерация органического сельскохозяйственного движения (IFOAM), которая поставила своей целью распространять информацию об органическом сельском хозяйстве и внедрять его во всех странах мира.

### Цель и методика исследований

Целью данного исследования является рассмотрение сельского хозяйства в России и переход на органическое выращивание сельскохозяйственной продукции. В ходе исследования применялись методы анализа и синтеза, метод сравнения и метод абстрагирования. Органическое сельское хозяйство – это производственная система, поддерживающая здоровую почву и напрямую зависящая от экологической обстановки, климатических условий данной местности. Это не только выращивание продуктов сельского хозяйства в экологически чистой природной зоне, но и применение нововведений и науки для улучшения состояния окружающей среды и выращиваемой продукции.

Органическое сельское хозяйство направлено на экологизацию состояния растений, животных, почв, на улучшение здоровья человека. Основные принципы органического земледелия следующие:

- принцип здоровья (улучшение здоровья почв, животных, растений, здоровья человека посредством применения экологически чистой продукции сельского хозяйства без добавлений ГМО);
- принцип экологии (естественное состояние экологических систем и циклов);

- принцип справедливости (отношения в данной отрасли должны строиться с учетом окружающей среды в целом и отдельных групп людей в частности. Кроме этого, к данному принципу можно отнести и ответственность за здоровье людей и окружающую среду).

Далее рассмотрим методы органического сельского хозяйства. Они основываются на использовании принципов биологической синергии:

- применение в качестве удобрений животных и растительных отходов и отказ от искусственных удобрений и гербицидов;
- применение биологических способов защиты растений;
- использование севооборота для восстановления почвы.

Прежде всего, сторонники органического земледелия выделяют две основные цели: получение более полезных и безопасных продуктов питания и сохранение экологически чистой окружающей среды. В настоящее время промышленное сельское хозяйство преследует основную цель – производство как можно большего количества продуктов питания в ущерб его качеству. Тогда возникает вопрос: почему в России пока довольно сдержанное отношение к органическому сельскому хозяйству?

Дело в том, что органическая сельскохозяйственная продукция по своей себестоимости более затратная, чем продукция промышленного сельского хозяйства. Сельскохозяйственное производство никогда не являлось высокодоходным, поэтому российского фермера в первую очередь интересует прибыль, а не идеология. И фермеров можно понять.

### Результаты исследований

Рассматривая регионы России, где довольно умеренный климат, а промышленное сельское хозяйство дает достаточно большие урожаи, переход к органическому земледелию снизит урожайность примерно на 20–30 %. Конечно, многое зависит от конкретной культуры в растениеводстве и от технологии ее использования, но снижение урожайности будет ощутимым. Конечно, это не означает, что так будет всегда. Со временем, когда фермеры накопят опыт, урожайность будет выше, но намного ли?

Помимо меньшего объема, на рентабельность производства будут влиять и более высокие расходы на оплату труда работников, т. к. многие операции при переходе на органическое производство нужно будет производить вручную. Раньше такие операции выполнялись за счет использования пестицидов и гербицидов.

Конечно, плюсом органического производства будет являться то, что оно безотходное. Отходы будут использованы в качестве кормов и подстилок для животных, а затем – как удобрения.

Но себестоимость органической продукции довольно высокая, как и розничная цена на нее, поэтому населению нашей страны она «не по карману». Население европейских стран, где средний класс составляет более 50 %, не экономит на продуктах питания и готово платить дороже за экологически чистую продукцию. Европейские фермеры, производя органическую продукцию, находят своего покупателя на рынке и довольно большую прибыль от данной продукции. Поэтому заметную долю на рынке пока составляют фермеры из Европы и Америки.

В России большая часть населения покупает продукцию сельского хозяйства, ориентируясь на цены, а не на качество, поэтому рыночная ниша производителей органической продукции очень низкая. Конечно, россияне настороженно относятся к консервантам и продуктам переработки, но овощи и фрукты считают полезными и качественными. А так ли это на самом деле? Далеко не все фрукты и овощи можно отнести к безопасной и здоровой еде. Россияне имеют довольно смутное представление о тех же томатах и других овощах и фруктах, которые покупают в магазинах и на рынках. Они не могут знать, какое количество химии используется для выращивания этих культур. Поэтому россияне не видят особой разницы между ними и органической продукцией. Помимо этого, обычные овощи и фрукты выглядят свежими и красивыми. И именно они привлекают покупателя. К тому же они намного дешевле [1].

Российский рынок органической продукции только начинает возрождаться и находится на начальном этапе своего развития. Вначале рынок органической продукции состоял на 100 % из импортной продукции таких стран, как Италия, Германия, Франция. Начиная с 2013 года постепенно на рынке органической продукции появляется и отечественный производитель. Из-за экономического спада в стране и продовольственного эмбарго в 2014 году в 2015–2016 годах рынок органической отечественной продукции развивался довольно медленно и увеличивался не более чем на 3 % в год. А если говорить о доле России на мировом рынке органической продукции, то она составляет 0,2 % [11].

В 2013 году Министерством юстиции был зарегистрирован Национальный органический союз. Его членами стали производители российской органической продукции «Агранта», «Азбука вкуса», «Аграрные системные технологии», «Аривера», «Органик». Цель создания данного союза заключается в объединении производителей органической продукции сельского хозяйства и содействие их развитию и продвижению на отечественном рынке сельхозпродукции. В 2015 году Министерством сельского хозяйства разработан проект закона о производстве органической продукции. Данный проект вынесен на рассмотре-

ние Правительства РФ. В 2018 году утвержден федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 № 280-ФЗ (последняя версия).

В настоящее время производство органической продукции в стране регулируют четыре стандарта:

1) ГОСТ Р 56104-2014 «Продукты пищевые органические» от 10.09.2014. Здесь дается определение термина «органическое сельское хозяйство», рассматриваются правила производства органических пищевых продуктов и органическая сертификация;

2) ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства». Данный ГОСТ предусматривает правила производства, хранения и транспортировку органической продукции;

3) ГОСТ Р 57022-2016 «Продукция органического производства» от 05.08.2016 г. рассматривает порядок проведения добровольной сертификации органической продукции.

4) ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации». Это межгосударственный стандарт, принятый Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС);

Также в трех регионах России приняты региональные законы об органическом сельском хозяйстве – это Ульяновская, Воронежская области и Краснодарский край. Россия пока не может полноценно выйти на мировой рынок органики, а недобросовестным производителям ничего не мешает маркировать любую продукцию как «органическая», «экологическая» и «биологическая».

В 2016 году разработан межгосударственный стандарт ГОСТ 33980-2016, который должен регулировать органическую продукцию сельского хозяйства в странах СНГ. Но пока, кроме России, Кыргызстана и Таджикистана, этот межгосударственный стандарт другими странами СНГ не принят.

Закон об органической продукции сельского хозяйства должен создать единые правила по производству, качеству и распределению органической продукции среди населения. И только тогда можно будет говорить о распространении информации и популяризации данной продукции среди населения.

По данным НИИ питания РАМН, примерно 35–45 % большинства болезней людей происходит из-за употребления некачественных продуктов питания. Это онкологические, сердечно-сосудистые заболевания и ряд других, в связи с чем переход на органическую продукцию сельского хозяйства нужно ввести в действие как можно скорее. В РФ предпосылки для перехода на органическую продукцию имеются.

В России об органическом сельском хозяйстве узнали только в 90-х годах прошлого века. При экспорте

грибов и орехов в Европу страна столкнулась с таким понятием, как сертификация угодий сельскохозяйственного назначения по европейским стандартам.

Согласно статистике, в России только восемь ферм имеют сертификаты соответствующего образца для своих земель, а это 3192 га и 0,001 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения. Но это еще не все. Продукция может получить сертификат органической продукции только в том случае, если имеет подтверждение экологически чистого продукта на каждой стадии производства. Данные международные требования нужно неукоснительно соблюдать при экспортировании продукции.

В 2016 году была проведена сельскохозяйственная перепись, которая выявила, что 97,2 млн га земли, или 44 % от всех сельскохозяйственных угодий страны, не используются для сельскохозяйственных работ. Перепись выявила огромное количество площадей, которые стали сейчас залежью, а числятся как пашня. Сельскохозяйственные организации не используют примерно 31 % закрепленной за ними земли, хозяйства населения – более 80 %. Только фермерские хозяйства используют земли больше, чем за ними закреплено (примерно 44 млн га вместо 29 млн га, по данным Росреестра). Это говорит о том, что именно фермерские хозяйства имеют большой потенциал к производству органической продукции. У хозяйств населения и сельскохозяйственных организаций очень низкий потенциал для выращивания экологически чистой продукции [6].

Органическое сельское хозяйство – это долгосрочные инвестиции, которые, развивая инфраструктуру села, способствуют зеленому туризму [8].

#### Выводы. Рекомендации

На сегодняшний день на мировом рынке органической продукции лидируют США (45 %), Германия (14 %), Франция (8 %). В России органической продукцией занимается лишь небольшое количество компаний. Это группа предприятий торговой марки «Агранта» и корпорация «Органик». Всемирное движение за продвижение органического сельского хозяйства включает в себя более 750 организаций из 108 стран и считают, что это такая система производства, которая поддерживает состояние почв, экосистему и людей, учитывая местные условия. Считается, что органическое земледелие – это разумная альтернатива в условиях усугубляющегося климата и деградации окружающей среды. В настоящее время почти в 200 странах применяют органическое земледелие.

Лидерами по производству органической продукции сельского хозяйства можно назвать Западную Европу и Северную Америку, а основными потребителями данной продукции являются США, Германия, Великобритания и Франция. В этих странах существуют системы правового регулирования органического сельского хозяйства.

Что же сдерживает развитие органического земледелия в Восточной Европе? Несомненно, это отсутствие подходящих земельных ресурсов. Ведь производство органической продукции возможно на землях, которые полностью независимы от удобрений, пестицидов, гербицидов и антибиотиков. Органической продукцией может считаться только та продукция, которая производится с учетом международных требований и стандартов.

Органическое сельское хозяйство в России, как уже было отмечено выше, развито очень слабо, хотя перспективы, конечно, есть. В стране более 20 млн га сельскохозяйственных угодий, на которых не использовали агрохимикаты последние несколько лет. Именно на этих землях и нужно внедрять органическое сельскохозяйственное производство.

В России производится лишь 0,2 % органической продукции от мирового рынка. И хотя нами было сказано, что только предприятия торговой марки «Агранта» и корпорация «Органик» представлены на российском рынке органической продукции, в стране примерно 25 000 фермеров, считающих себя производителями данной продукции. Преимуществом развития российского рынка органической продукции по сравнению с западными партнерами как раз и могут стать пустующие 20 млн га земли. Это большой потенциал для выращивания зерновых, лесных ресурсов – грибов, ягод и кедровых орехов. Наиболее важный для России экспортный рынок – это зерновые, и даже в такой традиционной российской экспортной культуре, как пшеница, есть возможность роста экспорта за счет использования органических технологий, т. к. это наиболее важный для России экспортный рынок.

Начиная с 1990-х годов мировой рынок органического сельского хозяйства ежегодно возрастает на 11–14 %. Поэтому российский рынок органической продукции может развиваться и в дальнейшем возрастать, имея большой потенциал в земельных ресурсах, но только при значительной поддержке государства. Пока по экономическим прогнозам в стране его развитие состоится еще не скоро.

#### Литература

1. Алтухов А. И., Голуб П. П. Статистические материалы и результаты исследований развития агропромышленного производства России. – М. : Россельхозакадемия. Отделение экономики и земельных отношений, 2011. – 31 с.

2. Бородин К. Г. Конкурентоспособность российского рынка экологически чистой продукции: проблемы и препятствия // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2008. № 7. С. 83–87.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2010 году». – М. : Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, 2011. – 571 с.
4. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717. – М., 2012. – 366 с.
5. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 г. № 120. – Москва, 2010.. – 45 с.
6. Магомедов Н. [и др.] Государственная поддержка агропродовольственного маркетинга в США // АПК: Экономика, управление. 2011. № 1. С. 76–82.
7. Павлова Г. Брошенные сельскохозяйственные земли угроза безопасности // Экономист. 2012. С. 68–78.
8. Российский статистический ежегодник. 2017: Стат. сб. Росстат. М., 2018. – 796 с.
9. Соколова Ж. Е. Организационно-экономические и правовые аспекты развития органического сельского хозяйства в зарубежных странах: обзорная информация. – М. : Центр информации и технико-экономических исследований агропромышленного комплекса, 2013. – 68 с.
10. Таран В., Магомедов Н., Соколова Ж. Энергетическая эффективность сельского хозяйства за рубежом и в России // АПК: Экономика, управление. 2011. № 7. С. 83–88.
11. Adams W. M. The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and development in the Twenty-first Century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29–31 January 2006. – 19 p.
12. Agriculture, origins of Encyclopaedia Britannica. Encyclopaedia Britannica Deluxe Edition. – Chicago : Encyclopaedia Britannica, 2010. – 13 p.
13. Council Regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No. 2092/9 120. 7. – Baltimore, 2007. – 23 p.

#### References

1. Altukhov A. I., Golub P. P. Statistical materials and results of researches of development of agro-industrial production of Russia. – М. : Russian Academy Of Agricultural Sciences. Department of Economics and land relations, 2011. – 31 p.
2. Borodin K. G. Competitiveness of the Russian market of environmentally friendly products: problems and obstacles // Economy of agricultural and processing enterprises. 2008. No. 7. Pp. 83-87.
3. State report „On the state and protection of the environment in the Russian Federation in 2010“. – Moscow : Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation, 2011. – 571 p.
4. The state program of development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food for 2013–2020. Approved by government Resolution No. 717 of 14 July 2012. – Moscow, 2012. – 366 p.
5. The doctrine of food security of the Russian Federation. Approved by the decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010. No. 120. – Moscow, 2010. – 45 p.
6. Magomedov N. [et al.] State support of agri-food marketing in the USA // Agribusiness: economy, management. 2011. No. 1. Pp. 76–82.
7. Pavlova G. Abandoned agricultural land – a security threat // Economist. 2012. Pp. 68–78.
8. Russian statistical yearbook. 2017: statistical compilation, Rosstat. – М., 2018. – 796 p.
9. Sokolova Zh. E. Organizational, economic and legal aspects of organic agriculture development in foreign countries: overview. – Moscow : Center for information and technical and economic research of agro-industrial complex, 2013. – 68 p.
10. Taran V., Magomedov N., Sokolova Zh. Energy efficiency of agriculture abroad and in Russia // Agribusiness: economics, management. 2011. No. 7. Pp. 83–88.
11. Adams W. M. The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and development in the Twenty-first Century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29–31 January 2006. – 19 p.
12. Agriculture, origins of encyclopedia Britannica. Encyclopaedia Britannica Deluxe Edition. – Chicago : Encyclopaedia Britannica, 2010. – 13 p.
13. Council Regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labeling of organic products and repeating Regulation (EEC) No. 2092/9 120. 7. – Baltimore, 2007. – 23 p.