

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

Ministry of Agriculture of Russian Federation
Krasnoyarsk State Agrarian University

ВЕСТИК КрасГАУ

BULLETIN of KSAU

Выпуск 1

Issue 1

Красноярск 2019
Krasnoyarsk 2019

Редакционный совет

Н.В. Донкова – д-р вет. наук, проф. –
гл. научный редактор
А.С. Донченко – д-р вет. наук, акад. РАН –
зам. гл. научного редактора
В.Л. Бопп – канд. биол. наук, доц. –
зам. гл. научного редактора
Н.А. Сурин – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН
Г.Т. Мейрман – д-р с.-х. наук, проф. (Республика
Казахстан)
Батмунх Ламжав – PhD, проф. (Монголия)

Editorial council

N.V. Donkova – Dr. Vet. Sci., Prof. – *Editor-in-chief*
A.S. Donchenko – Dr. Vet. Sci., Member of Russian Acad.
of Sci. – *Deputy Editor-in-chief*
V.L. Bopp – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof. – *Deputy Editor-in-chief*
N.A. Surin – Dr. Agr. Sci., Prof., Member of Russian Acad. of Sci.
G.T. Meyrman – Dr. Agr. Sci., Prof. (Republic of
Kazakhstan)
Batmunkh Lamjav – PhD, Prof. (Mongolia)

Редакционная коллегия

С.С. Бакшееева, д-р биол. наук, доц.
М.П. Баранова, д-р техн. наук, доц.
Г.С. Вараксин, д-р с.-х. наук, проф.
Н.А. Величко, д-р техн. наук, проф.
Г.А. Демиденко, д-р биол. наук, проф.
В.К. Ивченко, д-р с.-х. наук, проф.,
Н.Л. Кураченко, д-р биол. наук, проф.
Т.Ф. Леффлер, д-р с.-х. наук, проф.
В.В. Матюшев – д-р техн. наук, проф.
В.Н. Невзоров, д-р с.-х. наук, проф.
В.И. Полонский, д-р биол. наук, проф.
Н.И. Селиванов, д-р техн. наук, проф.
К.А. Филиппов, д-р физ.-мат. наук, доц.
А.Н. Халипский, д-р с.-х. наук, проф.
Н.И. Чепелев, д-р техн. наук, проф.
Е.В. Четвертакова, д-р с.-х. наук, доц.

Editorial board

S.S. Baksheeva, Dr. Biol. Sci., Assos. Prof.
M.P. Baranova, Dr. Techn. Sci., Assos. Prof.
G.S. Varaksin, Dr. Agr. Sci., Prof.
N.A. Velichko, Dr. Techn. Sci., Prof.
G.A. Demidenko, Dr. Biol. Sci., Prof.
V.K. Ivchenko, Dr. Agr. Sci., Prof.
N.L. Kurachenko, Dr. Biol. Sci., Prof.
T.F. Lefler, Dr. Agr. Sci., Prof.
V.V. Matyushev – Dr. Techn. Sci., Prof.
V.N. Nevzorov, Dr. Agr. Sci., Prof.
V.I. Polonsky, Dr. Biol. Sci., Prof.
N.I. Selivanov, Dr. Techn. Sci., Prof.
K.A. Filippov, Dr. Phys.-Math. Sci., Assos. Prof.
A.N. Khalipsky, Dr. Agr. Sci., Prof.
N.I. Chepelev, Dr. Techn. Sci., Prof.
E.V. Chetvertakova, Dr. Cand. Agr. Sci., Assos. Prof.

Журнал «Вестник КрасГАУ» включен:

- в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук;
- международную реферативную базу данных *Agris*;
- базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) с размещением полнотекстовых версий на сайте Научной электронной библиотеки *eLibrary.ru*;
- базу данных Российской электронно-библиотечной системы «Лань» с размещением полнотекстовых версий на сайте *e.lanbook.com*.

Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1 (142)

Издается с 2002 г.

Journal "The Bulletin of KSAU" included:

- in the list of leading reviewed scientific journals and editions, recommended by higher certifying Commission of the Ministry of education and science of the Russian Federation for publishing the main scientific results of dissertations on competition for scientific degrees of doctor and candidate of Sciences;
- international synopsis database *Agris*;
- the database of the Russian index of scientific citing (RISC) with the placement of full-text versions on the website of scientific electronic library *eLibrary.ru*;
- the database of Russian electronic library system “Lan” with the placement of full-text versions on the site *e.lanbook.com*

Bulletin of KSAU. – 2019. – № 1 (142)

Published since 2002

© Красноярский государственный
аграрный университет, 2019



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11"321": 631.576.331.2 (571.53)

О.Б. Габдрахимов, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов

КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАЙОНИРОВАННЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

O.B. Gabdrakhimov, V.I. Solodun, F.S. Sultanov

THE QUALITY OF GRAIN OF ZONED VARIETIES OF SPRING WHEAT IN IRKUTSK REGION

Габдрахимов О.Б. – асп. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: olegabdrakhimov@yandex.ru.

Солодун В.И. – д-р с.-х. наук, проф. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, зав. лаб. земледелия Иркутского НИИ сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: rector@igsha.ru

Султанов Ф.С. – канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе Иркутского научно-исследовательского института сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: gnu_iniiish@mail.ru

Цель исследования – определение показателей качества основных районированных сортов яровой пшеницы при влиянии уровня химизации. Задачи исследования включают в себя выявление различий в урожайности и качественных показателях зерна между сортами яровой пшеницы, а также анализ изменения данных показателей при использовании минеральных удобрений. Объектами исследований выступают 6 районированных сортов яровой пшеницы различной селекции и разных групп спелости: Бурятская остистая – среднепоздний; Ирень и Новосибирская 15 – раннеспелые; Тулунская 11, Памяти Юдина и Юната – среднеранние. Опыты закладывались в 2016, 2017 гг. по чистому пару на типичной серой лесной, тяжелосуглинистой почве с содержанием в пахотном слое (0–20 см) гумуса

Gabdrakhimov O.B. – Post-Graduate Student, Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny. E-mail: olegabdrakhimov@yandex.ru.

Solodun V.I. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny, Head, Lab. of Agriculture, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikh. E-mail: rector@igsha.ru

Sultanov F.S. – Cand. Agr. Sci., Deputy-Director on Scientific Work, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikh. E-mail: gnu_iniiish@mail.ru

4,5–4,9 %, P_2O_5 – 10,8–11,2 и K_2O – 8,2–9,1 мг/100 г почвы. Исследование проводилось на опытном поле Иркутского НИИСХ, в лаборатории агрохимического анализа института, а также в Испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Иркутской области проводились анализы качества зерна по общепринятым методикам. Изучены такие показатели качества зерна, как содержание белка и клейковины, ее качество, натура зерна, его стекловидность и масса 1000 зерен. Установлено, что возделываемые сорта имеют определенные различия по отдельным показателям качества и разную степень отзывчивости на внесение удобрений. По содержанию белка все представленные сорта не показали никаких различий в сравнении с

контрольным вариантом (без удобрений). Повышение натурной массы и крупности зерна отмечено почти у всех сортов. Содержание клейковины (31–45 %) и ее качество на удобренном фоне возросло у сортов Ирень, Памяти Юдина и Тулунская 11 на 7–21 %. Сорта Бурятская остистая, Ирень и Юната улучшили стекловидность зерна при внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ на 8–28 %.

Ключевые слова: сорт, качество зерна, урожайность, посевы, белок, клейковина, стекловидность.

The research objective was the definition of indicators of the quality of the main zoned varieties of spring wheat at the influence of the level of chemicalization. Research problems include the detection of distinctions in productivity and quality indicators of grain between varieties of spring wheat, and also the analysis of change of these indicators when using mineral fertilizers. As the objects of the research 6 zoned varieties of spring wheat of various selection and different groups of ripeness acted: Buryatskaya ostistaya – mid-late, Iren and Novosibirskaya 15 – early ripening, Tulunskaya 11, Pamjati Yudina and Yunata – mid-early. The experiments were made in 2016, 2017 on bare fallow on typical gray forest, hard loamy soil with the contents in arable layer (0–20 cm) of humus of 4.5–4.9 %, P_2O_5 – 10.8–11.2 and K_2O – 8.2–9.1 mg / 100 of the soil. The research was conducted on experimental field of Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture. In the laboratory of agrochemical analysis of institute, and also in Test laboratory of Federal State Budgetary Institution Russian Agricultural Center branch across Irkutsk Region the analyses of the quality of grain by standard techniques were carried out. Such indicators of quality of grain as protein content and glutens, its quality, grain nature, its vitreousness and the mass of 1000 grains were studied. It was established that cultivated varieties had certain distinctions on separate indicators of the quality and different degree of responsiveness to the application of fertilizers. On protein content all presented varieties did not show any distinctions in comparison with control option (without fertilizers). The increase of natural weight and fineness of grain was noted almost in all varieties. The content of gluten (31–45 %) and its quality on fertilized background increased in the varieties Iren, Pamjati Yudina and, Tulunskaya 11 by 7–21 %. The varieties Buryatskaya ostistaya, Iren and Yunata improved their grain hardness when applied with $N_{30}P_{30}K_{30}$ by 8–28 %.

Keywords: variety, grain quality, productivity, crops, protein, gluten, hardness.

Введение. Повышение урожайности и качества зерна пшеницы остается одной из главных задач

земледельцев. Многие исследователи отмечают, что решение этих проблем в основном зависит от соблюдения элементов технологии возделывания [1].

В 2017 г. в Иркутской области яровая пшеница возделывалась на площади 246 тыс. га, что составляет 57,4 % в структуре посевов зерновых и зернобобовых культур. Основное количество зерна пшеницы производится в лесостепной зоне.

Для достижения цели сбора урожая зерна 1 млн т к 2020 г., в том числе 300 т продовольственного, необходимо повысить урожайность основной зерновой культуры – пшеницы и улучшить показатели качества ее зерна.

Научными исследованиями и производственной практикой установлено, что урожайность и качество зерна пшеницы в условиях Восточной Сибири в значительной степени зависит от применения минеральных удобрений и гербицидов [2].

Среди всего комплекса факторов увеличения производства высококачественного зерна пшеницы важное место занимает сорт и средства химизации при его возделывании. Для получения стабильных высоких урожаев необходимо в каждом хозяйстве возделывать 2–3 сорта с разной интенсивностью и вегетационным периодом [3].

В Иркутской области имеется большое количество разных сортов сельскохозяйственных культур, которые позволяют каждому хозяйству подобрать их с учетом специализации и почвенно-климатических условий возделывания. В Госреестр РФ включены для использования в производстве нашего региона только зерновых и зернобобовых культур 50 сортов, в том числе 13 яровой пшеницы, из которых отобраны для исследования 6, относящиеся к трем группам спелости: раннеспелые – Ирень и Новосибирская 15, среднеранние – Тулунская 11, Памяти Юдина и Юната и среднепоздний – Бурятская остистая [4]. Основная доля производимого в области зерна, в том числе яровой пшеницы, используется на зернофураж, и только около одной трети – на продовольственные цели. Продовольственное предназначение яровой пшеницы определяется прежде всего качеством ее зерна. К главным показателям качества зерна относятся содержание и качество белка и клейковины, а также масса 1000 зерен, натура зерна, его стекловидность.

Содержание белка, клейковины и ее качество служат основой разделения яровой пшеницы на классы: сильная (белковость – более 14 %, содержание клейковины – 28 % и более, первая группа качества клейковины), ценная (белка – 11–13 %, клейковины – 25–27 % со второй группой качества) и слабая (содержание белка менее 11 %, клейковины – менее 25 % и группа ее качества – третья) [5].

Масса 1000 зерен характеризует крупность и выполненность зерна. По данному показателю принята следующая группировка: масса 1000 зерен высокая – выше 30 г, выше среднего – 25–30 г, средняя масса – 22–25 г, ниже среднего – менее 22 г.

Плотность зерна является существенным показателем, определяющим величину натуры зерна [6]. Согласно требованиям ГОСТ 9353-2016, базисная натура зерна мягкой пшеницы должна составлять 750 г/л, твердой – 770 г/л [7].

Стекловидность характеризует консистенцию эндоспермы. Косвенно она служит показателем качества белка, содержащегося в зерне. Рядом исследований установлено [8], что стекловидность не является постоянным признаком сорта. При прочих равных условиях из стекловидного зерна получается больший выход муки по сравнению с мучнистым [9].

В Иркутской области возделываются сорта не только местной селекции, но и сорта из других регионов, главным образом Сибири. Однако исследований по комплексу качественных показателей зерна этих сортов с учетом уровней минерального питания до настоящего времени не проводилось.

Цель исследования: определить показатели качества зерна основных районированных сортов яровой пшеницы при разных уровнях химизации.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются районированные сорта яровой пшеницы при внесении минеральных удобрений. Исследование проводилось на опытном поле Иркутского НИИСХ, в лаборатории агрохимического анализа института, а также в Испытательной лаборатории филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Иркутской области проводились анализы качества зерна по общепринятым методикам. Опыты закладывались в 2016, 2017 гг.

по чистому пару на типичной серой лесной тяжело-суглинистой почве с содержанием в пахотном слое (0–20 см) гумуса 4,5–4,9 %; P_2O_5 – 10,8–11,2 и K_2O – 8,2–9,1 мг/100 г почвы.

Схема полевого опыта включала 6 районированных сортов: Тулунская 11, Памяти Юдина и Юната, созданные в отделе селекции Иркутского НИИСХ, а также оригинаров из других регионов: Бурятская остистая (Бурятский НИИСХ), Ирень (Уральский НИИСХ), Новосибирская 15 (Сибирский НИИСХ). Изучение сортов проводилось на четырех уровнях химизации: контроль (без удобрений и гербицидов), гербициды без удобрений, удобрения без гербицидов и гербициды + удобрения.

Доза удобрений – $N_{30}P_{30}K_{30}$. Учетная площадь делянок – 52,5 м², повторность трехкратная. В опытах применялась рекомендованная для лесостепной зоны агротехника.

Результаты исследования и их обсуждение. Определение массы 1000 зерен показало, что по принятой группировке она является высокой (более 30 г). Наиболее крупное зерно без применения удобрений получено у сортов Юната – 39 г и Ирень – 36,5 г. При применении стартовой дозы минеральных удобрений ($N_{30}P_{30}K_{30}$) отмечены максимальные показатели также у Юната и Бурятской остистой – 43,0 и 44,6 г соответственно. Применение удобрений способствует росту массы 1000 зерен.

Натурная масса всех изучаемых сортов превышала базисную (750 г/л), особенно у сорта Ирень, как без удобрений, так и с их внесением (табл. 1).

По содержанию белка все сорта, кроме Бурятской остистой, относятся к классу сильных пшениц. При этом удобрения в применяемой дозе на белковость зерна влияния не оказывали (табл. 2).

Натурная масса зерна районированных сортов яровой пшеницы (средняя за 2016, 2017 гг.)

Сорт	Натура зерна, г	
	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$
Тулунская 11	790,2	810,9
Ирень	800,7	810,0
Бурятская остистая	765,3	789,0
Памяти Юдина	792,5	798,5
Юната	773,9	762,1
Новосибирская 15	783,2	777,4

Таблица 2

Массовая доля белка в зерне районированных сортов яровой пшеницы (средняя за 2016, 2017 гг.)

Сорт	Содержание белка, %	
	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$
Тулунская 11	16,9	15,1
Иренъ	17,2	17,2
Бурятская остистая	14,0	13,1
Памяти Юдина	16,9	16,5
Юната	14,9	14,7
Новосибирская 15	17,0	17,0

По содержанию клейковины сорт Бурятская остистая показал себя хуже всех в контрольном варианте (25,4 %), но заметно отозвался на внесение $N_{30}P_{30}K_{30}$ (31,6 %). Сорт Юната, напротив, снизил количество клейковины с 40,4 до 36,5 % (табл. 3). По качеству клейковины выделяются высокими показа-

телями сорта Юната, Памяти Юдина и Тулунская 11, относящиеся ко II группе качества (удовлетворительная крепкая). И только сорт Новосибирская 15 никак не отреагировал на удобрения ни по содержанию клейковины, ни по ее качеству, попадая в III группу (неудовлетворительная крепкая).

Таблица 3

Содержание и качество клейковины в зерне районированных сортов яровой пшеницы (среднее за 2016, 2017 гг.)

Сорт	Содержание клейковины, %		Качество клейковины, ед. шк. ИДК	
	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$
Тулунская 11	31,0	38,0	36,0	44,0
Иренъ	34,5	36,9	25,0	27,0
Бурятская остистая	25,4	31,6	27,5	35,0
Памяти Юдина	40,6	45,7	37,5	42,5
Юната	40,4	36,5	41,5	37,5
Новосибирская 15	45,2	45,2	15,0	15,0

Стекловидность зерна оказалась наиболее высокой у сорта Юната (84 %) с повышением при внесении удобрений до 91 % и сорта Иренъ, который максимально отзывался на $N_{30}P_{30}K_{30}$ с 59,5 до 82,5 %

(табл. 4). Наиболее низкую стекловидность показали сорта Тулунская 11 и Новосибирская 15, на которых негативно сказался удобренный фон.

Таблица 4

Стекловидность зерна районированных сортов яровой пшеницы (средняя за 2016, 2017 гг.)

Сорт	Стекловидность зерна, %	
	Контроль	$N_{30}P_{30}K_{30}$
Тулунская 11	44,0	42,0
Иренъ	59,5	82,5
Бурятская остистая	51,0	60,0
Памяти Юдина	63,0	56,5
Юната	84,0	91,0
Новосибирская 15	52,5	41,5

Таблица 5 демонстрирует рост урожайности зерна исследуемых сортов яровой пшеницы, за исключением сорта Тулунская 11, негативно отзавшегося на уровень химизации. Особенно отличились в

повышении урожайности зерна по сравнению с контролем сорта Юната (в 2,5 раза) и Бурятская остистая (на 12 %).

**Урожайность зерна районированных сортов яровой пшеницы
(средняя за 2016, 2017 гг.)**

Сорт	Урожайность, ц/га	
	Контроль	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
Тулунская 11	19,5	17,0
Ирень	14,1	16,5
Бурятская остистая	25,7	28,9
Памяти Юдина	12,8	18,1
Юната	9,2	23,0
Новосибирская 15	11,2	19,9

Выводы

1. В силу своих генетических особенностей представленные сорта яровой пшеницы показали разную отзывчивость по качеству зерна на применение минеральных удобрений в засушливых условиях вегетационных периодов 2016, 2017 гг. Позитивное влияние уровня химизации N₃₀P₃₀K₃₀ на качественные показатели натурной массы и крупности зерна выявилось почти у всех сортов, на стекловидность – Бурятская остистая, Ирень и особенно Юната.

2. Все изучаемые сорта, за исключением сорта Бурятская остистая, по содержанию белка и клейковины проявили себя как сильные пшеницы. Применение минеральных удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ не привело к повышению белковости всех представленных сортов, а содержание и качество клейковины возросло только у сортов Тулунская 11, Ирень и Памяти Юдина.

3. Наибольшая урожайность зерна пшеницы без применения удобрений оказалась у сорта Бурятская остистая (25,7 ц/га) с повышением до 28,9 ц/га в варианте с удобрениями, наименьшей – у сорта Юната, но он резко повысил урожайность на удобренном фоне с 9,2 до 23,0 ц/га (в 2,5 раза). У сорта Тулунская 11 произошло снижение урожайности с 19,5 ц/га на контроле до 17,0 ц/га при внесении N₃₀P₃₀K₃₀.

Литература

1. Дмитриев В.Е. Агротехнологические приемы интенсификации возделывания пшеницы и ячменя в Восточной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2001. – № 7. – С. 101–102.
2. Воронцова В.П. Яровая пшеница в Восточной Сибири. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 80 с.
3. Дмитриев Н.Н., Солодун В.И., Султанов Ф.С. и др. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Иркутской области. – Иркутск: Изд-во ИрГАУ, 2015. – 132 с.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1. – М., 2018. – С. 10–15.
5. Butkovskij V.A. Trebovaniya k mukomol'nym i hleboperekarnym kachestvam pshenicy // Zernovye kul'tury. – 1997. – № 3. – S. 8–10.
6. Knjaginichev M.I. Biohimija zerna. – M.; L.: Sel'hozizdat, 1951. – 277 s.
7. GOST 9353-2016. Pshenica. Tehnicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2016. – S. 4–5.
8. Shibaeva O.V. Formirovanie urozhajaja zerna jarovoj tverdoj pshenicy v zavisimosti ot tehnologicheskikh priemov vozdelyvaniya: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Kazan', 2002.
9. Avdus' L.B., Sapozhnikova A.S. Opredelenie kachestva zerna, muki i krupy // Selekcija i semenovodstvo. – 1969. – № 3. – S. 14–15.

Literatura

1. Dmitriev V.E. Agrotehnologicheskie priemy intensifikacii vozdelyvaniya pshenicy i jachmenja v Vostochnoj Sibiri // Vestn. KrasGAU. – 2001. – № 7. – S. 101–102.
2. Voroncova V.P. Jarovaja pshenica v Vostochnoj Sibiri. – M.: Rossel'hozizdat, 1987. – 80 s.
3. Dmitriev N.N., Solodun V.I., Sultanov F.S. i dr. Adaptivnye tehnologii vozdelyvaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur v usloviyah Irkutskoj oblasti. – Irkutsk: Izd-vo IrGAU, 2015. – 132 s.
4. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju. – T. 1. – M., 2018. – S. 10–15.
5. Butkovskij V.A. Trebovaniya k mukomol'nym i hleboperekarnym kachestvam pshenicy // Zernovye kul'tury. – 1997. – № 3. – S. 8–10.
6. Knjaginichev M.I. Biohimija zerna. – M.; L.: Sel'hozizdat, 1951. – 277 s.
7. GOST 9353-2016. Pshenica. Tehnicheskie uslovija. – M.: Standartinform, 2016. – S. 4–5.
8. Shibaeva O.V. Formirovanie urozhajaja zerna jarovoj tverdoj pshenicy v zavisimosti ot tehnologicheskikh priemov vozdelyvaniya: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Kazan', 2002.
9. Avdus' L.B., Sapozhnikova A.S. Opredelenie kachestva zerna, muki i krupy // Selekcija i semenovodstvo. – 1969. – № 3. – S. 14–15.

ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕЗОСТРУКТУРА
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА НОВОГО СОРТА СОИ СФЕРА

E.S. Butovets, L.M. Lukyanchuk, O.L. Burundukova

DESCRIPTIVE CHARACTERISTICS AND MESOSTRUCTURE OF
PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF A NEW VARIETY OF SOY SPHERE

Бутовец Е.С. – канд. с.-х. наук, науч. сотр., и. о. зав. лаб. селекции сои Приморского НИИ сельского хозяйства, г. Уссурийск. E-mail: otdelsoy@mail.ru

Лукьянчук Л.М. – мл. науч. сотр. лаб. селекции сои Приморского НИИ сельского хозяйства, г. Уссурийск. E-mail: otdelsoy@mail.ru

Бурундукова О.Л. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. клеточной биологии и биологии развития ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: burundukova.olga@gmail.com

Цель исследования – выявить структурно-функциональные перестройки растений сои и фотосинтетического аппарата в процессе современной селекции в Приморском крае. Авторским коллективом лаборатории селекции сои ФГБНУ «Приморский НИИСХ» выведен новый высокоурожайный сорт – Сфера. Были проведены сравнительные исследования урожайности и мезоструктуры фотосинтетического аппарата нового приморского сорта сои Сфера и американского сорта Ходсон. Исследования проводились на экспериментальных полях ФГБНУ «Приморский НИИСХ», расположенных вблизи г. Уссурийска. Сою выращивали в соответствии с принятой для Приморского края агротехникой. Уборка делянок осуществлялась комбайном «Сампо»-130. По величине средних значений урожая зерна за четыре года наблюдений сорта Сфера и Ходсон не различались, при этом в благоприятные годы урожайность незначительно выше была у сорта Ходсон, в неблагоприятные годы – выше у сорта Сфера на 0,4–1,1 ц/га. Проведенный анализ ведущих признаков структуры производительности сои показал, что у Сферы в менее благоприятный сезон 2017 г. наблюдали большее количество бобов и семян на растении, более высокую массу 1000 семян и массу семян с растения. Сфера превосходила Ходсон по характеристикам мезоструктуры фотосинтетического аппарата: толщине и удельной поверхности плотности листа, объему клеток палисадной паренхимы. Сфера отличается большей высотой прикрепле-

Butovets E.S. – Cand. Agr. Sci., Staff Scientist, Acting Head, Lab. of Soy Selection, Promorsky Research and Development Institute of Agriculture, Ussuriisk. E-mail: otdelsoy@mail.ru

Lukyanchuk L.M. – Junior Staff Scientist, Lab. of Soy Selection, Promorsky Research and Development Institute of Agriculture, Ussuriisk. E-mail: otdelsoy@mail.ru

Burundukova O.L. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Cellular Biology and Biology of Development of FRC of Biodiversity of Land Biota, Eastern Asia FEB RAS, Vladivostok. E-mail: burundukova.olga@gmail.com

ния нижних бобов, следовательно, существенно превосходит Ходсон по технологичности и адаптированности к условиям Приморья. Таким образом, сорт сои Сфера по продуктивности и морфофункциональным характеристикам фотосинтетического аппарата не уступает, а по ряду признаков и превосходит сорт Ходсон. Сфера является перспективным сортом для возделывания в Приморье, а также для использования в селекции в качестве донора признаков, обеспечивающих высокие фотосинтетические способности ассимиляционного аппарата растения.

Ключевые слова: сорт сои Сфера, производительность, мезоструктура, Приморский край.

The purpose of the research was to reveal structurally functional reorganizations of plants of soy and photosynthetic device in the course of modern selection in Primorsky Region. In the Laboratory of Soybean Selection at FSBSI "Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture" new high yielding variety Sphere was developed. Comparative researches of productivity and mesostructure of photosynthetic device of a new seaside variety of soy Sphere and American variety Hodson were conducted. The researches were conducted on experimental fields of FSBSI "Primorsky Scientific Research Institute of Agriculture" near Ussuriysk. Soy was grown up according to the agrotechnology accepted for Primorsky Region. Cleaning of allotments was carried out by combine Sampo-130. In the size of average values of grain yield in four years of supervision of the va-

riety Sphere and Hodson did not differ, thus in favorable years the productivity was slightly higher in the variety Hodson, in unfavorable years – Sphere on 0.4–1.1 c/hectare was higher in the variety. Carried-out analysis of leading signs of structure of the efficiency of soy showed that in Sphere during less favorable season of 2017 bigger quantity of beans and seeds on a plant, higher mass of 1000 seeds and the mass of seeds from a plant were observed. The sphere surpassed Hodson in characteristics of mesostructure of photosynthetic device: to thickness and specific area the density of a leaf, the volume of palisade parenchyma cells. The variety Sphere differs in bigger height of the attachment of lower beans, therefore, Hodson significantly surpasses in technological effectiveness and adaptedness to the conditions of Primorye. Thus, soybean variety Sphere doesn't give way to Hodson in productivity and morphofunctional characteristics of photosynthetic apparatus and in a number of signs it surpasses the variety Hodson. Sphere is a perspective variety for cultivation in Primorye, and also for using in selection as the donor of the signs providing high photosynthetic abilities of assimilatory plant device.

Keywords: soybean variety Sphere, productivity, mesostructure, Primorsky Region.

Введение. В современном мировом растениеводстве соя относится к числу главнейших белково-масличных культур. В процессе селекции урожайность сои удалось существенно увеличить. Урожай сортов, выведенных в Китае и США за несколько десятков лет вырос в 2–3 раза [1, 2]. Сравнительные исследования больших наборов старых и новых сортов сои в Китае, Канаде и США выявили положительную корреляцию между урожаем и фотосинтезом, что открывает перспективы использования фотосинтетических признаков для дальнейшего увеличения урожайности сои [3, 1, 2].

На Дальнем Востоке России соя культивируется в Приморском крае, Амурской области, Хабаровском крае, ЕАО и является одной из ведущих культур [4]. В настоящее время в крае активно возделываются новые высокуюрожайные сорта сои селекции Приморского НИИСХ и районированный по Дальневосточной зоне сорт американского происхождения Ходсон. В 90-е гг. среди сортов среднеранней группы спелости сорт Ходсон превосходил по урожайности основной местный сорт сои Приморская 494 на 1,8–2,4 ц/га [5]. Проведенные сравнительные физиологические исследования продукционного процесса сортов приморского и американского происхождения показали, что сорт Ходсон отличался наибольшей площадью листьев и продолжительностью их активной жизнедеятельности, оптимальной ориентацией листьев в посеве и высокими потенциаль-

ными ассимиляционными способностями фотосинтетического аппарата [6]. Известно, что параметры мезоструктуры листа в значительной степени определяют его фотосинтетическую активность [7]. Сорт Ходсон существенно превосходил сорта приморской селекции по таким параметрам мезоструктуры фотосинтетического аппарата, как удельная поверхностная плотность листа (УППЛ), число клеток мезофилла и число хлоропластов в расчете на единицу площади листа [6].

Цель исследования: выявить структурно-функциональные перестройки растений сои и фотосинтетического аппарата в процессе современной селекции в Приморском крае.

Авторским коллективом лаборатории селекции сои ФГБНУ «Приморский НИИСХ» за последние годы выведен ряд новых высокуюрожайных сортов сои, хорошо адаптированных к возделыванию в условиях муссонного климата Приморского края [8]. Один из них – Сфера. В 2016 г. он внесен в реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 12-му региону Российской Федерации. Получен патент на селекционное достижение № 8562.

В задачу **исследования** входило проведение сравнительных исследований урожайности и мезоструктуры фотосинтетического аппарата нового приморского сорта сои Сфера и американского сорта Ходсон.

Условия, объекты и методы исследования. Исследование выполнялось на экспериментальных полях ФГБНУ «Приморский НИИСХ», расположенных вблизи г. Уссурийска. Данный район характеризуется как наиболее теплый, влажный, с суворой зимой. Сумма активных температур (выше 10 °C) колеблется в пределах 2400–2600 °C. Гидротермический коэффициент (ГТК) – 1,6–2,0 (ГТК 1,0 характеризует крайне недостаточные условия увлажнения, ГТК 2,0 – избыточные).

Гидротермический коэффициент характеризует усредненное состояние термовлагообеспеченности территории в год проведения опытов. Погодные условия 2017 г. резко отличались от среднемноголетней нормы (рис. 1). Преобладали периоды избыточного увлажнения, в отдельные декады показатели ГТК были ниже 1, но растения в эти периоды не испытывали недостатка влаги благодаря обильному количеству осадков, выпавших в предыдущие декады месяца. Гидротермические условия 2017 г. способствовали реализации генетического потенциала продуктивности сои, несмотря на обильные осадки во второй половине лета (июль–август), когда начинается период цветения и налива бобов. Растения смогли сформировать полноценные продуктивные завязи бобов, что позитивно отразилось на урожайности сортов.

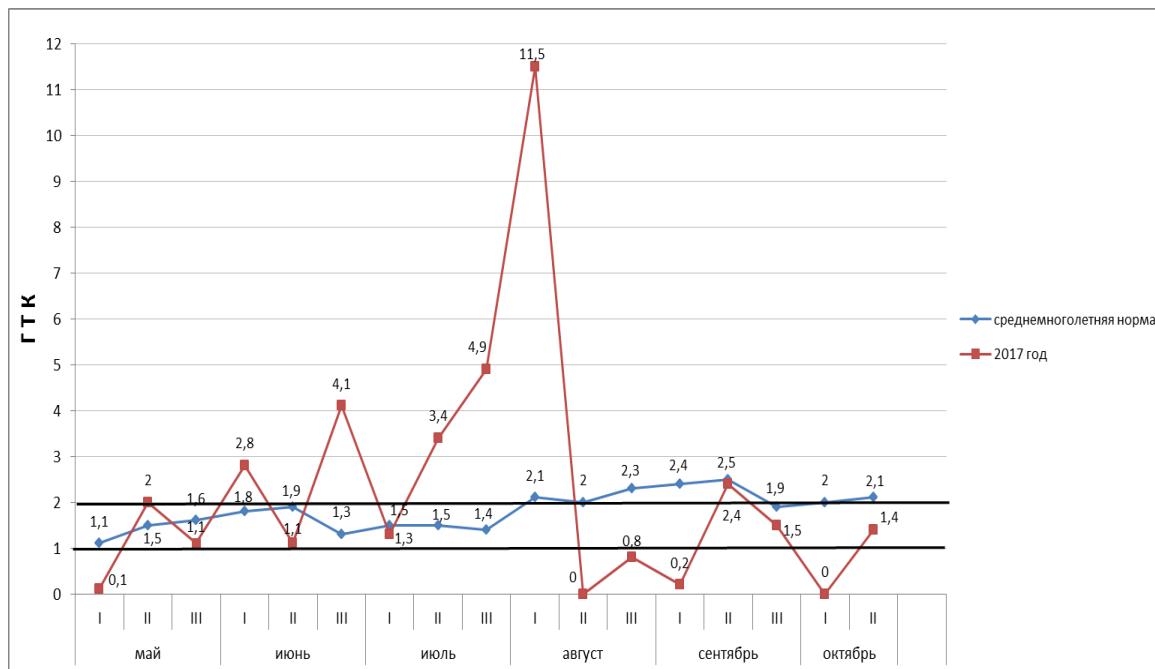


Рис. 1. Гидротермический коэффициент в год проведения исследований по декадам (по данным агрометеостанции «Тимирязевский»)

Почва опытного участка – лугово-бурая отбеленная с тяжелым механическим составом.

Соя выращивалась в соответствии с принятой для Приморского края агротехникой [9]. Оценку продуктивности, учеты по основным хозяйствственно ценным признакам, описание и фенологические наблюдения проводили согласно методическим указаниям ВНИИР в течение всего периода вегетации сои [10]. Проведена биометрия растений сои по следующим количественным признакам: высота растения и прикрепления нижнего боба, количество бобов, количество и масса семян с одного растения, масса 1000 семян, число продуктивных ветвей, толщина стебля. Уборка делянок осуществлялась комбайном Сампо 130.

Мезоструктурный анализ. Листья сортов сои Ходсон и Сфера были отобраны в производственных посевах в 07.08.2017 г. в период массового цветения. Мезоструктуру фотосинтетического аппарата определяли согласно [11]. Вырезки из средней части листьев фиксировали в 3,5 %-м глутаровом альдегиде, приготовленном на фосфатном буфере (рН – 7,0). Подсчет количества хлоропластов в клетках мезофилла проводили на давленных препаратах в 30 клетках мацерата листьев, приготовленного на водяной бане кратковременным нагреванием (15–20 мин) дисков листьев в 5 %-м растворе оксида хрома в 1 Н. HCl при температуре 60–70 °С. Подсчет количества клеток в единице площади листа проводили в камере Горяева, диски листьев мацерировали в 50 %-м KOH при кратковременном кипячении. Досто-

верность различий оценивали по критерию Манна – Уитни.

Исследования частично выполнены с использованием оборудования ЦКП «Микротехническая лаборатория Ботанического сада-института ДВО РАН».

Объектами изучения были американский сорт Ходсон и приморский Сфера. Сорт Сфера относится к средней группе спелости (119–121 дня). Морфологические особенности сорта: растения среднерослые (70–75 см), толщина стебля – 0,5–0,6 см. Детерминантный тип роста. Распределение бобов – равномерное в средней и верхней частях растения. Образовывает от 55 до 84 шт. (65 %) 3- и 4-семянных бобов на растении, в продуктивном узле – от 6 до 9 бобов. Эта способность в большей степени реализуется в разреженных посевах. Характеристика семян: форма шаровидная, окраска зерна желтая, рубчик светлый (рис. 2). Масса 1000 семян – 180–190 г. Содержание масла в семенах 21,9–22,8 %, белка – 37,4–38,1 %. Создан сорт Сфера в результате гибридизации отдаленных в географическом и экологическом отношении родительских форм. Сорт обладает высоким иммунитетом и толерантностью к основным грибным заболеваниям Дальневосточного региона. Компактный габитус куста, высокое прикрепление бобов, повышенная продуктивность и качество продукции позволяют широко использовать его как на пищевые цели, так и на корм животным.



Рис. 2. Растение (а), бобы и семена (б) сорта сои Сфера

Сорт Ходсон относится к маньчжурскому подвиду, разновидности тах, аprobационной группе *immaculata*. Период вегетации – 116–119 дней. Растения средней высоты (65–80 см), толщина стебля – 0,4–0,5 см. Растения маловетвистые – 1–3 стебля на растение. Окраска цветка – фиолетовая, опушение стебля светлое и редкое, бобы слабоизогнутые с темно-серым оттенком. Отмечается растрескивание бобов. Семена желтые, овальные, рубчик коричневый. Масса 1000 зерен – 160–190 г. Поражение болезнями и вредителями среднее.

Результаты исследования и их обсуждение

Продукционные характеристики. Средняя урожайность изучаемых сортов сои по результатам четырех сезонов наблюдений находится относительно на одном уровне значений (табл. 1). В благоприятные годы по погодным условиям урожай сорта Ход-

сон был незначительно выше, чем у Сферы, на 0,3–0,4 ц/га, в неблагоприятные годы урожайность Сферы была на 0,4–1,1 ц/га выше, чем у Ходсона. Способность сорта Сфера в неблагоприятных погодных условиях формировать более высокий урожай семян свидетельствует о ее лучшей адаптированности к муссонному климату Приморья. Проведенный анализ ведущих признаков структуры продуктивности сои показал, что у Сферы в менее благоприятный сезон 2017 г. наблюдали большее количество бобов и семян на растении, более высокую массу 1000 семян (табл. 1, 2). Количество ветвей у сорта Ходсон больше (3,5 шт. на растение), при этом продуктивность в сравнении с сортом Сфера меньше, потому как у Сферы формируется большее количество бобов в продуктивном узле на главном стебле.

Таблица 1
Урожайность сортов сои, 2014–2017 гг.

Сорт сои	Урожайность, ц/га					Масса 1000 семян, г	Период вегетации, дней
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средняя		
Ходсон	23,5	28,4	26,0	23,3	25,3	155	116
Сфера	23,9	28,0	25,7	24,4	25,5	175	115

Пригодность сортов сои к механизированной уборке определяется высотой растения и высотой прикрепления нижних бобов. Достаточной высотой растения при уборке сои комбайном можно считать 70 см. От высоты прикрепления нижнего боба зависят потери урожая, причем изменчивость признака только на 28 % определяется наследственными

факторами, а остальное зависит от природно-климатических и агротехнических условий возделывания. У приморского сорта сои Сфера показатели по данному признаку значительно выше американского сорта Ходсон (табл. 2). Таким образом, Сфера существенно превосходит Ходсон по технологичности, адаптированности к местным условиям.

Характеристика сортов сои по признакам продуктивности, 2017 г.

Сорт сои	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Толщина стебля, см	Количество ветвей на одном растении, шт.	Число бобов на одном растении, шт.	Число семян на одном растении, шт.	Масса семян с растения (продуктивность), г
Ходсон	73,9	8,9	0,5	3,5	22,4	63,5	8,3
Сфера	80,3	13,3	0,6	1,7	37,9	89,4	12,5

Мезоструктура фотосинтетического аппарата. Лист сои имеет дорсовентральный тип строения мезофилла. Мезофилл состоит из 2-3 слоев столбчатой паренхимы и 2 слоев губчатой паренхимы. Структурно-функциональные характеристики листа приведены в таблице 3. Площадь тройчатосложного листа сорта Сфера меньше, чем у сорта Ходсон, но при этом лист толще, выше его удельная поверхностная плотность, лучше развита столбчатая паренхима. Объем клеток столбчатой паренхимы у сорта Сфера был выше, чем у Ходсона, в то время как число пластид в клетках мезофилла и число пластид в расчете на единицу площади листа было пример-

но одинаковым. Данный показатель у старых приморских сортов сои был на 20–25 % ниже, чем у Ходсона [6]. Содержание пластид в листе имеет большое значение для определения потенциальной фотосинтетической способности листа. Исследования, выполненные на большой выборке диких видов, примитивных и высокопродуктивных селекционных сортов картофеля, показали, что селекционный процесс не изменил фотосинтетическую активность хлоропластов, и во многих случаях повышение фотосинтеза происходит вследствие увеличения числа пластид [7].

**Мезоструктура фотосинтетического аппарата сортов сои Сфера и Ходсон
(дата сбора растительного материала – 07.08.2017 г.)**

Параметр	Ходсон	Сфера	Достоверность различий
Площадь тройчатосложного листа, см ²	115±6	100±5	< 0,05
Толщина листа, мкм	179±4	188±5	< 0,05
Толщина мезофилла, мкм	145±3	155±4	< 0,05
Толщина столбчатого мезофилла, мкм	79±5	92±3	< 0,05
УППЛ, мг/см ²	5,4±0,4	6,5±0,5	< 0,05
Число хлоропластов в клетках столбчатой паренхимы, шт.	22,9±0,6	23,2±0,5	н.д.
Объем клеток столбчатой паренхимы, мкм ³ ·10 ³	3,7±0,03	4,6±0,04	< 0,05
Количество хлоропластов в единице площади листа ×10 ⁵	25,6± 2	25,9±1,5	н.д.

Примечание: приведены средние значения и стандартная ошибка среднего; н.д. – не достоверно; достоверность различий оценивали по критерию Мана – Уитни.

Выводы. Таким образом, сорт сои Сфера по продуктивности и морфофункциональным характеристикам фотосинтетического аппарата не уступает и по ряду признаков превосходит сорт Ходсон. Сфера является перспективным сортом для возделыва-

ния в Приморье, а также для использования в селекции в качестве донора признаков, обеспечивающих высокие фотосинтетические способности ассимиляционного аппарата растения.

Литература

1. Agronomic and physiological contributions to the yield improvement of soybean cultivars released from 1950 to 2006 in Northeast China. / J. Jin [et al.] // Field Crops Research. – 2010. – Т. 115. – № 1. – С. 116–123.
2. Changes in physiological traits in soybean with breeding advancements / N.R. Keep [et. al.] // Crop Science. – 2016. – Т. 56. – № 1. – С. 122–131.
3. Morrison M.J., Voldeng H.D., Cober E.R. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada // Agronomy Journal. – 1999. – Т. 91. – № 4. – С. 685–689.
4. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко [и др.]; науч. ред. А.К. Чайка; Россельхозакадемия, ДВ РНЦ, Примор. НИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.
5. Федеров Ю.Н., Лопатникова Т.К. Новые сорта сельскохозяйственных культур для Приморского края // Пути повышения продуктивности растениеводства, кормопроизводства, садоводства на Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальнаука, 1987. – С. 141–148.
6. Подбор сортов сои для посева в июне на юге Приморья / И.П. Холупенко [и др.] // Защита растений на Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальнаука, 1989. – С. 75–80.
7. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. – М: Наука, 1981. – 196 с.
8. Бутовец Е.С. Адаптивный потенциал новых сортов сои приморской селекции // Современные технологии и техническое обеспечение производства и переработки сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. / ФАНО, РАН, ДальнНИИМЭСХ. – Благовещенск: Изд-во ДальнГАУ, 2016. – С. 103–114.
9. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: метод. рекомендации / А.К. Чайка, В.А. Тильба, А.А. Моисеенко [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 139 с.
10. Соя: метод. указания по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. – Л.: Изд-во ВИР, 1975. – 159 с.
11. Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – СПб., 1978. – Т. 61. – С. 119–133.

Literatura

1. Agronomic and physiological contributions to the yield improvement of soybean cultivars released from 1950 to 2006 in Northeast China. / J. Jin [et al.] // Field Crops Research. – 2010. – Т. 115. – № 1. – С. 116–123.
2. Changes in physiological traits in soybean with breeding advancements / N.R. Keep [et. al.] // Crop Science. – 2016. – Т. 56. – № 1. – С. 122–131.
3. Morrison M.J., Voldeng H.D., Cober E.R. Physiological changes from 58 years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada // Agronomy Journal. – 1999. – Т. 91. – № 4. – С. 685–689.
4. Soja na Dal'nem Vostoke / A.P. Vashhenko [i dr.]; nauch. red. A.K. Chajka; Rossel'hozakademija, DV RNC, Primor. NIISH. – Vladivostok: Dal'nauka, 2010. – 435 s.
5. Federov Ju.N., Lopatnikova T.K. Novye sorta sel'skohozjajstvennyh kul'tur dlja Primorskogo kraja // Puti povyshenija produktivnosti rastenievodstva, kormoproizvodstva, sadovodstva na Dal'nem Vostoke. – Vladivostok: Dal'nauka, 1987. – S. 141–148.
6. Podbor sortov soi dlja poseva v ijune na juge Primor'ja / I.P. Holupenko [i dr.] // Zashchita rastenij na Dal'nem Vostoke. – Vladivostok: Dal'nauka, 1989. – С. 75–80.
7. Mokronosov A.T. Ontogeneticheskij aspekt fotosinteza. – M: Nauka, 1981. – 196 s.
8. Butovec E.S. Adaptivnyj potencial novyh sortov soi primorskoj selekcii // Sovremennye tehnologii i tehnicheskoe obespechenie proizvodstva i pererabotki sel'skohozjajstvennyh kul'tur: sb. nauch. tr. / FANO, RAN, Dal'NIIMJeSH. – Blagoveshhensk: Izd-vo Dal'GAU, 2016. – S. 103–114.
9. Adaptivnye i progressivnye tehnologii vozdrelyvanija soi i kukuru-zy na Dal'nem Vostoke: metod. rekomendacii / A.K. Chajka, V.A. Til'ba, A.A. Moiseenko [i dr.]. – Vladivostok: Dal'nauka, 2009. – 139 s.
10. Soja: metod. ukazanija po selekcii i semenovodstvu / sost. N.I. Korsakov, Ju.P. Mjakushko. – L.: Izd-vo VIR, 1975. – 159 s.
11. Mokronosov A.T., Borzenkova R.A. Metodika kolichestvennoj ocenki struktury i funkcional'noj aktivnosti fotosintezirujushhih tkanej // Tr. po prikl. botanike, genetike i selekcii. – SPb., 1978. – Т. 61. – С. 119–133.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СЕВООБОРОТОВ В СИСТЕМЕ АДАПТИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

T.V. Nozhenko, E.V. Nekrasova

CROP ROTATIONS OPTIMIZATION MODEL IN THE SYSTEM OF ADAPTIVE AGRICULTURE

Ноженко Т.В. – канд. с.-х. наук, доц. каф. землеустройства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: tv.nozhenko@omgau.org

Некрасова Е.В. – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org

В статье представлена оптимизационная модель севооборотов в системе адаптивного земледелия на территории ООО «Чистое» Тюкалинского муниципального района Омской области Западной Сибири. Основным видом производственной деятельности ООО «Чистое» является производство сельскохозяйственной продукции. Отрасль растениеводства направлена на выращивание зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав. Общая площадь сельскохозяйственных угодий (именно пашни) – 10 246 га. С учетом ландшафтно-экологических ограничений, режимов использования земель установлены типы севооборотов: полевые и специальные средостабилизирующие, которые носят черты полевых и кормовых севооборотов, выполняющих экологические функции. Структура посевных площадей ООО «Чистое» не в полной мере соответствует предъявляемым требованиям с учетом зональных особенностей и требует корректировки с применением экономико-математического моделирования. Оптимизационная модель структуры использования пашни включает ограничения по удельному весу пара, сельскохозяйственных культур, объему продукции и трудовым ресурсам. Целевой установкой в модели является максимальная прибыль от товарной продукции в стоимостном выражении. Структура использования пашни требует изменений согласно результатам моделирования: площадь под зерновыми культурами (пшеница, овес, ячмень) и однолетними травами необходимо увеличить на 1207 и 461 га соответственно (до-вести до рекомендуемых 49,0 и 9 %), под зернобобовыми культурами и многолетними травами снизить (минимально рекомендованные соответственно 3,0 и 18,0 %). Для рационального использования пашни и повышения плодородия земель необходимо вводить в севооборот пропашные культуры на площади 717 га. В рамках адаптивного зем-

Nozhenko T.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Land Management, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: tv.nozhenko@omgau.org

Nekrasova E.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org

леделия произвести замену чистых паров на занятые пары. Рекомендуемый севооборот с паразанимающей культурой (донник) агротехнически и экономически выгоден. Количество продукции, полученной с единицы площади, выраженное в сравнимых величинах (кормовых единицах) составляет 11 966,4 ц корм. ед., рентабельность производства в севообороте – 21,4 %.

Ключевые слова: система земледелия, оптимизационная модель, сельскохозяйственная организация, севооборот, целевая функция, ограничение, рентабельность.

Optimizing model of crop rotations in the system of adaptive agriculture in the territory of JSC Chistoye of Tyukalinsky municipal area of Omsk Region of Western Siberia was presented in the study. The main type of production activity of JSC Chistoye is making agricultural products. The branch of plant growing is directed on cultivation of grain, leguminous, annual and perennial herbs. The total area of agricultural grounds (arable land) is 10 246 hectares. Taking into account landscape and ecological restrictions, the modes of using lands types of crop rotations were established: field and special environmentally stabilizing which carry lines of field and fodder crop rotations carrying out ecological functions. The structure of cultivated areas of JSC Chistoye not fully conforms to qualifying standards taking into account zone features and demands adjustment with application of economic-mathematical modeling. Optimizing model of structure of using arable land includes the restrictions on specific weight of bare fallow, crops, volume of production and man power. The purpose in model was the maximum profit on products in value terms. The structure of use of arable land demands changes according to the results of modeling: the area under grain crops (wheat, oats, barley) and annual herbs needs to be increased by 1207 and 461 hectares respectively (to bring to recommended 49.0 and 9 %),

under leguminous crops and perennial herbs to lower (minimum recommended respectively 3.0 and 18.0 %). For rational use of arable land and the increase of fertility of lands it is necessary to bring into crop rotation cultivated crops on the area of 717 hectares. Within adaptive agriculture was to make the replacement of bare fallows by occupied fallows. Recommended crop rotation with fallow-occupied crop (clover) was in agrotechnical plan and economically profitable. The quantity of products obtained from a unit area, expressed in comparable quantities (feed units), is 11.966.4 c fodder units and the profitability of crop rotation was 21.4 %.

Keywords: the system of agriculture, optimizing model, agricultural organization, crop rotation, criterion function, restriction, profitability.

Введение. В последнее десятилетие XX в. произошли значительные негативные трансформации пахотных земель основных сельскохозяйственных регионов России. Были нарушены традиционные и зональные системы земледелия, стали преобладать экстенсивные агротехнологии с низкими дозами минеральных, органических удобрений, нарушением севооборотов и др.

В этих условиях чрезвычайно сильное развитие получили деградационные процессы: эрозия и вы-pахивание, дегумификация и подкисление, ощелачивание и засоление. Развитие сельскохозяйственного производства в сложившихся эколого-экономических условиях требует перехода к системам адаптивного земледелия [1].

Цель исследования: разработать рекомендации по совершенствованию структуры использования пашни в хозяйстве.

Задачи исследования:

- анализ существующей структуры посевных площадей;

- создание оптимизационной модели системы севооборотов с применением метода экономико-математического моделирования [5, 6].

Объект и методы исследования. Анализ системы земледелия на предмет адаптивности проведен на территории сельскохозяйственной организации ООО «Чистое», расположенного в северной лесостепи в Тюкалинском муниципальном районе Омской области, основным видом производственной деятельности которого является производство сельскохозяйственной продукции [2, 3].

Экспериментальная часть

На 01.01.2017 г. площадь сельскохозяйственных угодий ООО «Чистое» составляет 10 246 га. Сельскохозяйственные угодья представлены одним из наиболее ценных видов угодий – пашней (10 246 га). Климат на территории – резко континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная. Снежный покров составляет 25–40 см. Среднегодовое количество осадков – 350–400 мм. Коэффициент увлажнения по В.С. Мезенцеву – 0,8. Среднегодовая температура воздуха от 0,0 до (-0,4) °C. Сумма температур воздуха за период выше 10 °C составляет 1800–1900. Запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см к началу вегетации – 135–165 мм. Продолжительность безморозного периода – 110–120 дней [4]. Почвенный покров пахотных земель представлен лугово-черноземными, черноземно-луговыми солонцеватого типа, солонцами, луговыми почвами. В связи с проявлением процессов засоления средней и сильной степени земли ООО «Чистое» характеризуются средней экологической напряженностью – 6033,5 га (58,9 %) и сильной экологической напряженностью – 4212,5 га (41,1 %) от общей площади пашни в хозяйстве. В сельскохозяйственной организации с учетом ландшафтно-экологических ограничений, режимов использования земель установлены следующие типы севооборотов: полевые и специальные средостабилизирующие, которые носят черты полевых и кормовых севооборотов [2] (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика системы севооборотов в ООО «Чистое»

Тип севооборота	Количество, шт.	Площадь, га	Схема чередования культур
Полевой	1	2	3
		1	700
		1	1240
Кормовой / Средостабилизирующий фитомелиоративный		1	Пар-пшеница-овес
		1	Пар-пшеница-пшеница-однолетние травы-овес
		1540	Пар-пшеница (подсев многолетних трав)-многолетние травы 1 г.п.-многолетние травы 2 г.п.-многолетние травы 3 г.п.-многолетние травы 4 г.п.-пшеница
		1301	Пар-пшеница-однолетние травы (подсев многолетних трав)-многолетние травы 1 г.п.- многолетние травы 2 г.п.-ячмень

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Полевой / Средостабилизирующий фитомелиоративный	3	3385	Пар-пшеница (подсев многолетних трав)-многолетние травы 1 г.п.- многолетние травы 2 г.п.- овес/ячмень
	2	2080	Пар-пшеница (подсев многолетних трав)-многолетние травы 1 г.п.- многолетние травы 2 г.п.- пшеница

Учитывая природные особенности, опыт практического земледелия, специалистами СибНИИСХа и ОмГАУ рекомендована следующая структура использования пашни в хозяйствах северной лесостепной зоны Омской области: удельный вес пара в структуре пашни – от 14 до 18 %; зерновых и зернобобовых культур – от 48 до 56 %, в том числе яровой пшеницы – от 24 до 30 %, ячменя – от 4 до 6 %, овса – от 8 до 14 % и зернобобовых – от 3 до 5 %; кормовых культур от 28 до 34 %, из них: силосные – от 7 до 9 %; однолетних трав – от 5 до 9 % и многолетних трав – от 14 до 18 % [4]. Структура посевных площадей ООО «Чистое» не в полной мере соответствует предъявляемым требованиям (табл. 2). Наибольший удельный вес культур в севообороте отводится под зерновые и зернобобовые культуры – 4 205 га (41 %), а также многолетние травы – 3 425 га (33,6 %) и пар – 2 155 га (21 %), в связи с этим имеются возможности улучшения и оптимизации структуры посевных площадей в соответствии с производственной направленностью хозяйства.

На основании этого составлена оптимизационная модель структуры использования пашни, которая

включает ограничения пропорциональных связей, позволяющих выдержать структуру зональных условий по удельному весу пара и сельскохозяйственных культур, а также ограничения по объему продукции и трудовым ресурсам (табл. 3). Целевой установкой в модели является получение максимальной прибыли в стоимостном выражении. Для составления экономико-математической модели в качестве переменных приняты следующие: x_1 – площадь пашни, занятая паром, га; x_2 – площадь товарных зерновых (пшеница) культур, га; x_3 – площадь ячменя, га; x_4 – площадь овса, га; x_5 – площадь зернобобовых культур, га; x_6 – площадь пропашных культур, га; x_7 – площадь однолетних трав, га; x_8 – площадь многолетних трав на зеленый корм, га.

Результаты исследования и их обсуждение. Оптимизационная модель использования пашни отличается от существующей в сельскохозяйственной организации как посевной площадью, так и набором культур (см. табл. 2).

Таблица 2
Структура использования пашни в ООО «Чистое»

Наименование	Существующая		Оптимальная		Изменения	
	Площадь, га	%	Площадь, га	%	га	%
Зерновые, всего	3815	37,2	5022	49,0	+1207	+11,8
В т. ч.: пшеница	2495	24,4	2971	29,0	+476	+4,6
овес	730	7,1	1437	14,0	+707	+6,9
ячмень	590	5,8	614	6,0	+24	+0,2
Зернобобовые, всего	390	3,8	307	3,0	-83	-0,8
Однолетние травы на силос	461	4,5	922	9,0	+461	+4,5
Многолетние травы на сено	3425	33,4	1844	18,0	-1581	-15,4
Пропашные культуры	-	-	717	7,0	+717	+7,0
Посевная площадь, всего	8091	79,0	8812	86,0	+721	+7,0
Чистый пар	2155	21,0	1434	14,0	-721	-7,0
Пашня, всего	10246	100,0	10246	100,0	-	-

Таблица 3
 Система ограничений

Ограничения	Уравнения
По использованию пашни, га	$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 10246$
Ограничения пропорциональных связей по удельному весу	
Пара более 14 % и менее 18 %	$0,86x_1 - 0,14x_2 - 0,14x_3 - 0,14x_4 - 0,14x_5 - 0,14x_6 - 0,14x_7 - 0,14x_8 \geq 0$ $0,82x_1 - 0,18x_2 - 0,18x_3 - 0,18x_4 - 0,18x_5 - 0,18x_6 - 0,18x_7 - 0,18x_8 \leq 0$
Пшеницы не менее 24 % и не более 30 %	$-0,24x_1 + 0,76x_2 - 0,24x_3 - 0,24x_4 - 0,24x_5 - 0,24x_6 - 0,24x_7 - 0,24x_8 \geq 0$ $-0,3x_1 + 0,7x_2 - 0,3x_3 - 0,3x_4 - 0,3x_5 - 0,3x_6 - 0,3x_7 - 0,3x_8 \leq 0$
Ячменя не менее 4 % и не более 6 %	$-0,04x_1 - 0,04x_2 + 0,96x_3 - 0,04x_4 - 0,04x_5 - 0,04x_6 - 0,04x_7 - 0,04x_8 \geq 0$ $-0,06x_1 - 0,06x_2 + 0,94x_3 - 0,06x_4 - 0,06x_5 - 0,06x_6 - 0,06x_7 - 0,06x_8 \leq 0$
Овса не менее 8 % и не более 14 %	$-0,08x_1 - 0,08x_2 - 0,08x_3 + 0,92x_4 - 0,08x_5 - 0,08x_6 - 0,08x_7 - 0,08x_8 \geq 0$ $-0,14x_1 - 0,14x_2 + 0,14x_3 + 0,86x_4 - 0,14x_5 - 0,14x_6 - 0,14x_7 - 0,14x_8 \leq 0$
Зернобобовых культур не менее 3 % и не более 5 %	$-0,03x_1 - 0,03x_2 - 0,03x_3 - 0,03x_4 + 0,97x_5 - 0,03x_6 - 0,03x_7 - 0,03x_8 \geq 0$ $-0,05x_1 - 0,05x_2 - 0,05x_3 - 0,05x_4 + 0,95x_5 - 0,05x_6 - 0,05x_7 - 0,05x_8 \leq 0$
Пропашных культур не менее 7 % и не более 9 %	$-0,07x_1 - 0,07x_2 - 0,07x_3 - 0,07x_4 - 0,07x_5 + 0,93x_6 - 0,07x_7 - 0,07x_8 \geq 0$ $-0,09x_1 - 0,09x_2 - 0,09x_3 - 0,09x_4 - 0,09x_5 + 0,91x_6 - 0,09x_7 - 0,09x_8 \leq 0$
Однолетних трав не менее 5 % и не более 9 %	$-0,05x_1 - 0,05x_2 - 0,05x_3 - 0,05x_4 - 0,05x_5 - 0,05x_6 + 0,95x_7 - 0,05x_8 \geq 0$ $-0,09x_1 - 0,09x_2 - 0,09x_3 - 0,09x_4 - 0,09x_5 - 0,09x_6 + 0,91x_7 - 0,09x_8 \leq 0$
Многолетних трав не менее 14 % и не более 18 %	$-0,14x_1 - 0,14x_2 - 0,14x_3 - 0,14x_4 - 0,14x_5 - 0,14x_6 - 0,14x_7 + 0,86x_8 \geq 0$ $-0,18x_1 - 0,18x_2 - 0,18x_3 - 0,18x_4 - 0,18x_5 - 0,18x_6 - 0,18x_7 + 0,82x_8 \leq 0$
Ограничение по объему производства продукции, ц	
Пшеницы	$16x_2 \geq 41000$
Ячменя	$14x_3 \geq 10000$
Овса	$15x_4 \geq 15000$
Однолетних трав	$45x_7 \geq 20000$
Многолетних трав	$19x_8 \geq 60000$
По трудовым ресурсам, чел. дн.	$6,6x_1 + 18,0x_2 + 12,0x_3 + 12,0x_4 + 7,2x_5 + 26,5x_6 + 28,0x_7 + 28,2x_8 \leq 25000$
Целевая функция	$Z = 13600 \cdot x_2 + 10920 \cdot x_3 + 10920 \cdot x_4 + 15200 \cdot x_5 + 37500 \cdot x_6 + 11250 \cdot x_7 + 7600 \cdot x_8 \rightarrow \max$

Площадь под зерновыми культурами (пшеница, овес, ячмень) и однолетними травами необходимо

увеличить на 1207 и 461 га соответственно (довести до рекомендуемых 49,0 и 9 %), под зернобобовыми

культурами и многолетними травами снизить (минимально рекомендованные соответственно 3,0 и 18,0 %). Посевная площадь по проекту увеличилась на 7,0 % за счет уменьшения площади под парами на 721 га (довести до рекомендуемых минимальных 14,0 %). Для рационального использования пашни и повышения плодородия земель в севооборот необходимо ввести пропашные культуры. Такая структура использования земельных угодий дает возможность повышения прибыли предприятия. Трудовые ресурсы сельскохозяйственной организации используются в полном объеме.

В системе адаптивного земледелия в районах достаточного увлажнения считается возможным замена чистых паров на занятые пары [7] (табл. 4). Исходя из наличия неблагоприятных пахотных массивов, где экологическое состояние характеризуется сильной экологической напряженностью, с целью стабилизации негативных процессов (засоления и переувлажнения) и улучшения обстановки рекомендуем вводить в полевые севообороты парозанимающую культуру, выполняющую роль фитомелиорантов, – высокоустойчивое растение донник.

Таблица 4
Агрозконоомическая оценка севооборотов

Культура	Продукция	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Валовой сбор, ц	Коэффициент перевода в корм.ед.	Получено корм. ед., ц
Существующий зернопаровой трехпольный севооборот (чистый пар)						
Пар	-	237	-	-	-	-
Пшеница	Зерно	229	16,0	3 664,0	1,16	4 250,2
Овес	Зерно	234	14,9	3 486,6	1,00	3 486,6
Итого по севообороту	-	700	15,5	7 150,6	-	7 736,8
Рентабельность, %				16,3		
Проектный зернопаровой трехпольный севооборот (занятый пар)						
Занятый пар	Зеленая масса	237	130,0	30 810,0	0,16	4 229,6
Пшеница	Зерно	229	16,0	3 664,0	1,16	4 250,2
Овес	Зерно	234	14,9	3 486,6	1,00	3 486,6
Итого по севообороту	-	700	160,9	37 960,6	-	11 966,4
Рентабельность, %				21,4		

Развивая мощную корневую систему, донник разрыхляет уплотненные солонцеватые горизонты, улучшая их физические свойства. Пожнивные остатки культур в занятых парах способствуют увеличению количества органического вещества в почве, улучшению ее физических свойств, улучшению фитосанитарного состояния полей.

Рекомендованный севооборот с парозанимающей культурой агротехнически и экономически выгоден для хозяйства ООО «Чистое», так как количество и полученной с единицы площади продукции, выраженное в сравнимых величинах (кормовых единицах), выше на 4 229,6 ц корм. ед., рентабельность производства составляет 21,4 %.

Заключение. Оптимизационная модель севооборотов в системе адаптивного земледелия с учетом зональных рекомендаций структуры использования пашни способствует эффективности использования земельных ресурсов.

Литература

1. Модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия для основных природно-сельскохозяйственных регионов страны / Г.Н. Черкасов, А.С. Акименко, И.И. Васенев [и др.]; Всерос. НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН. – Курск, 2005.
2. Ноженко Т.В., Маракаева Т.В. Анализ организации систем севооборотов сельскохозяйственных организаций Тюкалинского района Омской области на ландшафтно-экологической основе // Вестн. Казан. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 3 (41). – С. 24–30.
3. Ноженко Т.В., Маракаева Т.В. Экологическое состояние земель Тюкалинского района Омской области // Геодезия, землеустройство и кадастры: вчера, сегодня, завтра: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Омск, 2017. – С. 104–109.
4. Научные основы земледелия равнинных ландшафтов Западной Сибири / Л.В. Березин [и др.]; под ред. И.Ф. Храмцова, В.Г. Холмова; РАСХН,

Сельскохозяйственные науки

- Сиб. отд-ние СибНИИСХа, Омский гос. аграр. ун-т. – Омск, 2007. – 224 с.
5. Спектор М.Д. Экономико-математические методы и модели землеустройства. – Астана, 2006. – 175 с.
6. Волков С.Н. Землеустройство. Экономико-математические методы и модели: в 6 т. Т. 4. – М.: Колос, 2001. – 696 с.
7. Методическое руководство по агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова; РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева. – М., 2005. – 763 с.

Literatura

1. Modeli adaptivno-landshaftnyh sistem zem-ledelija dlja osnovnyh prirodno-sel'skohozjajstvennyh regionov strany / G.N. Cherkasov, A.S. Akimenko, I.I. Vasenev [i dr.]; Vseros. NII zemledelija i zashchity pochv ot jerozii RASHN. – Kursk, 2005.
2. Nozhenko T.V., Marakaeva T.V. Analiz organizacii sistem sevooborotov sel'skohozjajstvennyh organizacij Tjukalinskogo rajona Omskoj oblasti na
3. landshaftno-jekologicheskoy osnove // Vestn. Kazan. gos. agrar. un-ta. – 2016. – № 3 (41). – S. 24–30.
4. Nozhenko T.V., Marakaeva T.V. Jekologicheskoe sostojanie zemel' Tjukalinskogo rajona Omskoj oblasti // Geodezija, zemleustrojstvo i kadastry: vchera, segodnya, zavtra: mat-ly mezhdunar. naych.-prakt. konf. – Omsk, 2017. – S. 104–109.
5. Nauchnye osnovy zemledelija ravninnyh landshaftov Zapadnoj Sibiri / L.V. Berezin [i dr.]; pod red. I.F. Hramcova, V.G. Holmova; RASHN, Sib. otd-nie SibNIISHa, Omskij gos. agrar. un-t. – Omsk, 2007. – 224 s.
6. Spektor M.D. Jekonomiko-matematicheskie metody i modeli zemleustrojstva. – Astana, 2006. – 175 s.
7. Volkov S.N. Zemleustrojstvo. Jekonomiko-matematicheskie metody i modeli: v 6 t. T. 4. – M.: Kolos, 2001. – 696 s.
7. Metodicheskoe rukovodstvo po agrojekologicheskoy ocenke zemel', proektirovaniyu adaptivno-landshaftnyh sistem zemledelija i agrotehnologij / pod red. V.I. Kirjushina, A.L. Ivanova; RGAU – MSHA im. K.A. Timirjazeva. – M., 2005. – 763 s.

УДК 631.31.06:631.51.022

*В.И. Солодун, О.В. Сметанина,
С.А. Митюков*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЯМОГО ПОСЕВА ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В ЛЕСОСТЕПИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

*V.I. Solodun, O.V. Smetanina,
S.A. Mityukov*

THE EFFICIENCY OF USING DIRECT SEEDING OF ANNUAL HERBS IN FOREST-STEPPE OF IRKUTSK REGION

Солодун В.И. – д-р с.-х. наук, проф. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, зав. лаб. земледелия Иркутского НИИ сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: rector@igsha.ru

Сметанина О.В. – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. земледелия Иркутского НИИ сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: smetanina-olesya@mail.ru

Митюков С.А. – асп. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: sergei.mituckov2015@yandex.ru

Цель исследования – установить эффективность применения прямого посева однолетних трав посевным агрегатом «Обь-4» по сравнению с

Solodun V.I. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny, Head, Lab. of Agriculture, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikh. E-mail: rector@igsha.ru

Smetanina O.V. – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Agriculture, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikh. E-mail: smetanina-olesya@mail.ru

Mityukov S.A. – Post-Graduate Student, Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny. E-mail: sergei.mituckov2015@yandex.ru

их посевом рядовой сеялкой СЗП-3,6 по весенне-спашке после предпосевной культивации и боронования. Исследования проводились в 2015–2017 гг. на

опытном поле АО «Сибирская Нива» Иркутского района на типичной серой лесной, тяжелосуглинистой почве в зернотравяном севообороте с занятым паром: пар занятый (горох-овес) – яровая пшеница – яровая пшеница. Под горохово-овес после пшеницы изучались пять вариантов весенней обработки почвы на двух фонах удобрений. Установлено, что весенняя вспашка на глубину 20–22 см приводит к потерям влаги из всего обрабатываемого слоя 0–20 см и создает к посеву влагозапасы на уровне критических. В предпосевной период приемы мелкой весенней обработки почвы на глубину 8–10 см в основном влияют на увлажненность поверхностного слоя 0–5 см. Обработка культиватором КПЭ-3,8 и прямой посев «Обь-4» оказывают наименьшее иссушающее действие на посевной слой 0–10 см по сравнению с дисковатором БДМ-4, дискокультиватором «Смарагд» и особенно с весновспашкой. Применение на весенней основной обработке почвы и посеве комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата «Обь-4», а также тяжелого культиватора КПЭ-3,8 на глубину 8–10 см в агрегате с боронами и посевом сеялкой СЗП-3,6 экономически выгоднее традиционной весновспашки на глубину 20–22 см под посев горохово-овса. Применение минеральных удобрений из-за их высокой стоимости существенно снижает экономическую эффективность горохово-овса, независимо от приемов механической обработки почвы и посева, однако остается рентабельным.

Ключевые слова: обработка почвы, прямой посев, севооборот, урожайность, весновспашка.

The research objective was to establish the efficiency of application of direct seeding of annual herbs by sowing "Ob-4" unit in comparison to their sowing with a row seeder SZP-3.6 over winter plowing after pre-sowing cultivation and harrowing. The studies were conducted in 2015–2017 in experimental field of JSC "Sibirskaya Niva" in Irkutsk Region on typical gray forest heavy-loamy soil in grain-grass rotation with full fallow: full fallow (pea-oat) – spring wheat – spring wheat. Under pea-oats after wheat five variants of spring soil tillage on two backgrounds of fertilizers were studied. It was stated that spring plowing to the depth 20–22 cm led to the loss of moisture from the whole cultivated layer 0–20 cm and made moisture reserves at critical level. In pre-sowing period the techniques of fine spring tillage to the depth 8–10 cm affected, mainly, the extent of humidification in surface layer 0–5 cm. The tillage with a cultivator KPE-3,8 and direct seeding with "Ob-4" made the least drying effect on sowing layer 0–10 cm in comparison to the disc header BDM-4, discountmevacor "Smaragd" and, especially, with spring plowing. The use of combined soil-cultivating seeder "Ob-4", as well as heavy cultivator KPE-3.8 to the depth 8–10 cm in the unit with harrows and sowing with the seeder SZP-3.6 in the course of spring basic soil tillage and sowing was economically more beneficial than traditional spring plowing to the depth 20–22 cm under pea-oats sowing. The application of mineral fertilizers due to their high price significantly reduced economic efficiency of pea-oat. However, irre-

spective to the techniques of soil tillage and seeding, it remains profitable.

Keywords: soil cultivation, direct seeding, crop rotation, yielding capacity, spring plowing.

Введение. В земледелии Иркутской области в качестве основных однолетних трав наиболее широко возделываются смешанные посевы гороха с овсом или гороха с викой [1]. Сами же эти культуры чаще рассматриваются в качестве предшественников таких зерновых культур, как яровая пшеница, ячмень, овес [2]. Однолетние травы могут возделываться в Иркутской области при их посеве в разные сроки, начиная с начала мая, а далее через 10–15 дней вплоть до 20 июня [3]. Если посев проводится в ранние сроки, а зеленая масса убирается на корм до 20 июля, а затем освободившееся поле обрабатывается по типу полупара, то такое поле является занятым паром. Сами же однолетние травы, как правило, размещаются не по самым хорошим предшественникам, а чаще после первой или второй зерновой культуры. До поступления в хозяйства региона новых многооперационных почвообрабатывающих и посевных машин однолетние травы часто размещались по весновспашке [4]. В последние годы их стали размещать после мелких дисковаторных, дискокультиваторных, культиваторных обработок на глубину от 6–8 до 10–12 см. По результатам исследований В.И. Солодуна и С.А. Митюкова [5], в связи с вышесказанным термин «весновспашка» утратил свое первоначальное значение из-за повсеместной замены ее на весенние ресурсосберегающие приемы многофункциональными почвообрабатывающими орудиями и сеялками для прямого посева.

В настоящее время в Иркутскую область поступает и применяется широкий набор различных машин и орудий для обработки почвы и посева как отечественного, так и зарубежного производства, однако научного обоснования и сравнительного изучения эффективности этих разных орудий в регионе не проводилось.

Цель исследования: установить эффективность применения прямого посева однолетних трав посевным агрегатом «Обь-4» по сравнению с их посевом рядовой сеялкой СЗП-3,6 по весновспашке после предпосевной культивации и боронования.

Материалы и методика исследований. Исследования проводились в 2015–2017 гг. на опытном поле АО «Сибирская Нива» Иркутского района на типичной серой лесной, тяжелосуглинистой почве в зернопаровом севообороте с занятым паром: пар занятый (горох-овес)-яровая пшеница-яровая пшеница.

Под горохово-овес после пшеницы изучались 5 вариантов весенней обработки почвы на двух фонах удобрений.

Варианты с обработкой почвы:

1. Вспашка на глубину 20–22 см с культивацией и боронованием + посев сеялкой СЗП-3,6 на глубину 5–7 см – контроль.

2. Культивация КПЭ-3,8 на глубину 8–10 см с одновременным боронованием + посев сеялкой СЗП-3,6 на глубину 5–7 см.

3. Обработка дискокультиватором «Смарагд» на глубину 8–10 см + посев сеялкой СЗП-3,6 на глубину 5–7 см.

4. Обработка дисковатором БДМ-4 на глубину 8–10 см + посев сеялкой СЗП-3,6 на глубину 5–7 см.

5. Прямой посев посевным агрегатом «Обь-4» на глубину 5–7 см.

Фоны удобрений: 1) контроль – без удобрений; 2) фон (при посеве в рядки) $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Повторность 4-кратная, площадь делянок с обработкой почвы – 480 м², с химизацией – 120 м². Учетная площадь – 100 м². Сорт овса – Ровесник, гороха – Томас, соотношение гороха и овса – 1 : 2,5.

Результаты исследований. Полученные нами данные показали (табл. 1), что приемы весенней обработки почвы оказывают существенное влияние на состояние увлажненности верхних частей пахотного слоя 0–20 см.

Таблица 1

Запасы продуктивной влаги в верхних слоях почвы перед посевом горохо-овса после разных приемов весенней обработки почвы (среднее за 2015–2017 гг.), мм

Прием весенней обработки почвы	Перед посевом горохо-овса		
	0–5 см	0–10 см	0–20 см
Вспашка на глубину 20–22 см – контроль	9,6	13,4	16,5
Культивация КПЭ-3,8 на глубину 8–10 см	12,1	16,8	20,1
Обработка «Смарагд» на глубину 8–10 см	8,3	12,0	19,1
Обработка дисковатором БДМ-4 на глубину 8–10 см	9,2	13,0	19,0
Прямой посев «Обь-4» на глубину 5–7 см	16,5	17,8	23,4
HCP_{05}	1,9	2,1	2,6

Перед посевом горохо-овса верхний посевной слой 0–5 см после обычной весновспашки, дисковаторной и дискокультиваторной обработки содержал менее 10 мм продуктивной влаги, в то время как после культивации КПЭ-3,8 и перед прямым посевом они превышали критический уровень (10 мм) и составляли соответственно 12,1 и 16,5 мм. Перед посевом горохо-овса больше продуктивной влаги было и в целом по слоям 0–10 и 0–20 см в этих вариантах, что свидетельствует об их меньшем иссушающем влиянии на поверхностные слои почвы, а этот факт является одним из основополагающих для обоснования приемов обработки почвы в регионе.

Содержание нитратного азота ($N\text{-NO}_3$) во все сроки определения под однолетними травами по всем вариантам весенней обработки почвы без применения минеральных удобрений находилось на уровне очень низкой обеспеченности (до 5 мг/кг почвы). При этом варианты с применением культиватора КПЭ-3,8 и посевной машины «Обь-4» перед посевом имели более высокое содержание $N\text{-NO}_3$ (более 5 мг/кг почвы), что по принятой градации обеспеченности соответствует уже не очень низкой, а низкой обеспеченности (5–10 мг/кг почвы). Независимо от приемов обработки почвы содержание нитратного азота от посева к уборке характеризовалось стабильным его снижением.

Урожайность сельскохозяйственных культур является одним из основных показателей, определяющих эффективность всех агротехнических приемов, связанных с технологией возделывания сельскохозяйственных культур.

В среднем за 3 года достоверное снижение урожайности зеленой массы гороха-овса отмечено по весеннему дискованию стерни после пшеницы дисковатором БДМ-4. Все остальные варианты существенных различий по уровню урожайности не имели. Однако в

разрезе отдельных лет показатели урожайности различаются. Так, в засушливые годы (2015 и 2017), когда за май-июнь (период формирования зеленой массы однолетних трав) осадков выпало существенно меньше нормы (на 17–22 %), а среднемесячные температуры воздуха были выше на 1,5–2,0 °C среднемноголетних значений, урожайность по вариантам находилась в пределах ошибки опыта.

В более увлажненном 2016 г. весновспашка имела явные преимущества перед мелкими весенними приемами обработки почвы. Применение удобрений в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$ повышало урожайность зеленой массы в 1,1–1,3 раза по разным вариантам обработки почвы. В целом прибавка от удобрений существенно превышала прибавки от приемов обработки, а в абсолютных показателях удобрения большую прибавку обеспечили в хорошо увлажненный 2016 г.

Полученные нами данные по экономической оценке приемов обработки почвы и посева под горохо-овс на зеленую массу показали (табл. 2), что все приемы весенней обработки почвы без применения минеральных удобрений были экономически более выгодными почти в два раза, чем применение дозы удобрений $N_{45}P_{45}K_{45}$. Это обусловлено тем, что доля стоимости минеральных удобрений в себестоимости полученной продукции составляет 30–35 %. Высокая стоимость минеральных удобрений, связанная с так называемым «диспаритетом цен», резко увеличивает производственные затраты, стоимость продукции, снижает уровень рентабельности. Противоречие в том, что при дальнейшем росте цен на удобрения хозяйствам эффективнее вести производство без их применения.

По комплексу экономических показателей более выгодными вариантами при весенней обработке были прямой посев «Обь-4» и применение тяжелого культиватора КПЭ-3,8.

Таблица 2

Экономическая эффективность возделывания горохо-овса при разных приемах обработки почвы и фонах удобрений (среднее за 2015–2017 гг.)

22

Прием обработки почвы	Фон удобрений	Урожайность, т/га	Стоимость продукции зеленой массы с 1 га, руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 ц зеленой массы, руб.	Чистый доход, руб. с 1 га	Уровень рентабельности, %
Весновспашка на глубину 20–22 см – контроль	1	12,5	37 500	16 734,8	133,9	20 765,2	124,1
	2	15,7	47 100	28 554,9	181,9	18 545,1	64,9
Культивация КПЭ-3,8 на глубину 8–10 см	1	11,8	35 400	15 069,6	127,7	20 330,4	134,9
	2	15,8	47 400	27 456,1	173,8	19 943,9	72,6
Обработка «Смарагд» на глубину 8–10 см	1	11,6	34 800	14 905,1	128,5	19 894,9	133,5
	2	15,3	45 900	27 079,2	177,0	18 820,8	69,5
Обработка БДМ-4 на глубину 8–10 см	1	10,9	32 700	14 734,9	135,2	17 965,1	121,9
	2	14,1	42 300	26 555,0	188,3	15 745,0	59,3
Прямой посев «Обь-4» на глубину 5–7 см	1	11,4	34 200	14 565,3	127,8	19 634,7	134,8
	2	15,9	47 700	27 305,9	171,7	20 394,1	74,7

Примечание: 1 – без удобрений – контроль; 2 – с удобрениями ($N_{45}P_{45}K_{45}$).

Выводы

1. Весенняя вспашка на глубину 20–22 см приводит к потерям влаги из всего обрабатываемого слоя 0–20 см и создает к посеву влагозапасы на уровне критических для посева зерновых культур (меньше 20 мм для слоя 0–20 см и меньше 90 мм для слоя 0–100 см).

В предпосевной период приемы мелкой весенней обработки почвы на глубину 8–10 см в основном влияют на увлажненность поверхностного слоя 0–5 см. Обработка культиватором КПЭ-3,8 и прямой посев «Обь-4» оказывают наименьшее иссушающее действие на посевной слой 0–10 см по сравнению с дисковым культиватором БДМ-4, дисковокультиватором «Смарагд» и, особенно, с весновспашкой.

2. Без применения удобрений серые лесные почвы лесостепной зоны имеют низкое содержание нитратного азота, а применение умеренной дозы минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$) доводит его содержание до уровня средней обеспеченности, независимо от приемов весенней обработки почвы. На содержание подвижного фосфора и обменного калия приемы весенней обработки почвы заметного влияния не оказывают.

3. Применение на весенней основной обработке почвы и посеве комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата «Обь-4», а также тяжелого культиватора КПЭ-3,8 на глубину 8–10 см в агрегате с боронами и посевом сеялкой СЗП-3,6 экономически выгоднее традиционной весновспашки на глубину 20–22 см под посев гороха-овса. Применение минеральных удобрений, из-за их высокой стоимости, существенно снижает экономическую эффективность гороха-овса, независимо от приемов механической обработки почвы и посева, однако остается рентабельным.

Литература

1. Белых А.Г. Механическая обработка почвы // Культура земледелия. – Иркутск, 1977. – 89 с.
2. Бычко М.Ф. Особенности агротехники Приангарья // Земля сибирская, дальневосточная. – 1981. – № 12. – С. 8–9.
3. Солодун В.И., Зайцев А.М. Применение почвообрабатывающе-посевных комплексов в условиях Предбайкалья // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2012. – Вып. 4. – С. 24–33.
4. Солодун В.И., Зайцев А.М. Теоретические основы полевых севооборотов и методология их проектирования в агроландшафтных системах земледелия. – Иркутск: Мегапринт, 2016. – 256 с.
5. Митюков С.А., Солодун В.И. Эффективность применения комбинированных агрегатов для весенней обработки почвы и посева в лесостепи Предбайкалья // Вестн. ИрГСХА. – 2018. – № 84. – С. 13–21.

Literatura

1. *Belyh A.G. Mehanicheskaja obrabotka pochvy // Kul'tura zemledelija.* – Irkutsk, 1977. – 89 s.
2. *Bychko M.F. Osobennosti agrotehniki Priangar'ja // Zemlya sibirskaja, dal'nevostochnaja.* – 1981. – № 12. – S. 8–9.
3. *Solodun V.I., Zajcev A.M. Primenenie pochvoobrabatyvajushhe-posevnyh kompleksov v uslovijah Predbajkal'ja // Aktual'nye voprosy agrarnoj nauki.* – 2012. – Vyp. 4. – S. 24–33.
4. *Solodun V.I., Zajcev A.M. Teoreticheskie osnovy polevyh sevooborotov i metodologija ih proektirovaniya v agrolandshaftnyh sistemah zemledelija.* – Irkutsk: Megaprint, 2016. – 256 s.
5. *Mitjukov S.A., Solodun V.I. Jeffektivnost' primeneniya kombinirovannyh agregatov dlja vesennej obrabotki pochvy i poseva v lesostepi Predbajkal'ja // Vestn. IrGSHA.* – 2018. – № 84. – S. 13–21.

ФОРМИРОВАНИЕ СТЕБЛЕСТОЯ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ
В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

A.V. Gladkikh, N.A. Rendov, E.V. Nekrasova,
S.I. Mozyleva, A.A. Kaloshin

FORMING OF FOOTSTALKS DENSITY OF HULLESS BARLEY IN THE CONDITIONS
OF SOUTHERN FOREST-STEPPE OF OMSK REGION

Гладких А.В. – директор ООО «Теплично-парниковый комбинат», г. Омск. E-mail: andrei_hunter@mail.ru

Рендов Н.А. – д-р с.-х. наук, проф. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: na.rendov@omgau.org

Некрасова Е.В. – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org

Мозылева С.И. – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: si.mozyleva@omgau.org

Калошин А.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: aa.kaloshin@omgau.org

В условиях южной лесостепной зоны Омской области на лугово-черноземной почве в 2011–2014 гг. были проведены исследования по изучению формирования стеблестоя голозерного ячменя сорта Сибирский голозерный 2 в зависимости от срока сева, нормы высева и фона химизации. Увеличение нормы высева с 3,5 до 5,5 млн всхожих зерен на гектар привело к снижению доли взошедших растений с 71,4 до 65,8 %. При посеве в первой декаде июня полевая всхожесть выше по сравнению с посевами второй и третьей декады мая. Разница между вариантами химизации находилась в пределах 68,0–68,9 %. Выживаемость растений в среднем по срокам сева и нормам высева в вариантах без химизации составляла 42,9 %; на фоне удобрений и гербицидов – 49,0; при обработке гербицидами – 50,9 %. Меньше растений насчитывалось к уборке в варианте без использования средств химизации, больше отмечалось при применении гербицидов и удобрения. Срок сева на фоне гербицидов на формирование стеблестоя влиял незначительно, число растений варьировало от 221 до 227 шт/м², в варианте без химизации колебания были от 172 до 240, при внесении удобрения

Gladkikh A.V. – Director, JSC “Hothouse and Greenhouse Complex”, Omsk. E-mail: andrei_hunter@mail.ru

Rendov N.A. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: na.rendov@omgau.org

Nekrasova E.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org

Mozyleva S.I. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: si.mozyleva@omgau.org

Kaloshin A.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: aa.kaloshin@omgau.org

и опрыскиванием гербицидами – от 176 до 238 шт/м². Масса растений культуры находилась в пределах от 619 до 1195 г/м². В зависимости от срока сева выделялись растения на первом и третьем сроках. Лучшие показатели стеблестоя отмечались в посевах второй декады мая с нормой 4,5 млн всхожих зерен на гектар, внесении азотного удобрения (N_{60}) и обработке баковой смесью гербицидов («Лума Супер» – 7,5–0,9 л/га и «Секатор Турбо» – 75 мл/га).

Ключевые слова: голозерный ячмень, полевая всхожесть, выживаемость, стеблестой, норма, срок, химизация.

In the conditions of southern forest-steppe zone of Omsk Region on meadow and chernozym soil in 2011–2014 the researches on forming of footstalks density of hulless barley of the variety Siberian hulless 2 depending on the term of sowing, the norm of seeding and the background of chemicalization were conducted. By increasing seed rate from 3.5 to 5.5 million germinating grains per hectare the share of germinating plants was reduced from 71.4 to 65.8 %. At sowing in the first ten-day period of June field germination was higher as

compared to sowing of the second and third ten-day period of May. The difference between options of chemicalization was within 68.0–68.9 %. The survivability of the plants on the average on the terms of sowing and norms of sowing without application of chemicals was 42.9 %, on the background of fertilizers and herbicides made 49.0 %, at the treatment with herbicides – 50.9 %. Fewer plants were harvested in the option without using the means of chemicalization and more at using herbicides and fertilizers. Sowing term with using herbicides influenced footstalks formation slightly; the number of plants varied from 221 to 227 pieces/ m², in the option without chemicalization the fluctuation was from 172 to 240, at introduction of fertilizer and spraying herbicides – from 176 to 238 pieces/ m². The mass of plants of culture was in the range 619 to 1195 g/m². Depending on the term of sowing plants on the first and third terms were allocated. The best indicators of footstalks were noted in the crops of the second decade of May with the norm of 4.5 million germinating grains per hectare, introduction of nitric fertilizer (N_{60}) and processing by tank mix of herbicides ("Puma Super" – 7.5–0.9 l/hectare and "Secator Turbo" – 75 ml/ hectare).

Keywords: hulless barley, field germination, survivability, stalks density, rate, term, chemicalization.

Введение. Основные исследования технологии возделывания ячменя проведены преимущественно для пленчатых сортов [1–5]. По мере создания сортов голозерного ячменя в Западной Сибири появилась необходимость уточнения элементов технологии, в том числе сроков и норм высеява, применения удобрений и средств химической защиты для конкретных почвенно-климатических условий [6].

Цель исследования. Изучить особенности формирования стеблевой части голозерного ячменя в зависимости от срока сева, коэффициента высеява и

фона химизации для условий южной лесостепной зоны Омской области.

Объекты и методы исследования. Полевые опыты проводили в 2011–2014 гг. на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Почва – лугово-черноземная среднемощная малогумусовая среднесуглинистая. Высевали сорт голозерного ячменя Омский голозерный 2.

Схема трехфакторного опыта включала три фона химизации: без химизации (О), гербициды (Г), гербициды и удобрения (Г+У); три срока сева: 14–18 мая, 25–28 мая и 4–6 июня; три коэффициента высеява: 3,5; 4,5 и 5,5 млн всхожих зерен на гектар.

В качестве гербицидов использовали баковую смесь («Пума Супер» – 7,5–0,9 л/га и «Секатор Турбо» – 75 мл/га). Обработка гербицидами проводилась в фазу кущения ячменя ранцевым опрыскивателем с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Минеральное удобрение (аммиачная селитра – N_{60}) вносили перед посевом первого срока сева дисковой сеялкой.

Предшественник ячменя – пшеница (вторая культура после чистого пара). Основная обработка – вспашка на 20–22 см. Весной – ранневесенне боронование (БЗТС-1,0) и культивация перед посевом. Посев дисковой сеялкой (La Rocca) и послепосевное прикатывание (ЗККШ – 6А).

Повторность в опыте – трехкратная, площадь делянки – 20 м².

Результаты исследования. Наблюдения за формированием стеблестоя голозерного ячменя проводились от посева до уборки урожая в течение четырех лет. При полных всходах оценивали влияние изучаемых в опыте факторов на полевую всхожесть (табл. 1). При увеличении коэффициента высеява с 3,5 до 5,5 млн всхожих зерен на гектар ежегодно отмечалось уменьшение доли взошедших растений.

Таблица 1

Полевая всхожесть голозерного ячменя, %

Фон химизации	Срок сева	КВ, млн всхожих зерен/га	Год				
			2011	2012	2013	2014	Среднее
О	14–18.05	3,5	62,8	65,7	96,0	69,4	73,5
		4,5	59,5	62,5	92,6	58,4	68,2
		5,5	53,3	60,5	87,8	57,4	64,8
	25–28.05	3,5	60,3	66,3	82,2	62,6	67,8
		4,5	59,7	65,8	80,0	60,3	66,5
		5,5	52,2	65,5	79,3	57,6	64,2
	4–6.06	3,5	71,7	80,1	75,4	69,7	74,2
		4,5	68,0	77,5	72,2	68,9	71,6
		5,5	66,1	73,6	71,3	66,9	69,5

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Г	14–18.05	3,5	55,1	69,1	92,6	70,6	71,8
		4,5	51,1	61,1	91,3	70,4	68,5
		5,5	45,8	60,2	83,5	70,2	64,9
	25–28.05	3,5	58,6	60,0	83,7	72,7	68,8
		4,5	58,0	58,2	80,5	70,0	66,7
		5,5	52,9	56,2	79,1	68,5	64,2
	4–6.06	3,5	62,4	77,1	75,0	77,6	73,0
		4,5	58,2	75,7	73,5	75,5	70,7
		5,5	57,3	75,1	68,2	74,9	68,9
Г+У	14–18.05	3,5	52,3	69,4	91,1	70,7	70,9
		4,5	51,7	57,3	84,0	70,6	65,9
		5,5	51,6	57,2	82,2	68,8	65,0
	25–28.05	3,5	63,1	60,5	76,9	75,1	68,9
		4,5	57,7	55,5	76,8	74,0	66,0
		5,5	54,6	48,2	76,5	74,9	63,5
	4–6.06	3,5	63,4	84,6	68,3	79,7	74,0
		4,5	60,2	84,5	59,7	77,8	70,5
		5,5	60,1	79,8	57,1	70,9	67,0
Среднее по годам		58,1	66,9	79,1	69,8	68,5	

В среднем по фонам химизации и срокам сева полевая всхожесть снижалась с 71,4 % при норме высева 3,5 млн всхожих зерен на гектар до 65,8 % при норме высева 5,5 млн зерен. В зависимости от увлажнения почвы, выпадающих осадков и температуры воздуха в период от посева до всходов ячменя полевая всхожесть колебалась в среднем по всем вариантам от 58,1 % в 2011 г. до 79,1 % в 2013 г.

В зависимости от коэффициента высева и фона химизации полевая всхожесть была выше на июньских посевах (в среднем по годам 71,1 %), что, скорее всего, связано с оптимальной температурой почвы, а в 2011, 2012, 2014 гг. и с существенными осадками в первой декаде июня. Немного ниже полевая всхожесть была на посевах второй декады мая – 68,2 %, где положительное влияние оказывало лучшее увлажнение почвы и осадки первой декады мая. Наиболее контрастными были показатели в 2013 г. Полевая всхожесть варьировала от 57,1 до 96,0 %. Наименее благоприятными для появления всходов были условия при посеве в третьей декаде мая. Полевая всхожесть в среднем по годам, нормам высева и фонам химизации составила 66,3 %.

Меньшее влияние на показатель полевой всхожести оказало внесение удобрений. В среднем по годам, срокам сева и нормам высева всхожесть здесь составила 68,5 %.

Можно проследить также ряд закономерностей изменения выживаемости растений ячменя как от-

ношения количества растений перед уборкой урожая к высеванным всхожим семенам в зависимости от изучаемых факторов (табл. 2).

В вариантах без применения средств химизации выживаемость растений в среднем по годам, срокам сева и нормам высева составила 42,9 %. На фоне применения удобрения и гербицидов этот показатель возрастал до 49,0 %, а при использовании только гербицидов выживало 50,9 % растений.

Несмотря на минимальные показатели полевой всхожести на посевах 25–28 мая, выживаемость растений здесь была выше, и в среднем по годам, фонам химизации и нормам высева составила 48,7 %. Близкие результаты были получены на первом сроке сева – 48,3 %. Июньские же посевы обеспечивали только 45,9 % выживших растений.

При изменении коэффициента высева от 3,5 до 5,5 млн всхожих зерен на гектар сохраняется тенденция снижения выживаемости растений. В среднем по годам, фонам химизации и срокам сева – с 53,0 до 42,5 %.

В зависимости от года исследования колебания уровня выживаемости значительны. Если в 2013 г. выживало в среднем 69,9 %; то в 2012 – 48,0; в 2014 – 37,3; а в 2011 г. – всего 35,2 %.

Влияние элементов технологии возделывания голозерного ячменя отражалось на количестве и массе растений (табл. 3).

Таблица 2

Выживаемость растений голозерного ячменя, %

Фон химизации	Срок сева	КВ, млн всходящих зерен/га	Год				
			2011	2012	2013	2014	Среднее
О	14–18.05	3,5	36,6	33,1	87,4	43,1	50,0
		4,5	34,9	31,6	86,9	34,4	47,0
		5,5	38,5	27,5	79,8	29,1	43,7
	25–28.05	3,5	30,0	62,0	68,9	36,0	49,2
		4,5	24,9	43,8	59,8	30,7	39,8
		5,5	25,6	34,2	59,8	25,5	36,3
	4–6.06	3,5	33,7	39,7	61,7	40,3	43,9
		4,5	37,1	38,0	55,8	32,2	40,8
		5,5	30,5	27,1	56,5	27,1	35,3
Г	14–18.05	3,5	32,0	57,1	79,7	55,4	56,1
		4,5	36,4	48,7	77,3	44,9	51,8
		5,5	38,4	40,5	65,6	38,5	45,8
	25–28.05	3,5	33,7	65,7	80,9	46,3	56,7
		4,5	34,9	50,7	77,3	37,1	50,0
		5,5	36,5	53,8	65,1	30,9	46,6
	4–6.06	3,5	34,6	90,0	70,6	46,9	60,5
		4,5	33,8	62,7	62,0	37,6	49,0
		5,5	32,0	43,1	56,5	36,4	42,0
Г+У	14–18.05	3,5	47,1	36,0	72,6	46,3	50,5
		4,5	39,6	31,1	78,7	38,2	46,9
		5,5	36,0	31,1	71,3	32,0	42,6
	25–28.05	3,5	35,1	84,9	76,9	42,0	59,7
		4,5	36,4	70,4	67,1	37,1	52,8
		5,5	33,1	56,5	67,8	31,6	47,2
	4–6.06	3,5	38,0	46,3	72,0	45,1	50,4
		4,5	43,3	48,9	66,0	33,8	48,0
		5,5	38,5	41,5	63,5	28,5	43,0
Среднее по годам		35,2	48,0	69,9	37,3	47,6	

Таблица 3

Формирование стеблестоя голозерного ячменя (среднее за 2011–2014 гг.)

Фон химизации	Срок сева	КВ, млн всходящих зерен/га	Число растений, шт/м ²	Масса растений, г/м ²	Масса одного растения, г
1	2	3	4	5	6
О	14–18.05	3,5	175	666	3,81
		4,5	211	750	3,55
		5,5	240	813	3,39
	25–28.05	3,5	172	619	3,60
		4,5	179	708	3,96
		5,5	200	696	3,48
	4–6.06	3,5	154	702	4,56
		4,5	184	811	4,41
		5,5	194	810	4,30

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Г	14–18.05	3,5	196	972	4,96
		4,5	233	1078	4,63
		5,5	252	1101	4,37
	25–28.05	3,5	198	855	4,32
		4,5	225	872	3,88
		5,5	256	903	3,53
	4–6.06	3,5	212	976	4,60
		4,5	220	1094	4,98
		5,5	231	1076	4,66
Г+У	14–18.05	3,5	177	1075	6,07
		4,5	211	1195	5,66
		5,5	225	1188	5,28
	25–28.05	3,5	209	874	4,18
		4,5	238	943	3,96
		5,5	260	996	3,83
	4–6.06	3,5	176	1057	6,01
		4,5	216	1178	5,45
		5,5	236	1135	4,81

Максимальное число растений к уборке урожая сохранялось на фоне применения гербицидов. При высеве 3,5 млн всхожих зерен на гектар насчитывалось 196–212 растений ячменя на 1 м², с увеличением на более поздних сроках посева. С увеличением коэффициента высева тенденция меняется, и число растений снижается на более поздних сроках.

На фоне использования удобрения и гербицидов количество растений ячменя было меньше на первом и третьем сроках сева и в среднем по нормам высева составляло 204 и 209 шт/м² соответственно, на втором сроке посева этот показатель составлял 209–260 шт/м².

На фоне без применения средств химизации меньшее количество растений отмечалось при минимальной норме высева (154–175 шт/м²) в зависимости от срока посева. При увеличении нормы до 4,5 млн/га и 5,5 млн/га число растений ячменя перед уборкой урожая достигало 179–211 и 194–240 шт/м².

По массе сформировавшихся растений ячменя наиболее контрастные различия получены в вариантах с химизацией. Если на контроле масса растений достигала в среднем 730,6 г/м², то на фоне гербицидов – 991,9 г/м², а с гербицидами и удобрением – 1071,2 г/м². Меньший набор массы растений происходит на посевах 25–28 мая по всем фондам и нормам высева. Минимальные значения массы отмечались при высеве 3,5 млн/га без применения средств химизации – 619–702 г/м². Увеличение нормы высева до 4,5 млн/га приводило к увеличению массы растений ячменя с единицы площади. Дальнейшее увеличение количества высеваемых семян не приводило к росту массы растений.

Масса одного растения ячменя была выше на посевах с меньшей густотой стояния и снижалась по мере увеличения нормы высева. Наибольшее влия-

ние на массу растений оказывал фон химизации. Если на контроле масса одного растения составляла 3,39–4,56 г, то на фоне гербицидов – 3,53–4,98 г, а с применением удобрений и гербицидов – 3,83–6,07 г.

Заключение. Оптимальные условия для формирования стеблестоя голозерного ячменя складывались на фоне применения удобрений (N_{60}) и баковой смеси гербицидов «Пума Супер» 7,5 (0,9 л/га) с «Секатором Турбо» (75 мл/га) при посеве 14–18 мая с коэффициентом высева 4,5 млн всхожих зерен на гектар.

Литература

- Чусов С.В., Чмеленко С.Г. Особенности возделывания зернофуражных культур при интенсивной технологии в Западной Сибири: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмСХИ, 1989.
- Полевые культуры Западной Сибири: учеб. пособие / под ред. Л.И. Шаниной. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2003. – 504 с.
- Совершенствование технологии возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, Н.И. Егорова [и др.] // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 26–28.
- Куркова И.В., Фокин С.А. Оценка адаптивной способности и экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя Амурской селекции // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 2. – С. 16–21.
- Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Культура ячменя в Восточной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 4. – С. 52–65.
- Голозерный ячмень в Западной Сибири / Н.И. Анисьев, Н.А. Калашник, Г.Я. Козлова [и др.]. – Омск: Сфера, 2007. – 160 с.

- | Literatura | |
|--|---|
| 1. Chusov S.V., Chmelenko S.G. Osobennosti vozdelyvaniya zernofurazhnyh kul'tur pri intensivnoj tehnologii v Zapadnoj Sibiri: ucheb. posobie. – Omsk: Izd-vo OmSHI, 1989. | 4. Kurkova I.V., Fokin S.A. Ocenka adaptivnoj sposobnosti i jekologicheskoy plastichnosti sortov i sortoobrazcov jarovogo jachmenja Amurskoj selekcii // Vestn. KrasGAU. – 2018. – № 2. – S. 16–21. |
| 2. Polevyje kul'tury Zapadnoj Sibiri: ucheb. posobie / pod red. L.I. Shaninoj. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 2003. – 504 s. | 5. Surin N.A., Ljahova N.E. Kul'tura jachmenja v Vostochnoj Sibiri // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 4. – S. 52–65. |
| 3. Sovershenstvovanie tehnologii vozdelyvaniya jachmenja v lesostepi Zapadnoj Sibiri / L.V. Jushkevich, A.G. Shhitov, N.I. Egorova [i dr.] // Zemledelie. – 2013. – № 2. – S. 26–28. | 6. Golozernyj jachmen' v Zapadnoj Sibiri / N.I. Anis'kov, N.A. Kalashnik, G.Ja. Kozlova [i dr.]. – Omsk: Sfera, 2007. – 160 s. |



УДК 632.4:633.11(571.51)

*Л.В. Мешкова, Л.П. Рассеева, А.В. Сидоров,
О.Б. Сабаева, Т.С. Зверовская, И.А. Белан*

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ВОЗБУДИТЕЛЯ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ
В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**

*L.V. Meshkova, L.P. Rosseeva, A.V. Sidorov,
O.V. Sabaeva, T.S. Zverovskaya, I.A. Belan*

**PHYSIOLOGICAL SPECIALIZATION OF BROWN RUST PATHOGEN
ON THE WHEAT IN KRASNOYRSK REGION**

Мешкова Л.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Россеева Л.П. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: rosseeva@mail.ru

Сидоров А.В. – канд. с.-х. наук, зав. лаб. селекции пшеницы Красноярского НИИ сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: asidorovs@list.ru

Сабаева О.Б. – науч. сотр. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Зверовская Т.С. – ст. науч. сотр. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Белан И.А. – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: belan_skg@mail.ru

Meshkova L.V. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Head, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Rosseeva L.P. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Spring Soft Wheat Selection, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: rosseeva@mail.ru

Sidorov A.V. – Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Wheat Selection, Krasnoyarsk Research and Development Institute of Agriculture – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: asidorovs@list.ru

Sabaeva O.B. – Staff Scientist, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Zverovskaya T.S. – Senior Staff Scientist, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru

Belan I.A. – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Spring Soft Wheat Selection, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: belanyo_skg@mail.ru

Цель исследования – мониторинг расового состава, динамика изменения вирулентности возбудителя бурой ржавчины и поиск эффективных источников устойчивости. Представлены многолетние результаты анализа вирулентности природной популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы Красноярского края. Определен расовый и

генотипический состав 716 монопустульных изолятов патогена с использованием дифференцирующих наборов сортов растения-хозяина. Выявлено 11 физиологических рас гриба: 10, 20, 57, 68, 77, 107, 117, 122, 144, 172 и 184, в зависимости от года и сорта доминируют 10, 20, 77 и 122 расы. Ежегодно в спорообразцах присутствует 77-я раса

с частотой встречаемости от 11,0 % в 2003 г. до 96,4 % в 2016 г. При определении патотипического состава патогена на 16 изогенных линиях было выявлено 47 патотипов, в период 2000–2006 гг. доминировали патотипы SGFT – 14,3 % и SGKT – 12,3 %, позднее TJTT – 30,5 % и TJPT – 25,9 %, а TJTT и TGTT отмечены во все годы изучения. Различия между патотипами обусловлены в основном генами вирулентности pp 3a, 3ka, 9, 11, 24 и 26. Анализ монопустульных изолятов на изогенных линиях сорта Thatcher (Tc) с генами устойчивости Lr 1 – Lr 50 выявил, что большинство линий показали восприимчивость. Иммунитет проявили линии, устойчивость которых детерминирована генами Lr 41 и Lr Sp. Линии с генами устойчивости Lr 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 19, 24, 26, 36, 45 и 47, показавшие вариабельность по резистентности, можно использовать для мониторинга изменений в популяции патогена Красноярского края. В результате проведенных исследований установлены эффективные гены устойчивости растения-хозяина: Lr 9, 19, 26, 41, 45, 47 и Sp. Линии и сорта с этими генами могут быть использованы при создании устойчивых сортов пшеницы к бурой ржавчине для выращивания в Восточной Сибири.

Ключевые слова: регион, пшеница, устойчивость, ржавчина, монопустульный изолят, раса, патотип.

The research objective was monitoring of racial structure, dynamics of change of a virulence of brown rust activator and the search of effective sources of stability. Long-term results of virulence analysis of natural population of causative agent of brown rust of wheat of Krasnoyarsk Region were presented. Racial and genotypic composition of 716 monopustulan isolates of the pathogen was determined using differentiating sets of varieties of host plant. 11 physiological races of the fungus were identified: 10, 20, 57, 68, 77, 107, 117, 122, 144, 172 and 184, depending on a year and variety, 10, 20, 77 and 122 race predominated. Every year in spore samples there were 77 races with the frequency of 11.0 % in 2003 up to 96.4 % in 2016. When determining pathogenesis of pathogen on 16 isogenic lines, 47 pathotypes were identified, in the period 2000–2006, the patotypes SGFT-14.3 % and SGKT – 12.3 % dominated, later TJTT – 30.5 % and TJPT – 25.9 %, two – TJTT and TGTT, were noted during all the years of study. The differences between the pathotypes were mainly due to virulence genes pp 3a, 3ka, 9, 11, 24 and 26. The analysis of monopustul isolates on isogenic lines of Tocher (Tc) and resistance genes Lr 1 – Lr 50 revealed that the majority of lines showed susceptibility. The immunity

showed the lines whose resistance was determined by the genes Lr 41 and Lr Sp. The lines with resistance genes Lr 3a, 3bg, 3ka, 9, 11, 19, 24, 26, 36, 45 and 47, showing variability in resistance, can be used to monitor changes in the population of the pathogen of Krasnoyarsk Region. As a result of conducted studies, effective resistance genes of host plant were established: Lr 9, 19, 26, 41, 45, 47 and Sp. The lines and varieties with these genes can be used to create resistant wheat varieties to brown rust for cultivation in Eastern Siberia.

Keywords: region, wheat, stability, rust, monopustic isolate, race, patotip.

Введение. Бурая ржавчина пшеницы, вызываемая уредициальной стадией гриба *Puccinia triticina* Erikss et Senn, несмотря на определенные успехи при создании устойчивых сортов, и сегодня остается одним из биотических факторов снижения урожайности и негативного воздействия на качество получаемой продукции [1–3]. Наиболее экономически оправданный и экологически обоснованный способ снижения потерь от этого заболевания – создание и внедрение в производство устойчивых сортов.

Успех при этом во многом зависит от правильно-сти выбора генов устойчивости или их комбинаций, перспективных для использования в селекционных программах при создании резистентных сортов в предполагаемом регионе их выращивания, что вы-зывает необходимость в определении структуры популяции патогена и ее изменчивости.

Сужение генетического разнообразия в пользу немногих генов резистентности, как указывают С.П. Мартынов и Т.В. Добротворская, может вызвать адекватное изменение в популяции возбудителя и массовое размножение патогена на однородном генетическом материале [4].

Так, в результате широкого распространения в производстве сортов пшеницы с одинаковым генетическим контролем устойчивости Кавказ (Lr 26), Ершовская 32, Куйбышская 1, Юна (Lr 23), Л 503, Юлия, Волгоуральская (Lr 19) в популяциях появились и быстро распространились биотипы патогена с генами вирулентности p 26, p 23 и p 19, что и привело к поражению ранее устойчивых сортов [5–7]. Аналогичная картина наблюдалась и при выращивании сортов (Терция, Соната, Дуэт и др.) в Омской, Челябинской и Новосибирской областях, устойчивость которых детерминирована геном Lr 9 [8–11].

По данным Е.И. Гульяевой, доля сортов пшеницы – носителей гена Lr 9, включенных в ГР РФ и рекомендованных к выращиванию в стране в 2012 г., составила 9 %, в Уральском регионе – 18 %, а в Западносибирском – 17 % [12, 13].

Основным приемом в выявлении изменения в природных популяциях возбудителей заболеваний является постоянный мониторинг их вирулентности. Полученные данные по наличию генов вирулентности патогена, частоте их встречаемости в популяции позволяют осуществлять поиск источников устойчивости среди форм растения-хозяина для дальнейшего включения их в селекционный процесс.

Цель исследования: мониторинг расового состава, динамика изменения вирулентности возбудителя бурой ржавчины и поиск эффективных источников устойчивости.

Материалы и методы исследования. Сбор инфекционного материала возбудителя бурой ржавчины осуществлялся в период массового проявления заболевания на посевах яровой мягкой пшеницы Красноярского края с восприимчивых сортов селекционных учреждений Западной и Восточной Сибири: Алтайская 70, Ветлужанка, Кантегирская 89, Новосибирская 15, Новосибирская 29, Омская 9, Омская 20, Омская 32, Омская 33, Омская 28, Омская 36, Свириль и Тулунская 12, включенных в ГР РФ и допущенных для выращивания в 10-м и 11-м регионах. Также был изучен споровый материал с селекционных линий пшеницы лаборатории селекции яровой пшеницы КрасНИИСХ, которые, предположительно, были получены в результате скрещивания с сортами, несущими ген устойчивости к листовой ржавчине Lr 9.

Гербарные образцы (листья пшеницы с уреднионопустулами), начиная с 2000 г., ежегодно изучали в лаборатории иммунитета растений ФГБНУ «Омский АНЦ» (СибНИИСХ) по расовому составу на стандартном наборе сортов-дифференциаторов: Malakoff (Lr 1), Corina (Lr 2b), Brevit (Lr 2c), Webster (Lr 2a), Loros (Lr 2c), Mediterranean (Lr 2a+3a), Hussar (Lr 11) и Democrat (Lr 3a). Наличие генов вирулентности в популяции определяли на серии моногенных линий сорта Thatcher (Tc): Lr 1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27+31, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 38, B, – и линии, полученной от И.Г. Одинцовой с геном Lr Sp. С 2007 г. набор был расширен линиями Lr 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, а с 2012 г. и Lr 41. Фенотипический состав определяли по реакции 16 изогенных линий по буквенному ключу, предложенному D.L. Long и J.A. Kolmer, основанному на определении вирулентности 16 линий, сгруппированных по четыре линии в четыре блока: I – Lr 1, Lr 2a, Lr 2c, Lr 3a; II – Lr 9, Lr 16, Lr 24, Lr 26; III – Lr 3ka, Lr 11, Lr 17, Lr 30 и IV – Lr B, Lr 10, Lr 14a, Lr 18 [14].

Возобновляли спорообразцы и размножали монопустульные изоляты патогена на универсально-

восприимчивом сорте яровой мягкой пшеницы Саратовская 29.

Мониторинг расового и генотипического состава бурой ржавчины пшеницы осуществляли по методике отсеченных листьев в светокультуре с использованием раствора бензимидазола [15]. Тип реакции растения на внедрение патогена определяли по международной шкале в модификации Джонстона и Бровдера [16], где 0, 1, 2 – устойчивость (R), 3, 4 – восприимчивость (S), X – гетерогенность. По частоте встречаемости фенотипов патогена в популяциях грибов судили об их сходстве или различии, согласно формуле Л.А. Животовского: $g = \sum \min(p, q)$, где g – коэффициент сходства; p и q – минимальные частоты фенотипов в одном из двух сравниваемых образцов [17].

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ расового состава 716 монопустульных культур бурой ржавчины за период с 2000 по 2017 г. выявил наличие 11 физиологических рас гриба: 10, 20, 57, 68, 77, 107, 117, 122, 144, 172 и 184, – доминируют в зависимости от года и сорта – 10, 20, 77 и 122. Ежегодно в популяциях присутствует 77 раса в среднем с частотой встречаемости 53,3 % и варьирует от 11,0 % в 2003 г. до 96,4 % в 2016 г. Средняя частота встречаемости 122-й расы составляет 33,3 % и колеблется от 0 до 73,9 % в 2009 г.; 20-я раса зафиксирована в 11 годах (68,7 %), доминирует в 2002 г., с частотой встречаемости 38,1 %; 10-я раса встречается 8 раз (50 %) и преобладает в 2003 г. (45,0 %) (рис. 1).

Физиологические расы 57, 107, 117, 172 и 184 выявлены дважды за период наблюдения, раса 68 – три раза, а 144 – один, с максимальной частотой встречаемости до 10,2 %. Следует отметить увеличение частоты встречаемости 77-й расы и снижение 10, 20 и 122-й рас, которые практически элиминировали в спрообразцах последних лет сборов (табл. 1).

Патотипический состав возбудителя бурой ржавчины определяли на 16 изогенных линиях растения-хозяина. Было установлено, что популяция Красноярского края представлена 47 патотипами, наибольшее разнообразие отмечено в 2005 г. – выявлено 27 патотипов; наименьшее в 2012 г. – 3. Основные: TJTT, TGTT, TKTT, THTT, TJTS, TSTT, TTTT, PJTT, THTS, KHTT, KJTT и PGTT, – в период с 2000 по 2006 г. доминировали патотипы SGFT – 14,3 % и SGKT – 12,3 %, позднее (2007–2016 гг.) TJTT – 30,5 % и TJPT – 25,9 %, третье место в оба периода занимал патотип TGTT с частотой встречаемости 11,9 и 13,8 % соответственно.

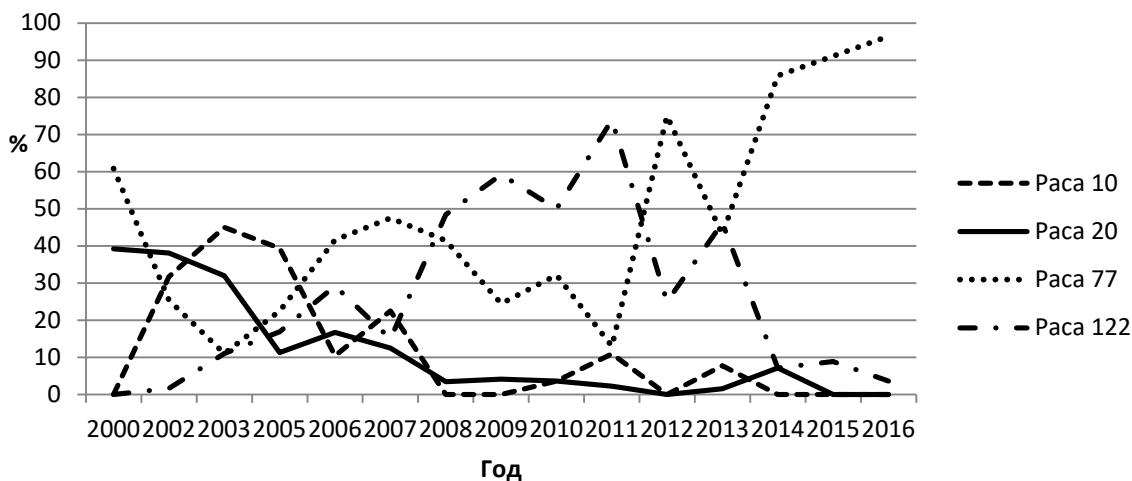


Рис. 1. Частота встречаемости основных рас возбудителя бурой ржавчины пшеницы Красноярского края

Таблица 1

Расовый состав возбудителя бурой ржавчины пшеницы Красноярского края, 2000–2016 гг., %

Год	Раса										
	10	20	57	68	77	107	117	122	144	172	184
2000		39,2			60,8						
2002	31,7	38,1	1,6		25,4	1,6			1,6		
2003	45,0	32,0			1,0	11,0			11,0		
2005	39,4	11,3			9,9	22,5			16,9		
2006	10,4	16,7			41,6	2,1			29,2		
2007	22,5	12,5	2,5		47,5				15,0		
2008		3,4			41,4				48,4	3,4	3,4
2009		4,1			24,5		2,0	59,2		10,2	
2010	3,6	3,6		3,6	32,1		8,8	50,0			7,1
2011	10,9	2,2			13,0			73,9			
2012					75,0			25,0			
2013	7,7	1,5			43,1			46,2	1,5		
2014		7,1			85,8			7,1			
2015					91,1			8,9			
2016					96,4			3,6			

Анализ монопустульных изолятов бурой ржавчины на изогенных линиях сорта Thatcher (Tc) показал, что большинство линий используемого набора проявили 100 %-ю восприимчивость, более 80 % поражения имели линии Lr: 1, 2в, 2с, 10, 18, 23 и 29, – что говорит о низкой дифференцирующей способности этих линий. Существенные различия выявлены только по генам Lr 26, 45 и 47. Не поразились или проявили высокую устойчивость к монопустульным изолятам линии с генами Lr 9, Lr 19 и Lr 41, независимо от генотипа растения-хозяина и года сбора инокуляма. Эти гены переданы в мягкую пшеницу от

других видов: Lr 9 – *Aegilops umbellulata*, Lr 19 – *Thunopyrum elongatum*, Lr 41 – *Aegilops tauschii*, Lr 26 – *Secale cereale*, Lr 47 – *Aegilops speltoides* [18]. Проявляют иммунитет линии мягкой пшеницы с генами устойчивости Lr Sp, которые были привнесены в геном мягкой пшеницы от амфидиплоида *Triticum dicoccum* – *Aegilops speltoides* [19].

Таким образом, для изучения изменений в структуре красноярской популяции патогена считаем более приемлемым использование Lr линий с генами устойчивости 3а, 3bg, 3ka, 9, 11, 19, 24, 26, 36, 45, 47 и Sp (табл. 2).

Частота встречаемости генов вирулентности в популяции возбудителя
буровой ржавчины пшеницы, 2000–2016 гг.

Год	Гены вирулентности, %										
	3a	3bg	3ka	9	11	19	24	26	36	45	47
2000	-	86,9	-	0	50,0	0	39,1	4,3	-	-	-
2002	38,1	30,2	38,1	0	65,1	0	28,6	3,2	3,9	-	-
2003	25,0	20,0	2,01	0	45,0	2,0	24,0	17,0	34,0	-	-
2005	43,7	43,7	48,0	0	30,9	0	73,2	15,5	90,1	7,1	-
2006	59,1	50,7	83,3	0	58,3	2,1	20,8	8,3	83,3	0	-
2007	95,0	65,0	60,0	0	65,0	0	57,5	5,0	72,5	0	0
2008	96,5	89,6	93,1	0	69,0	3,4	93,1	0	96,5	0	0
2009	100	100	83,7	4,1	26,5	0	30,6	0	42,9	0	2,0
2010	89,3	82,3	82,3	0	39,3	0	89,3	3,6	89,3	0	0
2011	86,9	86,9	91,3	0	15,2	2,2	100	2,0	-	0	0
2012	100	100	100	0	75,0	0	95,8	0	87,5	4,2	2,1
2013	94,8	94,8	94,8	0	49,3	2,6	75,3	20,8	67,5	2,1	6,7
2014	100	96,4	92,9	12,5*	85,7	7,1	64,3	3,6	64,3	8,6	5,7
2015	100	100	100	0	91,1	0	67,9	14,3	17,9	6,8	7,1
2016	100	100	100	0	96,3	0	57,1	25,0	57,1	4,3	3,6
Среднее	69,9	67,2	68,4	0,6	52,8	1,3	56,6	11,0	61,1	2,8	2,7

*С сорта Свириль – 12,5%; с линий К-459-2; 512-7; 540-10 – 40%.

В таблице 2 приведены данные (отсутствуют 2001 и 2004 гг.), которые показывают, что, начиная с 2006 г., наблюдается увеличение вирулентности популяций к линиям с генами устойчивости Lr 3a, 3bg и 3ka и вариабельность по генам Lr 11, 24, 26 и 36. Возможно, это связано с изменениями в сортовом разнообразии и, соответственно, площадями под выращиваемыми сортами. До 2006 г. в посевах превалировал сорт Тулунская 12 и сорта селекции

Восточной Сибири (Скала, Тулун 15, Ветлужанка) и незначительные площади занимали сорта Омской и Новосибирской селекции (Омская 9, Омская 20, Омская 32, Омская 33, Кантегирская 89). Начиная с 2007 г., отмечено преобладание сортов западносибирской селекции, к 2016 г. их доля в структуре посевных площадей составила 98,67%, в основном это сорта селекции СибНИИРСа – Новосибирская 15, Новосибирская 29, Новосибирская 31 и др. (рис. 2).

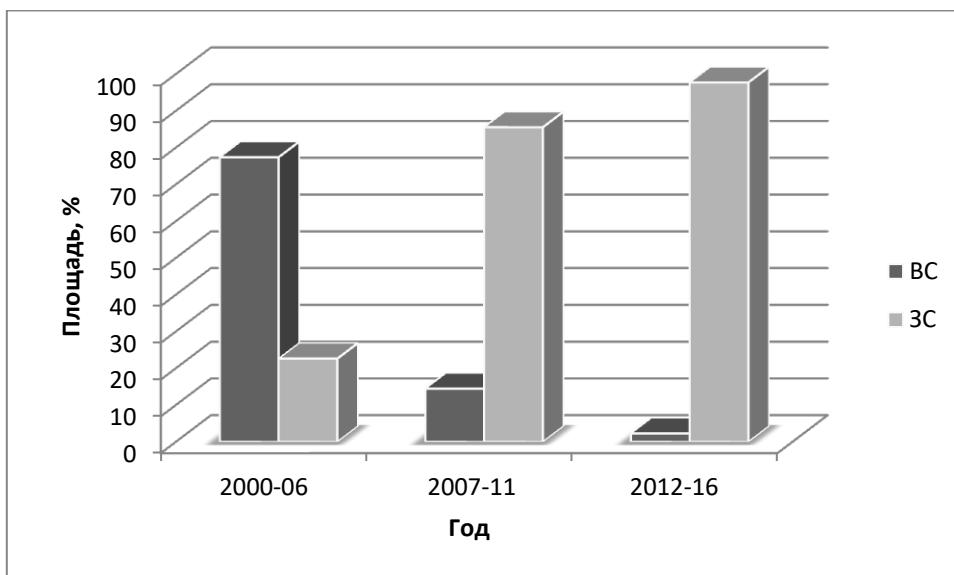


Рис. 2. Площадь посева сортов яровой мягкой пшеницы в Красноярском крае, %
(ВС – сорта Восточной Сибири; ЗС – сорта Западной Сибири)

Анализ родословных выращиваемых сортов показал, что в сортах, созданных в Восточно-Сибирском регионе, преобладали в основном формы местной селекции. Большинство же сортов западносибирской селекции получено с использованием сортов краснодарской и поволжской селекции – Безостая 1, Кавказ, Саратовская 29, Саратовская 36, Бузенчукская 98 и др. Проведенная сортосмена с увеличением площади под сортами западносибирской селекции способствовала, на наш взгляд, и изменению популяции патогена. Это подтверждается и расчетами коэффициентов сходства. Расчет сходства по патотипам бурой ржавчины с сортами различного происхождения показал, что между патотипами спорообразцов с сортами Тулунская 12 и патотипами с сортов Омская 28, Омская 20 и Кантегирская 89 коэффициент составил 10–15 %, что касается патотипов с сортов Омская 20, Омская 28 и Кантегирская 89, то их сходство составило 50–55 %.

Учитывая то, что бурая ржавчина может распространяться с воздушными потоками, провели сравнение патотипов патогена Красноярского края и соседних регионов (Омск, Новосибирск), предположительно оказывающих влияние на состав бурой ржавчины на примере структуры популяций 2014 г.

В результате проведенных исследований в популяции 2014 г. было выявлено 14 патотипов, в т. ч. в Омске – 12, Красноярске – 6 и в Новосибирске – 3. В изученных спорообразцах преобладали патотипы TJTT, TKTT и TGTT, различающиеся в основном по частоте встречаемости генов вирулентности pp 9, 24 и 26. Коэффициент сходства между популяциями Красноярск / Омск равнялся 48,8 %, Красноярск / Новосибирск – 40,0 % и Омск / Новосибирск – 74,5 %. Отличие популяции из Красноярска от популяций из Омска и Новосибирска обусловлено генами pp 11 и pp 26 (табл. 3).

Таблица 3
Частота встречаемости патотипов бурой ржавчины, % (2014 г.)

Фенотип	Формула вирулентности	Пункт сбора, %		
		Красноярск	Омск	Новосибирск
TJTT	9, 26/S	17,9	48,3	42,9
TKTT	9/S	10,7	20,2	45,7
TGTT	9, 24, 26/S	28,6	19,1	11,4
THTT	9, 24/S	0	8,8	0
TSTT	26/S	25,0	1,1	0
TQTT	24, 26/S	7,1	0	0
TJTS	9, 26, 18/S	0	0,5	0
TJPT	9, 26, 11/S	10,7	0	0
Другие	-	0	2,0	0

Расчет коэффициентов сходства (*r*) по патотипам показал среднюю связь популяции Восточной Сибири (Красноярск) с Западной Сибирью (Омск, Новосибирск) и высокую связь западносибирских популяций, что говорит о возможности проникновения спорового материала с воздушными массами из Западной Сибири.

Выводы. В результате проведенных исследований (2000–2016 гг.) генофонда популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы Восточной Сибири не выявлено генов, вирулентных к линиям с генами устойчивости Lr 41 и Lr Sp. Несмотря на появление в популяциях патотипов патогена, поражающих сорта и линии с генами Lr 9 и Lr 19, они по-прежнему остаются высокоеффективными ($R > 90\%$), частичную устойчивость (поражение $\leq 15\%$) проявляют гены Lr 26, Lr 45 и Lr 47.

Таким образом, мониторинг вирулентности бурой ржавчины пшеницы Красноярского края показал, что структура популяции патогена обусловлена в основном генотипом выращиваемых сортов и площадями под ними, но не исключается возможность и заноса инфекционного материала, что подтверждается коэффициентом сходства. Полученные данные необходимо учитывать при планировании и создании устойчивых сортов.

Литература

1. Крупнов В.А. Стратегия генетической защиты пшеницы от листовой ржавчины в Поволжье // Вестн. РАСХН. – 1997. – № 6. – С. 12–15.
2. Санин С.С. Влияние вредных организмов на качество зерна // Защита и карантин растений. – 2004. – № 11. – С. 14–18.

3. Лубнин А.Н. Селекция яровой мягкой пшеницы в Сибири. – Новосибирск, 2006. – 31 с.
4. Мартынов С.П., Добротворская Т.В. Генеалогический подход к анализу устойчивости пшеницы к болезням // Фитосанитарное оздоровление экосистемы: мат-лы II Всерос. съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г.). – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 511–513.
5. Михайлова Л.А., Тырышкин Л.Г., Гусева Н.Н. Исследование популяций возбудителя бурой ржавчины // Защита растений. – 1988. – № 3. – С. 18–19.
6. Шаповалова О.Ю. Генетическая структура популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы на Северном Кавказе // Агро XXI. – 2003. – № 1-6. – С. 11.
7. Сюков В.В., Вьюшков А.А., Шевченко С.Н. и др. Генетические основы создания сортов яровой мягкой пшеницы, устойчивых к грибным болезням в Среднем Поволжье // Генетика, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. к 100-летию Самарского НИИСХ. – Самара, 2003. – С. 128–147.
8. Мешкова Л.В., Россеева Л.П. Тенденция увеличения вирулентности возбудителя бурой ржавчины пшеницы к эффективным генам устойчивости в Омской области // Современные средства, методы и технологии защиты растений: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С. 149–153.
9. Мешкова Л.В., Россеева Л.П., Шрейдер Е.Р. и др. Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины пшеницы к Th Lr9 в регионах Сибири и Урала // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: мат-лы II Всерос. конф. (Санкт-Петербург, 29 сентября – 2 октября 2008 г.). – СПб., 2008. – С. 70–73.
10. Мешкова Л.В., Россеева Л.П., Сидоров А.В. и др. Вирулентность возбудителя бурой ржавчины пшеницы в регионах Сибири и Урала // Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (Большие Вяземы Московской области, 17–21 июля 2012 г.). – Большие Вяземы, 2012. – С. 237–241.
11. Сочалова Л.П., Христов Ю.А. Влияние генотипа сорта на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* // Сибирский вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 10. – С. 61–67.
12. Гультяева Е.И. Генетическое разнообразие российских сортов мягкой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины // Докл. Россельхозакадемии. – 2012. – № 2. – С. 29–32.
13. Гультяева Е.И., Аристова М.К., Шайданюк Е.Л. и др. Генетическая дифференциация *Puccinia triticina* Erikss на территории России // Генетика. – 2017. – Т. 53, № 9. – С. 1053–1060.
14. Long D.L., Kolmer J.A. A North American System of Nomenclature for *Puccinia triticina* // Phytopathology. – 1989. – Val. 79. – Р. 525–529.
15. Михайлова Л.А., Квитко К.В. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Микология и фитопатология. – 1970. – Т. 4, № 3. – С. 269–270.
16. Ghonston C.O., Browder B.E. Seventh revision of physiologic races of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // Plant Dis. Repr. – 1966. – Val. 50. – Р. 756–760.
17. Животовский Л.А. Показатели сходства популяций по полиморфным признакам // Журн. общей биологии. – 1979. – Т. 11, № 4. – С. 587–602.
18. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 453. Сорта зерновых культур с известными генами устойчивости к грибным болезням. – Л., 1988. – 80 с.
19. Богуславский Р.Л., Одинцова И.Г., Леуша Х.О. Амфидиплоиды и редкие формы пшеницы как источники устойчивости к бурой ржавчине // Проблемы использования генофонда в селекции растений на иммунитет к болезням и вредителям: сб. науч. тр. по прикл. бот., генет. и селекции. – Л., 1987. – Т. 110. – С. 18–23.

Literatura

1. Krupnov V.A. Strategija geneticheskoy zashchity pshenicy ot listovoj rzhavchiny v Povolzh'e // Vestn. RASHN. – 1997. – № 6. – S. 12–15.
2. Sanin S.S. Vlijanie vrednyh organizmov na kachestvo zerna // Zashchita i karantin rastenij. – 2004. – № 11. – S. 14–18.
3. Lubnin A.N. Selekcija jarovoj mjagkoj pshenicy v Sibiri. – Novosibirsk, 2006. – 31 s.
4. Martynov S.P., Dobrotvorskaja T.V. Genealogicheskiy podhod k analizu ustojchivosti pshenicy k boleznjam // Fitosanitarnoe ozdorovlenie jekosistemy: mat-ly II Vseros. s'ezda po zashchite rastenij (Sankt-Peterburg, 5–10 dekabrja 2005 g.). – SPb., 2005. – T. 1. – S. 511–513.
5. Mihajlova L.A., Tyryshkin L.G., Guseva N.N. Issledovanie populacij vozбудitelja buroj rzhavchiny v Sibiri // Vestn. s.-x. nauki. – 2009. – № 10. – S. 61–67.

- rzhavchiny // Zashhita rastenij. –1988. – № 3. – S. 18–19.
6. *Shapovalova O.Ju.* Geneticheskaja struktura populjacji vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy na Severnom Kavkaze // Agro XXI. – 2003. – № 1–6. – S. 11.
7. *Sjukov V.V., Vjushkov A.A., Shevchenko S.N.* i dr. Geneticheskie osnovy sozdaniya sortov jarovoj mjagkoj pshenicy, ustojchivyh k gribnym boleznjam v Srednem Povolzh'e // Genetika, selekcija i semenovodstvo sel'skohozjajstvennyh kul'tur: sb. nauch. tr. k 100-letiju Samarskogo NIISH. – Samara, 2003. – S. 128–147.
8. *Meshkova L.V., Rosseeva L.P.* Tendencija uvelichenija virulentnosti vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy k effektivnym genam ustojchivosti v Omskoj oblasti // Sovremennye sredstva, metody i tehnologii zashhity ras-tsenij: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk, 2008.– S. 149–153.
9. *Meshkova L.V., Rosseeva L.P., Shrejder E.R.* i dr. Virulentnost' patotipov vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy k Th Lr9 v regionah Sibiri i Urala // Sovremennye problemy immuniteta rastenij k vrednym organizmam: mat-ly II Vseros. konf. (Sankt-Peterburg, 29 sentjabrja – 2 oktjabrja 2008 g.). – SPb., 2008.– S. 70–73.
10. *Meshkova L.V., Rosseeva L.P., Sidorov A.V.* i dr. Virulentnost' vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy v regionah Sibiri i Urala // Immunogeneticheskaja zashhita sel'skohozjajstvennyh kul'tur ot boleznej: teoriya i praktika: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashhh. 125-letiju so dnja rozhdenija N.I. Vavilova (Bol'shie Vjazemy Moskovskoj oblasti, 17–21 iulja 2012 g.). – Bol'shie Vjaz'my, 2012. – S. 237–241.
11. *Sochalova L.P., Hristov Ju.A.* Vlijanie genotipa sorta na strukturu populjacji vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy *Puccinia recondita* // Sibirskij vestn. s.-h. nauki. – 2009. – № 10. – S. 61–67.
12. *Gul'tjaeva E.I.* Geneticheskoe raznoobrazie rossijskih sortov mjagkoj pshenicy po ustojchivosti k vozbuditelju buroj rzhavchiny // Dokl. Rossel'hozakademii. – 2012. – № 2. – S. 29–32.
13. *Gul'tjaeva E.I., Aristova M.K., Shajdanjuk E.L.* i dr. Geneticheskaja differenciacija *Puccinia triticina* Erikss na territorii Rossii // Genetika. – 2017. – T. 53, № 9. – S. 1053–1060.
14. *Long D.L., Kolmer J.A.* A North American System of Nomenclature for *Puccinia triticina* // Phytopathology. – 1989. – Val. 79. – P. 525–529.
15. *Mihajlova L.A., Kvitko K.V.* Laboratornye metody kul'tivirovaniya vozbuditelja buroj rzhavchiny pshenicy // Mikologija i fitopatologija. – 1970. – T. 4, № 3.– S. 269–270.
16. *Ghonston C.O., Browder B.E.* Seventh revision of physiologic races of *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* // Plant Dis. Repr. – 1966. – Val. 50. – P. 756–760.
17. *Zhivotovskij L.A.* Pokazateli shodstva populjacij po polimorfnym priznakam // Zhurn. obshhej biologii. – 1979. – T. 11, № 4. – S. 587–602.
18. Katalog mirovoj kollekciij VIR. Vyp. 453. Sorta zernovyh kul'tur s izvestnymi genami ustojchivosti k gribnym boleznjam. – L., 1988. – 80 s.
19. *Boguslavskij R.L., Odincova I.G., Peusha H.O.* Amfidiploidy i redkie formy pshenicy kak istochniki ustojchivosti k buroj rzhavchine // Problemy ispol'zovaniya genofonda v selekcii rastenij na immunitet k boleznjam i vrediteljam: sb. nauch. tr. po prikl. bot., genet. i selekcii. – L., 1987. – T. 110. – S. 18–23.

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЕННЫХ КЛУБНЕЙ РАННЕСПЕЛОГО СОРТА КАРТОФЕЛЯ
СЕВЕРНЫЙ ПРИ РАЗНЫХ СРОКАХ И СПОСОБАХ ПОСАДКИ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ
ЗОНЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Yu.P. Loginov, A.A. Kazak, L.I. Yakubyshina

**THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SEED TUBERS OF EARLY RIPE POTATOES VARIETY
SEVERNYY AT DIFFERENT TERMS AND WAYS OF PLANTING IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE
ZONE OF TYUMEN REGION**

Логинов Ю.П. – д-р с.-х. наук, проф. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

Казак А.А. – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

Якубышина Л.И. – канд. с.-х. наук, доц. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

Цель исследования – отработать элементы сортовой технологии выращивания сорта Северный на семенные цели. Исследование проведено в 2012–2014 гг. на опытном поле Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья. Почва – чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистая по механическому составу, средне обеспечена элементами питания, содержание гумуса – 7,2 %, реакция почвенного раствора – 6,7. Предшественник – однолетние травы на зеленую массу. Технология включала отвальнную вспашку на глубину 26–28 см, весенне боронование, врезание минеральных удобрений на урожайность 50 т/га, культивацию на глубину 15–17 см, нарезку гребней, посадку в разные сроки: 10.05 (температура почвы +7...+8 °C), 20.05, 30.05, 10.06, 20.06, 30.06. Площадь делянки 10 м², повторность 4-кратная, размещение делянок рендомизированное, схема посадки 70 × 20 см. Установлено, что в результате 3-летних исследований в северной лесостепной зоне Тюменской области в засушливый и жаркий 2012 г. урожайность раннеспелого сорта Северный при изучаемых сроках посадки выше на 1,7–2,7 т/га при посадке на гладкую поверхность, в благоприятные по увлажнению годы преимущество остается за гребневым способом посадки. Выход

Loginov Yu.P. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Production, Technology, Storage and Processing of Plant Growing Production, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

Kazak A.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Production, Technology, Storage and Processing of Plant Growing Production, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

Yakubyshina L.I. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production, Technology, Storage and Processing of Plant Growing Production, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

семенных клубней ниже при посадке на гладкую поверхность. При гребневом способе посадки коэффициент размножения изменялся от 5,6 при посадке 10 июня до 6,0 при посадке 30 мая. При посадке на гладкую поверхность коэффициент размножения при всех сроках посадки снижался до 5,2–5,4. По биохимическим показателям и вкусовой оценке клубней изучаемый раннеспелый сорт картофеля Северный был на уровне и выше стандартного сорта. Показатели качества клубней новый раннеспелый сорт формировал устойчиво по годам. Отход клубней при зимнем хранении увеличился от 0,3–0,6 % при посадке 30 июня до 3,8–3,9 % при посадке 10 мая.

Ключевые слова: картофель, сорт, семенные клубни, срок, способ посадки, урожайность, качество.

The purpose of the researches was to fulfill elements of high-quality technology of cultivation of the variety Severny for seed purposes. The researches were conducted in 2012–2014 on experimental field of Agroinstitute of Technology of SAU of Northern Trans-Urals. The soil was lixivious chernozym, heavy loamy on mechanical structure, is so-so provided with nutrition elements, the maintenance of humus – 7.2 %, the reac-

tion of soil solution – 6.7. The predecessors were annual herbs on green material. The technology included dump plowing on the depth of 26–28 cm, spring harrowing, the incision of mineral fertilizers on the productivity of 50 t/hectare, cultivation on depth of 15–17 cm, the cutting of crests, planting in different terms: 10.05 (temperature of the soil +7 ... +8 °C), 20.05, 30.05, 10.06, 20.06, 30.06. The area of the allotment was 10 sq.m, the frequency 4-fold, randomized placement of allotments, the scheme of planting was 70 × 20 cm. It was established that as a result of 3 years' researches in northern forest-steppe zone of Tyumen Region in droughty and hot 2012 the productivity of an early ripe variety Severny at studied terms of planting was 1.7–2.7 t/hectare higher when planting to smooth surface, in years, favorable for moistening, the advantage remained after ridge way of planting. The exit of seed tubers was lower when planting to a smooth surface. At ridge way of planting the coefficient of reproduction changed from 5.6 when planting on June, 10 to 6.0 when planting on May, 30. When planting to a smooth surface the reproduction coefficient at all terms of planting decreased to 5.2–5.4. On biochemical indicators and flavoring assessment of tubers studied early ripe variety of potatoes Severny was up to standard and above a standard variety. A new early ripe variety formed indicators of quality of tubers steadily by years. The withdrawal of tubers at winter storage increased from 0.3–0.6 % when planting on June, 30 to 3.8–3.9 % when planting on May, 10.

Keywords: potatoes, variety, seed tubers, term, the way of planting, productivity, quality.

Введение. В последние десятилетия в Тюменской области проведен большой объем исследований по культуре картофеля, в том числе по подбору сортов для крупных хозяйств и частного сектора [4–7; 14, 15, 21, 22]. Регион относится к зоне рискованного земледелия, и уборка картофеля часто проходит в неблагоприятных погодных условиях, что приводит к потере урожая в течение зимнего хранения. В этой связи, предпочтение отдано ранне- и среднеранним сортам, которые занимают около 70 % посадочной площади [3, 7, 11, 13].

Из раннеспелых сортов включен в реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве сорт Северный якутской селекции. Он характеризуется высокой урожайностью и качеством клубней, хотя при выращивании по общепринятой технологии не реализует полностью свои потенциальные возможности [1].

Цель исследования: отработать элементы сортовой технологии выращивания сорта Северный на семенные цели.

Место и методика исследования. Исследование проведено в 2012–2014 гг. на опытном поле Агротехнологического института ГАУ Северного Запада. Почва – чернозем выщелоченный, тяжело-суглинистая по механическому составу, среднеобеспеченна элементами питания, содержание гумуса – 7,2 %, реакция почвенного раствора – 6,7 [12, 23]. Предшественник – однолетние травы на зеленую массу.

Технология включала отвальнную вспашку на глубину 26–28 см, весенне боронование, врезание минеральных удобрений на урожайность 50 т/га, культивацию на глубину 15–17 см, нарезку гребней, посадку в разные сроки: 10.05 (температура почвы +7...+8 °C), 20.05, 30.05, 10.06, 20.06, 30.06. Площадь делянки – 10 м², повторность – 4-кратная, размещение делянок – рандомизированное, схема посадки 70 × 20 см.

Уход за посадками картофеля заключался в проведении двух междуурядных обработок, окушивания, двух химических обработок препаратами «Актара» и «Децис» против колорадского жука.

Наблюдения и учеты проведены по методикам Государственного сортоиспытания [9], ВНИИКХ им. А.Г. Лорха [8]. Урожайные данные обработаны статистическим методом по Б.А. Доспехову [2].

Результаты исследования и их обсуждение. Годы исследования различались по температурному режиму и влагообеспеченности: 2012 г. характеризовался как острозасушливый и жаркий, 2013 г. был благоприятным по погодным условиям для выращивания картофеля, 2014 г. отличался умеренно теплой погодой, удовлетворительной влагообеспеченностью в первой половине лета и избыточным увлажнением в сочетании с низкими температурами во второй половине лета. Таким образом, основные особенности сибирского климата проявились в годы исследования, что позволило достаточно полно изучить влияние способов и сроков посадки на урожайность и качество клубней картофеля.

При гребневом способе посадки фазы роста и развития растений картофеля наступали на 3-5 суток раньше, особенно в ранние сроки посадки, по сравнению с гладкой поверхностью.

Изучаемые элементы технологии повлияли не только на темпы роста и развития растений, но и на пораженность их болезнями (рис. 1).

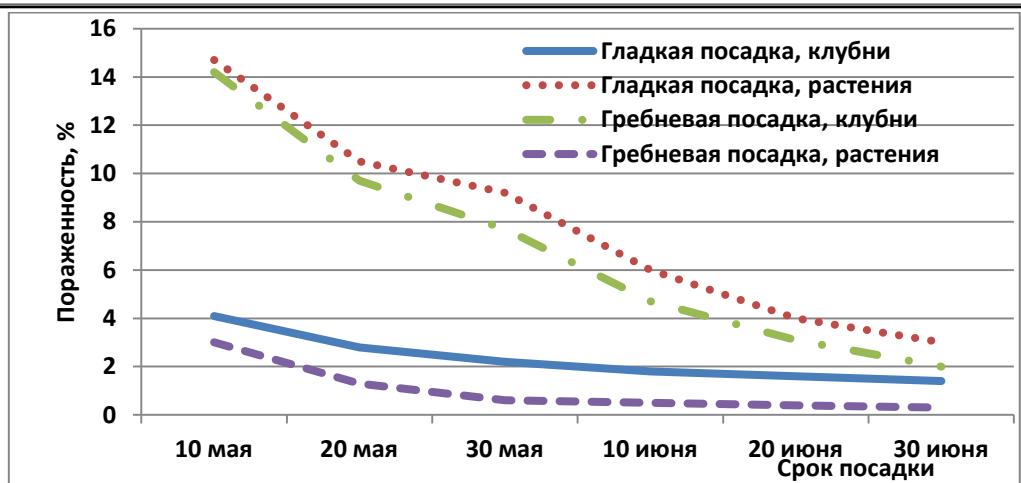


Рис. 1. Влияние срока и способа посадки на пораженность растений и клубней болезнями (2012–2014 гг.)

Из рисунка 1 видно, что при гребневом способе посадки растения и клубни картофеля поразились в меньшей степени по сравнению с посадкой на гладкой поверхности. По обоим способам посадки пораженность клубней была выше, чем надземной части растений.

В остро засушливом 2012 г. преимущество осталось за посадкой на гладкую поверхность (табл. 1). На гребнях растения имели угнетенный вид, здесь

сильнее прогревалась почва. В полуденные часы температура почвы в зоне формирования клубней достигала +28 °С и более. С гребневой поверхности влага терялась быстрее, чем с гладкой. На всех сроках посадки урожайность снизилась на 1,7–2,7 т/га по сравнению с посадкой на гладкую поверхность. При обоих способах посадки урожайность снижалась от раннего срока посадки к позднему.

Таблица 1

Урожайность картофеля в зависимости от срока и способа посадки (2012–2014 гг.)

Срок посадки	Способ посадки	Урожайность, т/га								Выход семенных клубней, тыс. шт/га	
		Общая				Семенная фракция					
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средняя	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средняя		
10.05	Гладкая	21,4	46,9	44,2	37,5	16,8	35,6	34,0	28,8	392	
	Гребневая	19,7	48,5	46,0	38,0	15,4	36,8	35,8	29,3	416	
20.05	Гладкая	20,9	47,1	43,6	37,2	15,8	36,7	33,5	28,6	379	
	Гребневая	18,2	50,3	45,1	37,8	14,0	39,2	35,1	29,4	421	
30.05	Гладкая	19,5	45,8	42,3	35,8	14,8	35,7	32,1	27,8	385	
	Гребневая	17,1	52,4	44,5	38,0	13,5	40,8	34,7	29,6	427	
10.06	Гладкая	18,6	40,2	38,7	32,5	14,5	31,4	30,1	25,3	389	
	Гребневая	16,3	41,7	42,0	33,3	12,8	32,5	32,7	26,0	400	
20.06	Гладкая	17,5	34,3	31,9	27,9	13,6	26,7	24,8	21,7	376	
	Гребневая	15,2	32,5	37,4	28,3	12,0	25,3	28,7	22,0	412	
30.06	Гладкая	15,8	29,8	25,6	23,7	12,3	23,2	19,7	18,4	393	
	Гребневая	13,6	27,1	30,8	23,8	10,6	21,4	24,0	18,6	398	
НСР ₀₅		1,2	2,3	2,6	-	1,5	1,9	2,2	-	-	

На гладкой поверхности урожайность снизилась от 21,4 т/га при раннем сроке посадки до 15,8 т/га при позднем сроке, по гребневой посадке – от 19,7 до 13,6 т/га соответственно.

В благоприятные по температурному режиму и влагообеспеченности 2013 и 2014 гг. урожайность была выше на гребневой посадке и составила 50,3–52,4 т/га. В отмеченные годы, как и в 2012 г., сохра-

нилась тенденция снижения урожайности по обоим способам посадки от раннего срока посадки к позднему.

Выход семенной фракции по вариантам опыта варьировал от 75 до 80 %. В среднем за три года исследования урожайность семенных клубней изменилась от 28,8 т/га на гладкой поверхности при раннем сроке посадки до 18,4 т/га при позднем сроке

посадки и от 29,3 до 18,6 т/га при гребневом способе посадки. Несмотря на снижение урожайности семенных клубней в тоннах с гектара при позднем сроке посадки, выход семенных клубней в тысячах штук с гектара остался на уровне раннего срока посадки.

Коэффициент размножения был высокий, хотя по срокам и способам посадки он изменялся достаточно сильно (рис. 2).

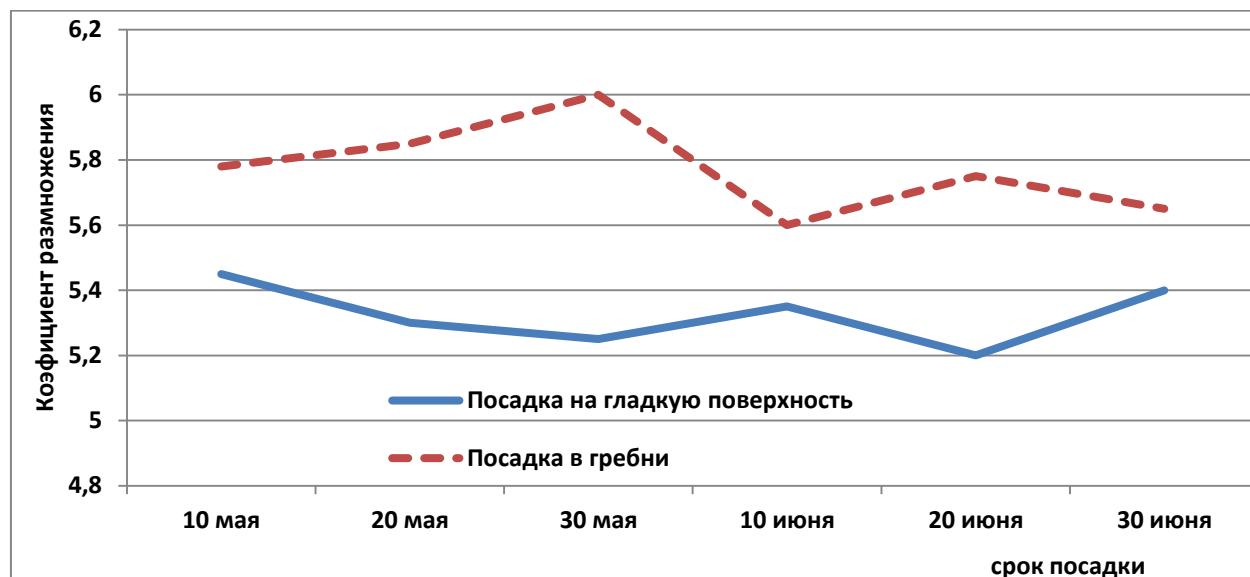


Рис. 2. Коэффициент размножения клубней картофеля в зависимости от срока и способа посадки (2012–2014 гг.)

Из рисунка 2 видно, что при гребневом способе посадки коэффициент размножения изменялся от 5,6 при посадке 10.06 до 6,0 при посадке 30.05. При посадке на гладкую поверхность коэффициент размножения при всех сроках посадки снижался до 5,2–5,4.

Коэффициент размножения в тысячах клубней на гектаре при поздних сроках посадки сохранился на высоком уровне за счет снижения массы семенного клубня (рис. 3).

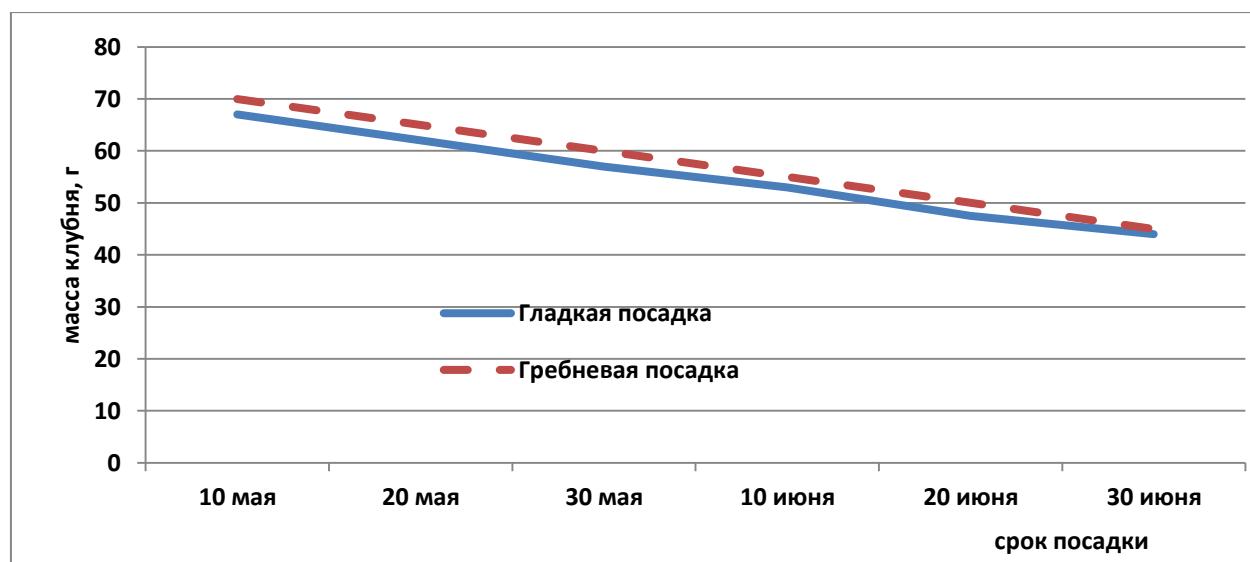


Рис. 3. Влияние срока и способа посадки на массу семенного клубня (2012–2014 гг.)

Урожайность семенных клубней должна сочетаться с их качеством, от которых зависит дружное

появление всходов и сила дальнейшего роста растений [16–20]. Важно от качественных семенных

клубней получить хорошо развитые многостебельные с высокой площадью листьев кусты.

О качестве семенных клубней можно судить по данным таблицы 2.

Таблица 2

Качество клубней картофеля при разных сроках и способах посадки (в среднем за 2012–2014 гг.)

Срок посадки	Посадка	Содержание, %			
		сухого вещества	крахмала	протеина	сахара
10.05	Гладкая	21,2 ± 0,9	15,7 ± 0,5	2,18 ± 0,07	0,58 ± 0,03
	Гребневая	23,0 ± 1,1	16,9 ± 0,8	2,26 ± 0,13	0,65 ± 0,02
20.05	Гладкая	20,8 ± 0,7	14,5 ± 0,4	2,03 ± 0,09	0,54 ± 0,05
	Гребневая	22,6 ± 0,5	15,2 ± 0,7	2,17 ± 0,05	0,63 ± 0,07
30.05	Гладкая	21,4 ± 0,8	14,0 ± 0,9	2,07 ± 0,11	0,59 ± 0,04
	Гребневая	22,1 ± 0,6	14,8 ± 0,6	2,21 ± 0,08	0,67 ± 0,06
10.06	Гладкая	19,3 ± 0,4	13,9 ± 0,8	1,95 ± 0,06	0,71 ± 0,05
	Гребневая	20,0 ± 0,9	14,5 ± 0,5	2,03 ± 0,10	0,78 ± 0,07
20.06	Гладкая	18,5 ± 0,7	14,1 ± 0,7	1,91 ± 0,07	0,83 ± 0,04
	Гребневая	18,2 ± 0,5	13,8 ± 0,9	1,87 ± 0,05	0,89 ± 0,03
30.06	Гладкая	17,0 ± 1,0	13,6 ± 0,4	1,85 ± 0,09	0,91 ± 0,06
	Гребневая	17,5 ± 0,8	13,4 ± 0,6	1,88 ± 0,08	0,97 ± 0,08

Из анализа данных таблицы 2 видно, что содержание сухого вещества, крахмала и протеина снижалось от раннего срока посадки к позднему по обоим способам посадки, но при этом сохранилось преимущество гребневого способа посадки перед посадкой на гладкую поверхность. По содержанию са-

хара наблюдалась обратная картина, т. е. его содержание увеличивалось от раннего срока посадки к позднему.

Важно не только вырастить качественные семенные клубни картофеля, но и сохранить их в зимний период времени (рис. 4).

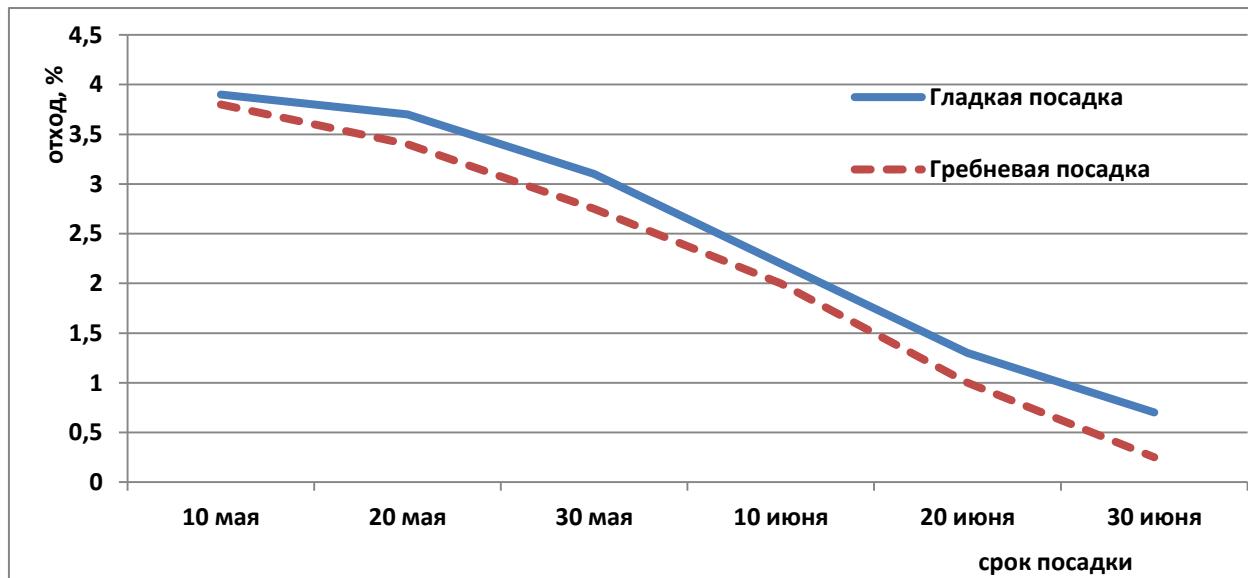


Рис. 4. Отход клубней при хранении в зависимости от срока и способа посадки (2012–2014 гг.)

Потери урожая при зимнем хранении увеличились от позднего срока посадки к раннему. При посадке 30.06 потери составили 0,3–0,6 %, тогда как

при посадке 10.05 – 3,8–3,9 %. Преимущество осталось за гребневым способом посадки.

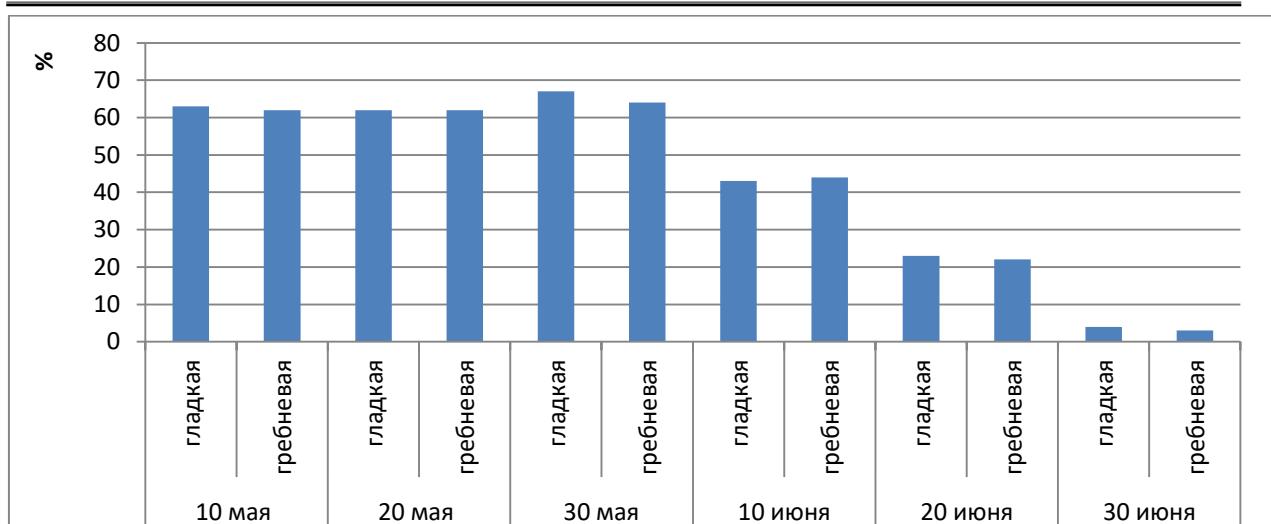


Рис. 5. Рентабельность выращивания семенного картофеля в зависимости от сроков и способов посадки (2012–2014 гг.)

Заключение. Урожайность семенных клубней раннеспелого сорта картофеля Северный в засушливый год была выше при посадке на гладкую поверхность, в благоприятные по увлажнению годы, напротив, преимущество осталось за гребневым способом посадки.

Установлена тенденция снижения урожайности от раннего срока посадки к позднему. Выход семенных клубней (тыс. шт/га) выше при гребневом способе посадки. Отход клубней при зимнем хранении увеличился от 0,3–0,6 % при посадке 30.06 до 3,8–3,9 % при посадке 10.05.

Литература

- Выдрин В.В., Федорук Т.К. Сортовое районирование сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания по Тюменской области. – Тюмень, 2016.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. и др. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). – Уфа, 2011. – 97 с.
- Логинов Ю.П., Казак А.А. Рекомендации по выращиванию картофеля в ЛПХ Тюменской области. – Тюмень, 2017.
- Логинов Ю.П., Семенков А.С., Казак А.А. Влияние сидеральных удобрений и регулятора роста «Росток» на рост, развитие и урожайность раннеспелых сортов картофеля в лесостепной зоне Тюменской области // Актуальные проблемы картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Томск, 2018. – С. 135–139.
- Логинов Ю.П., Казак А.А., Семенков А.С. Сорта картофеля, полученные методом межвидовой гибридизации, как исходный материал для селекции // Генофонд и селекция растений: мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2018. – С. 200–205.
- Логинов Ю.П., Семенков А.С., Казак А.А. Научные основы картофелеводства в Тюменской области // Научные инновации – аграрному производству: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летнему юбилею Омского ГАУ. – Омск, 2018. – С. 224–229.
- Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. 250 лет картофелеводству Тюменской области // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 3 (138). – С. 29–35.
- Методика исследований по культуре картофеля. – М.: Изд-во ВНИИКХ, 1967. – 262 с.
- Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1997. – 216 с.
- Ничипорович А.А. Методика изучения площади листьев продуктивности сельскохозяйственных культур. – М., 1967. – 54 с.
- Погадаев С.В. Производство семенного картофеля в агрофирме КРиММ // Селекция, семеноводство и генетика. – 2015. – № 6. – С. 40–41.
- Ренев Е.П., Еремин Д.И., Еремина Д.В. Оценка основных показателей плодородия почв наиболее пригодных для расширения пахотных угодий в Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 4. – С. 27–31.
- Симаков Е.А., Митюшкин А.В., Журавлев А.А. Создание конкурентоспособных сортов карто-

- феля различного целевого использования // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 10. – С. 170–178.
15. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В. и др. Новые перспективные сорта картофеля Российской селекции: каталог. – Чебоксары, 2018.
16. Стәфеева М.А., Шанина Е.П. Новые перспективные гибриды картофеля Уральской селекции с комплексом хозяйственно ценных признаков // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. – Киров, 2017. – С. 164–167.
17. Халипский А.Н., Данилин В.Г., Мухаметова А.С. и др. Технологический регламент производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля. – Красноярск, 2014.
18. Халипский А.Н., Чураков А.А., Ступницкий Д.Н. Влияние фона питания и рельефа местности на урожайность и распространение болезней картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 8. – С. 31–34.
19. Чехалкова Л.К., Киселева Л.Д. Влияние сроков удаления ботвы на продуктивность и качество семенного материала раннеспелых сортов картофеля в условиях Центрального региона России // Развитие новых технологий селекции и создание отечественного конкурентоспособного семенного фонда картофеля: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Сер. «Картофелеводство» / под ред. С.В. Жеворы. – Красково, 2016. – С. 195–199.
20. Чехалкова Л.К., Киселева Л.Д. Влияние отдельных агроприемов на урожайность, качество и количественный выход клубней семенной фракции раннеспелых сортов картофеля в условиях Смоленской области // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: мат-лы I Междунар. науч.-практ. интернет-конф., посвящ. 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – с. Соленое Займище, 2016. – С. 2694–2697.
21. Чураков А.А., Халипский А.Н., Ступницкий Д.Н. Направления селекции и особенности оригинального семеноводства картофеля в Красноярском ГАУ // Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона: мат-лы симпозиума с междунар. участием. – Красноярск, 2018. – С. 73–84.
22. Шанина Е.П. Устойчивость сортов картофеля к фитофторозу – один из факторов экологической селекции // Коняевские чтения: мат-лы V Юбилейной междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2016. – С. 123–126.
23. Шанина Е.П., Стәфеева М.А. Исходный материал для основных направлений в селекции картофеля // Картофелеводство: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Красково, 2017. – С. 111–117.
24. Шахова О.А., Пахтина Т.С., Мордвина Е.А. Изменение водно-физических свойств чернозема выщелоченного в зависимости от основных обработок и агрохимикатов на опытном поле ГАУ Северного Зауралья // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее: сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. Ч. 3. – Пенза, 2017. – С. 128–131.

Literatura

1. Vydrin V.V., Fedoruk T.K. Sortovoe rajonirovaniye sel'skohozajstvennyh kul'tur i rezul'taty sortoispytaniya po Tjumenskoj oblasti. – Tjumen', 2016.
2. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., Agropromizdat, 1985. – 351 s.
3. Zykin V.A., Belan I.A., Jusov V.S. i dr. Jekologicheskaja plastichnost' sel'skohozajstvennyh rastenij (metodika i ocenka). – Ufa, 2011. – 97 s.
4. Loginov Ju.P., Kazak A.A. Rekomendacii po vyrashhivaniju kartofelja v LPH Tjumenskoj oblasti. – Tjumen', 2017.
5. Loginov Ju.P., Semenkov A.S., Kazak A.A. Vlijanie sideral'nyh udobrenij i reguljatora rosta «Rostok» na rast, razvitiye i urozhajnost' rannespelyh sortov kartofelja v lesostepnoj zone Tjumenskoj oblasti // Aktual'nye problemy kartofelevodstva: fundamental'nye i prikladnye aspekty: mat-ly vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. – Tomsk, 2018. – S. 135–139.
6. Loginov Ju.P., Kazak A.A., Semenkov A.S. Sorta kartofelja, poluchennye metodom mezhvidovoj gibridizacii, kak ishodnyj material dlja selekcii // Genofond i selekcija rastenij: mat-ly IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Novosibirsk, 2018. – S. 200–205.
7. Loginov Ju.P., Semenkov A.S., Kazak A.A. Nauchnye osnovy kartofelevodstva v Tjumenskoj oblasti // Nauchnye innovacii – agrarnomu proizvodstvu: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashch. 100-letnemu jubileju Omskogo GAU. – Omsk, 2018. – S. 224–229.
8. Loginov Ju.P., Kazak A.A., Jakubyshina L.I. 250 let kartofelevodstvu Tjumenskoj oblasti // Vestn. Krasnojar. gos. agrar. un-ta. – 2018. – № 3 (138). – S. 29–35.
9. Metodika issledovanij po kul'ture kartofelja. – M.: Izd-vo VNIIKH, 1967. – 262 s.

10. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. – M., 1997. – 216 s.
11. Nichiporovich A.A. Metodika izuchenija ploshchadi list'ev produktivnosti sel'skohozjajstvennyh kul'tur. – M., 1967. – 54 s.
12. Pogadaev S.V. Proizvodstvo semennogo kartofelja v agrofirme KRiMM // Selekcija, semenovodstvo i genetika. – 2015. – № 6. – S. 40–41.
13. Renev E.P., Eremin D.I., Eremina D.V. Ocenka osnovnyh pokazatelej plodorodija pochv naibolee prigodnyh dlja rasshirenija pahotnyh ugodij v Tjumenskoj oblasti // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2017. – T. 31, № 4. – S. 27–31.
14. Simakov E.A., Mitjushkin A.V., Zhuravlev A.A. Sozdanie konkurentosposobnyh sortov kartofelja razlichnogo celevogo ispol'zovanija // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 10. – S. 170–178.
15. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V. i dr. Novye perspektivnye sorta kartofelja Rossijskoj selekcii: katalog. – Cheboksary, 2018.
16. Stafeeva M.A., Shanina E.P. Novye perspektivnye gibridy kartofelja Ural'skoj selekcii s kompleksom hozjajstvenno cennyh priznakov // Metody i tehnologii v selekcii rastenij i rastenievodstve: mat-ly III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Kirov, 2017. – S. 164–167.
17. Halipskij A.N., Danilin V.G., Muhametova A.S. i dr. Tehnologicheskij reglament proizvodstva original'nogo, jelitnogo i reprodukcionnogo semennogo kartofelja. – Krasnojarsk, 2014.
18. Halipskij A.N., Churakov A.A., Stupnickij D.N. Vlijanie fona pitanija i rel'efa mestnosti na urozhajnost' i rasprostranenie boleznej kartofelja // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2017. – T. 31, № 8. – S. 31–34.
19. Chehalkova L.K., Kiseleva L.D. Vlijanie srokov udalenija botvy na produktivnost' i kachestvo semennogo materiala rannespelyh sortov kartofelja v uslovijah Central'nogo regiona Rossii // Razvitiye novyh tehnologij selekcii i sozdanie otechestvennogo konkurentosposobnogo semen-
nogo fonda kartofelja: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ser. «Kartofelevodstvo» / pod red. S.V. Zhevory. – Kraskovo, 2016. – S. 195–199.
20. Chehalkova L.K., Kiseleva L.D. Vlijanie otdel'nyh agropriemov na urozhajnost', kachestvo i kolichestvennyj vyhod klubnej semennoj frakcii rannespelyh sortov kartofelja v uslovijah Smolenskoj oblasti // Sovremennoe jekologicheskoe sostojanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya: mat-ly I Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf., posvjashhh. 25-letiju FGBNU «Prikaspijskij nauchno-issledovatel'skij institut aridnogo zemledelija». – s. Solenoje Zajmishhe, 2016. – S. 2694–2697.
21. Churakov A.A., Halipskij A.N., Stupnickij D.N. Napravlenija selekcii i osobennosti original'nogo semenovodstva kartofelja v Krasnojarskom GAU // Adaptivnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur v jekstremal'nyh uslovijah Central'no- i Vostochno-Aziatskogo makroregiona: mat-ly simpoziuma s mezhdunar. uchastiem. – Krasnojarsk, 2018. – S. 73–84.
22. Shanina E.P. Ustojchivost' sortov kartofelja k fitoftorozu – odin iz faktorov jekologicheskoy selekcii // Konjaevskie chtenija: mat-ly V Jubilejnogo mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ekaterinburg, 2016. – S. 123–126.
23. Shanina E.P., Stafeeva M.A. Ishodnyj material dlja osnovnyh napravlenij v selekcii kartofelja // Kartofelevodstvo: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Kraskovo, 2017. – S. 111–117.
24. Shahova O.A., Lahtina T.S., Mordvina E.A. Izmenenie vodno-fizicheskikh svojstv chernozema vyshhelochennogo v zavisimosti ot osnovnyh obrabotok i agrohimikatov na opytnom pole GAU Severnogo Zaural'ja // Nauka i obrazovanie: sohranjaja proshloe, sozdaem budushhee: sb. st. X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3 ch. Ch. 3. – Penza, 2017. – S. 128–131.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА «ЦИРКОН» И МИКРОУДОБРЕНИЯ «СИЛИПЛАНТ»
ПРИ ВЕГЕТАТИВНОМ РАЗМНОЖЕНИИ *ALLIUM URSINUM L.* И *ALLIUM VICTORIALIS SUBSP.
PLATYPHYLLUM (HULTUN) MAKINO***

O.M. Savchenko, L.N. Kozlovskaia,
E.L. Malankina, S.I. Romashkina

**THE PRODUCTION CAPACITY OF GROWTH REGULATORS AND MICRONUTRIENT
“SILIPLANT” UNDER VEGETATIVE PROPAGATION OF *ALLIUM URSINUM L.*
И *ALLIUM VICTORIALIS SUBSP. PLATYPHYLLUM (HULTUN) MAKINO***

Савченко О.М. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела агробиологии и селекции Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва. E-mail: swamprat@rambler.ru

Козловская Л.Н. – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Российской государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва. E-mail: lkozlovska@mail.ru

Маланкина Е.Л. – д-р с.-х. наук, проф. каф. овощеводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва. E-mail: gandurina@mail.ru

Ромашкина С.И. – науч. сотр. отдела агробиологии и селекции Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва. E-mail: romashkin69@inbox.ru

Savchenko O.M. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Department of Agrobiology and Selection, All-Russia Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow. E-mail: swamprat@rambler.ru

Kozlovskaia L.N. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Selection and Seed Farming of Garden Plants, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow. E-mail: lkozlovska@mail.ru

Malankina E.L. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Vegetable Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow. E-mail: gandurina@mail.ru

Romashkina S.I. – Staff Scientist, Department of Agrobiology and Selection, All-Russia Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow. E-mail: romashkin69@inbox.ru

Цель исследования – изучение вегетативного способа размножения луков победного (*A. ursinum L.*) и медвежьего *A. victorialis subsp. platyphyllum (Hultun) Makino* в культуре и зависимость урожайности листьев двух видов черемши от применения регуляторов роста и микроудобрений. Полевые опыты закладывались в лекарственном севообороте отдела Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР в 2013–2016 гг. путем постановки мелкоделяночных опытов. Расположение делянок последовательное, площадь 2–4 м², повторность двукратная. Делянки расположены на участке отдела агробиологии и селекции ВИЛАР. Почва участка тяжелая суглинистая с содержанием (%) на абсолютно сухое вещество: гумус – до 4,31%; общий азот – 0,068–0,072; Р₂О₅ – 0,1; К₂О – 2,9–3,5; Аl₂О₃ – 15,0; На₂О – 1,4; MgO – 1,0%, pH водная – 6,1–6,4. Растения лука медвежьего и лука победного 5-6-летнего возраста обрабатывались регуляторами роста двукратно, начиная от начала весеннего отрастания с интервалом 14 суток. Контроль – не обрабатывался. В результате анализа данных обработок растений черемши регулятором роста «Циркон» с

микроудобрениями «Силиплант» и «ЭкоФус» можно отметить, что данные препараты оказывают положительное действие на образование дочерних луковиц и луковиц замещения. Доля разделившихся луковиц у лука медвежьего после применения препарата «Циркон» совместно с микроудобрением «ЭкоФус» составляет 43 % по сравнению с 4 % в контроле. Лук победный также положительно реагировал на применение гормональных и микропрепаратов, но доля разделившихся луковиц в контроле варианте была всего на 11 % меньше, чем после применения регулятора роста «Циркон» и микроудобрения «Силиплант». Применение регулятора роста «Циркон» совместно с микроудобрениями «Силиплант» и «ЭкоФус» оказывает положительное влияние на вегетативное размножение и продуктивность у двух видов черемши. Для стимулирования образования дочерних луковиц у лука победного и лука медвежьего эффективно применение регуляторов роста и микроудобрений. У растений лука медвежьего это позволяет увеличивать количество дочерних луковиц от 4 % в контроле до 43 % после применения регулятора

роста циркон совместно с микроудобрением «Эко-Фус» (питательный концентрат на основе водоросли фукус). У лука победного наиболее эффективным оказалось применение регулятора роста «Циркон» и микроудобрением «Силиплант» (жидкое микроудобрение с высоким содержанием кремния и микроэлементов) – количество дочерних луковиц возросло на 11 % по сравнению с контролем. С практической точки зрения, важным этапом исследования является определение урожайности изучаемых видов лука. Оба вида лука образуют значительную вегетативную массу. Для повышения выхода зеленой массы на растениях семейства Alliaceae успешно применяется регулятор роста «Циркон». Применение микроудобрений также положительно влияет на урожайность растений. При выборочной уборке урожайность листьев составила в среднем для лука медвежьего 0,13 кг/м², лука победного – 0,29 кг/м². Это согласуется с повышенной требовательностью лука медвежьего к почвенному плодородию. Наибольшее влияние на урожайность листьев у лука медвежьего оказывала обработка регулятором роста «Циркон» совместно с микроудобрением «ЭкоФус» (до 0,16 кг/м²), а у лука победного – применение регулятора роста «Циркон» с микроудобрением «Силиплант», на 0,16 кг/м² больше, чем в контрольном варианте.

Ключевые слова: лук медвежий, лук победный, «Циркон», микроудобрение, «Силиплант», вегетативное размножение, дочерние луковицы.

The research objective was studying vegetative way of reproduction of *Allium victorialis* and *Allium ursinum* L. and the dependence of the productivity of leaves of two types of ramson on using regulators of growth and microfertilizers. Field experiments were put in medicinal crop rotation of the Department of Botanical Garden FSBN "All-Russia Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants" in 2013–2016 by making small allotments experiments. The arrangement of allotments was consecutive, the area was 2–4 sq.m, and the frequency was double. The allotments were located on the site of the Department of Agrobiology and Selection of ARRIMAP. The soil of the site was heavy loamy with the contents (per cent for absolutely solid): humus – to 4.31 %; general nitrogen – 0.068–0.072; P₂O₅ – 0.1; K₂O – 2.9–3.5; Al₂O₃ – 15.0; Na₂O – 1.4; MgO – 1.0 %, pH water – 6.1–6.4. The plants of *Allium ursinum* L. and *Allium victorialis* at the age of 5–6 years were processed by growth regulators twice, starting from the beginning of spring growth with an interval of 14 days. The control was not processed. As a result of processing of plants of ramson growth regulator "Zircon" with "Siliplant" and "EcoFus" microfertilizers it was possible to note that these preparations had positive effect

on the formation of affiliated bulbs and bulbs of replacement. The share of divided bulbs in *Allium ursinum* L. of the preparation "Zircon" after application, together with "EcoFus" microfertilizer made 43 % in comparison with 4 % in control. *Allium. victorialis* also positively reacted to application hormonal and micropreparations, but the share of divided bulbs in control option was only 11 % less, than after using the regulator of growth "Zircon" and Siliplant microfertilizers. Using the regulator of growth "Zircon" together with "Siliplant" and "EcoFus" microfertilizers had positive impact on vegetative reproduction and efficiency in two types of ramson. For stimulation of formation of affiliated bulbs in onions victorious and onions bear use of regulators of growth and microfertilizers is effective. In the plants of onions bear it is possible to increase quantity of affiliated bulbs from 4 % in control to 43 % after use of the regulator of growth zircon together with microfertilizer "Ekofus" (a nutritious concentrate on the basis of alga fucus). Onions victorious the most effective had the use of the regulator of growth "Zircon" and microfertilizer Siliplant (liquid microfertilizer with high content of silicon and microcells) – the quantity of affiliated bulbs increased by 11 % in comparison with control. From practical point of view, an important stage of researches is determination of productivity of studied types of onions. Both types of onions form considerable vegetative weight. Growth regulator "Zircon" is successfully used to increase of receiving green material on the plants of Alliaceae family. Using microfertilizers also positively influences the productivity of plants. At selective crop productivity of leaves averaged for onions bear 0.13 kg/sq.m, onions victorious – 0.29 kg/sq.m. It will be coordinated with increased insistence of onions bear to soil fertility. The onions bear processing by growth regulator "Zircon" together with microfertilizer "EkoFus" had the greatest impact on the productivity of leaves (to 0.16 kg/sq.m), and at onions victorious - use of the regulator of growth "Zircon" with microfertilizer of "Siliplant", is 0.16 kg/sq.m more, than in control option.

Keywords: *Allium ursinum* L., *Allium victorialis*, "Zircon", microfertilizer, "Siliplant", vegetative reproduction, affiliated bulbs.

Введение. В настоящее время значительный интерес вызывают растения, содержащие флавоноиды, обладающие широким спектром действия на организм человека. Растения двух дикорастущих видов лука (чесемши) – лук победный (*Allium victorialis* subsp. *platyphyllum* (Hultun) Makino.) и лук медвежий (*Allium ursinum* L.) давно известны в народной медицине благодаря своим лекарственным свойствам, высокому содержанию витаминов и биологически активных веществ. Несмотря на то, что в местах естественного произрастания эти виды за-

нимают значительные площади, продуктивность природных популяций снижается под влиянием возрастающей антропогенной нагрузки.

Выращивание лука победного и лука медвежьего в культуре позволяет регулировать не только урожайность, но и экологическую чистоту сырья.

В свежем растении лука медвежьего в качестве главного действующего вещества содержится аллиин – 0,005 %, или 0,07 % – в высушенному сырье. В составе флавоноидов лука медвежьего выделены кемпферол гликозид 3-O-β-глюкопиранозид и кемпферол 3-O-неогесперидозид. Именно они отвечают за ингибицию вирусов и бактерий [1].

Лук медвежий и лук победный имеют высокий уровень семенной продуктивности – до 92,1 %. Однако на начальном этапе развития черемша растет медленно, имеет небольшие размеры, генеративное и вегетативное размножение происходит только через 5–8 лет. Интенсивность вегетативного размножения черемши невысокая [2–4].

В настоящее время применение стимуляторов роста является эффективным приемом при вегетативном размножении растений. Имеется большое количество работ, демонстрирующих высокую эффективность применений стимуляторов роста на овощных и лекарственных культурах с целью повышения урожайности и качества получаемой продукции [1, 2].

Цель исследования: изучение вегетативного способа размножения лука победного и медвежьего в культуре и зависимость урожайности листьев двух видов черемши от применения регуляторов роста и микроудобрений.

Методика исследования. Исследования дикорастущих луков *A. ursinum* L. и *A. victorialis* subsp. *platyphyllum* (Hultun) Makino включали лабораторные и полевые опыты. Полевые опыты закладывались и проводились в 2013–2017 гг. согласно принятым методикам [6, 7].

В лабораторных опытах изучалось анатомическое строение луковиц. Просмотр препаратов и их анализ проводили с помощью светового микроскопа «Ломо Микмед-5» и бинокулярного микроскопа МБС-1, снабженных камерой 14.0 Mp USB 2.0 C-Mount.

Полевые опыты закладывались в лекарственном севообороте отдела Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР в 2013–2016 гг. путем постановки мелкоделяночных опытов. Расположение делянок последовательное, площадь 2–4 м², повторность двукратная. Растения лука медвежьего и лука победного 5–6-летнего возраста обрабатывались регуляторами роста двукратно, начиная от начала весеннего от-

растания с интервалом 14 сут. Контроль – не обрабатывался.

«Циркон» – р (0,1 г/л), д.в. гидроксикоричная кислота. Препарат проявляет антистрессовую активность, в условиях засухи оказывает адаптогенное действие. Раствор в концентрации 1 мл/5 л воды. Расход рабочей жидкости – 300–400 л/га.

«Силиплант» – жидкое микроудобрение с высоким содержанием кремния и микроэлементов в хелатной форме. Раствор 1,5–2 мл/л воды. Расход рабочей жидкости – 300–400 л/га.

«ЭкоФус» – органо-минеральное удобрение на основе водоросли – фукуса пузырчатого, содержит физиологически активные вещества, обладающие иммуностимулирующими, антивирусными, антибактериальными и фунгицидными действиями. Раствор применялся в концентрации 3 л/га.

Определяли урожайность в фазе бутонизации выборочно в соответствии с рекомендациями немецких авторов. Статистическую обработку проводили по Б.Н. Доспехову с применением пакета программ Exel [1, 5].

Делянки расположены на участке отдела агро-биологии и селекции ВИЛАР. Почва участка тяжелая суглинистая с содержанием (%) на абсолютно сухое вещество: гумус – до 4,31 %; общий азот – 0,068–0,072; P₂O₅ – 0,1; K₂O – 2,9–3,5, Al₂O₃ – 15,0; Na₂O – 1,4; MgO – 1,0 %; pH водная – 6,1–6,4.

Результаты исследования и их обсуждение. Лук медвежий – многолетнее травянистое растение с ежегодно сменяющимися луковицами. После цветения из почек возобновления формируются одна, очень редко – две дочерние луковицы, а материнская луковица отмирает. Небольшая удлиненная луковица молодых растений образована единственной запасающей чешуйей, являющейся влагалищем срединного листа. У генеративных растений лука медвежьего из донцев луковиц нескольких поколений формируется небольшое горизонтальное корневище. Замкнутые мясистые влагалища листьев становятся запасающими чешуями луковицы.

На рисунке 1 представлено генеративное растение лука медвежьего с двумя луковицами замещения. Замещающая луковица образуется из боковой оси. Лук медвежий начинает размножаться вегетативным способом уже на 3–4-й год вегетации, а особенно интенсивно это наблюдается в генеративном периоде. При этом в пазухе зеленого листа главной оси при благоприятных условиях формируется луковица замещения. В следующий вегетационный период она освобождается от старого донца, углубляется и немного смешается в сторону от материнской луковицы.

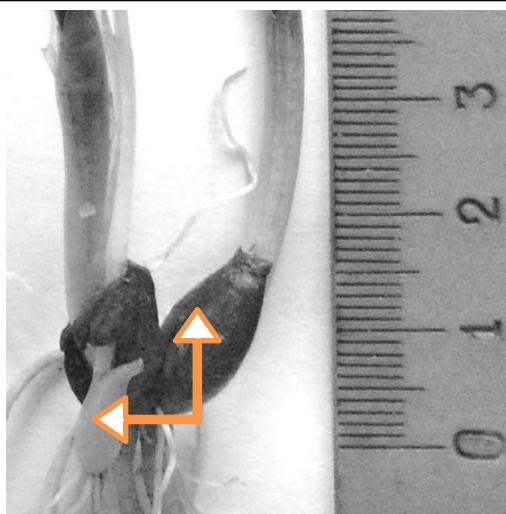


Рис. 1. Растение лука медвежьего, обработанное регулятором роста «Циркон», сформированное две дочерние луковицы (две луковицы замещения)

У растений лука победного почки возобновления закладываются в материнской луковице за два года до начала надземного развития сформировавшегося из нее побега. Замещающая почка осенью перед вегетационным годом состоит из двух чешуй, трех листьев и соцветия. Весной следующего года эта почка состоит уже из двух чешуй и двух-трех зачаточных листьев. На третий год весной в замещающей почке формируются тычинки, и сразу после таяния снега побег замещающей луковицы трогается в рост и дальнейшее развитие происходит над землей [2, 3].

Весной в связи с активным ростом корней старое донце разрушается; отрастающие корни начинают тянуть луковицы в разные стороны. Благодаря этому одно растение может совершать перемещения в радиусе десятков сантиметров. В течение всего периода вегетации в пазухах листьев луковицы формируются дочерние луковички, связанные с материнским донцем. Корни раздвигают луковички (детки).

На рисунке 2 изображена луковица лука победного с дочерней луковичкой, развивающимися на вертикальном корневище. Основания листьев образуют замкнутые влагалища, которые становятся запасающими мясистыми чешуями луковиц. Хорошо заметно выпуклое донце, сочные чешуи и почки возобновления следующего года.

Лук медвежий в большинстве случаев формирует только одну луковицу замещения, что существенно замедляет его вегетативное размножение. Стимулирование образования двух-трех луковиц замещения с помощью регуляторов роста и микроудобрений может ускорить процесс разрастания посадок, что в последующие годы положительно скажется на урожае. Следует отметить, что на процесс формирова-

ния дочерних луковиц и луковиц замещения у лука медвежьего и лука победного активно влияло применение регулятора роста «Циркон» с микроудобрением «Силиплант»; в данном варианте 43 % растений лука медвежьего сформировали по две дочерних луковицы замещения.

Растения лука победного в условиях естественного произрастания ежегодно образуют одну-две дочерние луковицы, в то время как материнская не отмирает. Благодаря этой особенности, лук победный быстрее разрастается, образуя плотные куртины. Под влиянием регулятора роста «Циркон» и микроудобрения «Силиплант» у лука победного сформировались более двух дочерних луковиц (у 31 % растений от общего количества). Это может быть связано с необходимостью интенсивного минерального питания данного вида.

В связи с биологическими особенностями чеснока не рекомендуется ежегодная полная уборка надземной массы. Так как в результате такого воздействия растения не накапливают достаточно запасающих веществ, не успевает сформироваться замещающая луковица и плантация выпадает. Мы проводили частичную уборку надземной массы, срезая один лист из двух в соответствии с рекомендациями немецких авторов.

Лук медвежий и лук победный под воздействием регулятора роста «Циркон» и микроудобрения «Силиплант» сформировали значительную вегетативную массу, в среднем выше значения контроля на 30–85 г. Регулятор роста «Циркон», применяющийся как отдельно, так и совместно с микроудобрением «Силиплант», оказал заметное влияние на урожайность листьев лука победного: до 360 г/м² при частичной уборке листьев.



Рис. 2. Растения лука победного с дочерними луковицами. Луковица лука победного: А – луковицы на корневище (внешний вид); Б – продольный разрез луковицы с дочерней луковичкой

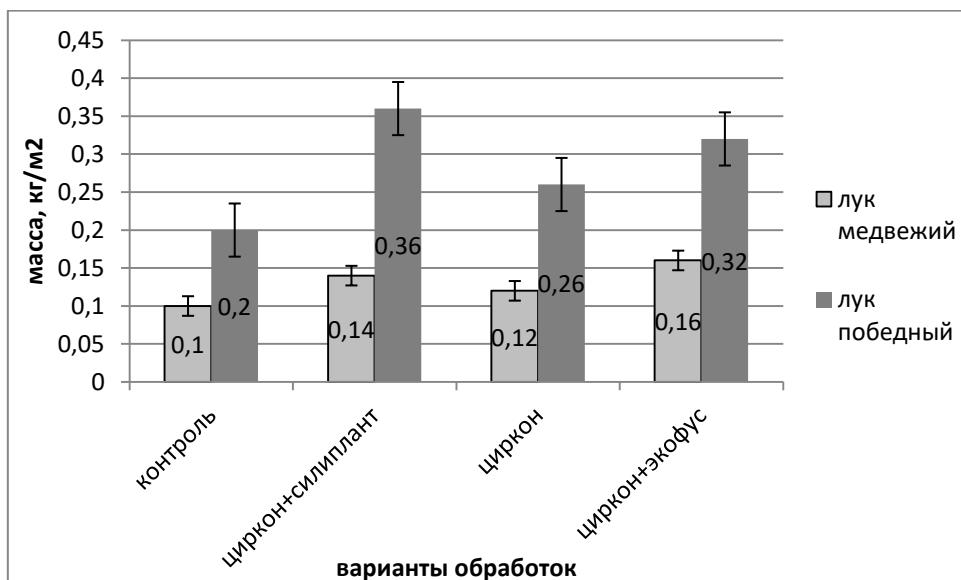


Рис. 3. Масса листьев лука медвежьего и лука победного при частичной уборке после применения регуляторов роста, органоминерального удобрения «ЭкоФус» и микроудобрения «Силиплант», кг/м²

Выводы

1. В результате обработок растений черемши регулятором роста «Циркон» с микроудобрениями «Силиплант» и «ЭкоФус» можно отметить, что данные препараты оказывают положительное действие

на образование дочерних луковиц и луковиц замещения. Это особенно важно при разведении лука медвежьего в связи с его биологическими особенностями.

2. Доля разделившихся луковиц у лука медвежьего после применения препарата «Циркон» совместно

с микроудобрением «ЭкоФус» составляет 43 % по сравнению с 4 % в контроле. Лук победный также положительно реагировал на применение гормональных и микропрепаратов, но доля разделившихся луковиц в контрольном варианте была всего на 11 % меньше, чем поле применения регулятора роста «Циркон» и микроудобрением «Силиплант».

3. Применение регулятора роста «Циркон» совместно с микроудобрениями «Силиплант» и «Эко-Фус» оказывает положительное влияние на вегетативное размножение и продуктивность у двух видов черемши.

Литература

1. Handbuch der Arznei-und Gewürzpflanzen. V. 4. – München. – 2011. – P. 231–248.
2. Kanazawa T. Basic studies on morphological characteristics, growth habits and cultivation methods of *Allium victorialis* L. ssp *platyphyllum* Hult. // Mem. Fac. Agr. Hokkaido Univ. – 18. – 1993. – P. 109–163.
3. Kanazawa T., Yakuwa T. Studies of Botanical Characteristics of Gyoia-niku (*Allium victorialis* L. ssp *platyphyllum* Hult) // Journal of the. Faculty of Agriculture Hokkaido University. – Vol. 64. – № 4. – 1991. – P. 279–291.
4. Старostenкова М.М. Лук медвежий – *Allium ursinum* L. // Биологическая флора Московской области. – 1978. – Вып. 4. – С. 52–62.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Проведение вегетационных опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство: обзорная информация. – М., 1981. – № 2. – 60 с.
7. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство: обзорная информация. – М., 1981. – № 1. – 55 с.

Literatura

1. Handbuch der Arznei-und Gewürzpflanzen. V. 4. – München. – 2011. – P. 231–248.
2. Kanazawa T. Basic studies on morphological characteristics, growth habits and cultivation methods of *Allium victorialis* L. ssp *platyphyllum* Hult. // Mem. Fac. Agr. Hokkaido Univ. – 18. – 1993. – P. 109–163.
3. Kanazawa T., Yakuwa T. Studies of Botanical Characteristics of Gyoia-niku (*Allium victorialis* L. ssp *platyphyllum* Hult) // Journal of the. Faculty of Agriculture Hokkaido University. – Vol. 64. – № 4. – 1991. – R. 279–291.
4. Starostenkova M.M. Luk medvezhij – *Allium ursinum* L. // Biologicheskaja flora Moskovskoj oblasti. – 1978. – Vyp. 4. – S. 52–62.
5. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
6. Provedenie vegetacionnyh optyov s lekarstvennymi kul'turami // Lekarstvennoe rastenievodstvo: obzornaja informacija. – M., 1981. – № 2. – 60 s.
7. Provedenie polevyh optyov s lekarstvennymi kul'turami // Lekarstvennoe rastenievodstvo: obzornaja informacija. – M., 1981. – № 1. – 55 s.

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕНАЖА, ЗАГОТАВЛИВАЕМОГО
В СЛОЖНЫХ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

I.V. Kokunova, A.A. Zhukov, M.G. Podchekaev

**TO THE QUESTION OF INCREASING THE QUALITY OF HAYLAGE PREPARED
UNDER ADVERSE CLIMATIC AND WEATHER CONDITIONS**

Кокунова И.В. – канд. техн. наук, доц. каф. автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, Псковская обл., г. Великие Луки. E-mail: i.kokunova@yandex.ru

Жуков А.А. – канд. техн. наук, доц., зав. каф. эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, Псковская обл., г. Великие Луки. E-mail: zukov5@mail.ru

Подчекаев М.Г. – магистрант каф. автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, Псковская обл., г. Великие Луки. E-mail: lesia2212@yandex.ru

Цель исследования – анализ современных технологий заготовки сенажа и поиск основных направлений по повышению качественных показателей сенажного корма, заготавливаемого в сложных погодно-климатических условиях регионов России. Задачи исследования: провести анализ технического и технологического обеспечения процесса заготовки сенажа; выявить основные пути повышения качества сенажного корма, заготавливаемого в сложных погодно-климатических условиях, характеризующихся высоким гидротермическим коэффициентом и значительной облачностью неба в период проведения уборочных работ; обосновать основные направления совершенствования технических средств для заготовки качественного корма. Установлено, что в сложных погодно-климатических условиях Северо-Запада Российской Федерации (при высокой вероятности выпадения атмосферных осадков и повышенной облачности неба) наиболее эффективной является технология заготовки «сенажа в упаковке». Важная роль в обеспечении качественных показателей заготавливаемого травяного корма принадлежит рулонным пресс-подборщикам. Однако не всегда формируемые рулоны имеют высокую и равномерную по диаметру плотность прессования, в результате чего в них остается большое количество воздуха. Это способствует более продолжительному периоду протекания процессов брожения

Kokunova I.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Cars, Tractors and Farm Vehicles, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region, Velikiye Luki. E-mail: i.kokunova@yandex.ru

Zhukov A.A. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Operation and Repair of Machine and Tractor Park, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region, Velikiye Luki. E-mail: zukov5@mail.ru

Podchekayev M.G. – Magistrate Student, Chair of Cars, Tractors and Farm Vehicles, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region, Velikiye Luki. E-mail: lesia2212@yandex.ru

в сенажируемой массе и повышению ее температуры выше допустимых значений, что приводит к снижению переваримости протеина, разрушению каротина и ухудшению ряда других качественных показателей корма. Одним из перспективных направлений по повышению качества сенажа является направление по совершенствованию конструкции рулонных пресс-подборщиков. Над решением этой задачи работают отечественные и зарубежные производители кормоуборочной техники, научные организации и коллективы ученых высших учебных заведений, которые предлагают различные варианты по совершенствованию конструкции машин. Наиболеещий эффект по увеличению плотности и повышению равномерности прессования сенажируемой массы дают комбинированные системы прессования. Одно из технических решений по совершенствованию прессовой камеры рулонного пресс-подборщика, разработанное авторами, представлено в статье.

Ключевые слова: заготовка кормов, сенаж в упаковке, качество кормов, пресс-подборщики, системы прессования.

The research objective was the analysis of modern technologies of haylage preparation and the search of the main directions to increase quality indicators of haylage forage prepared under adverse weather and climatic conditions of the regions of Russia. The re-

search problems were to carry out the analysis of technical and technological support of the process of haylage preparation; to reveal the main ways of improvement of the quality of haylage forage prepared in difficult weather climatic conditions characterized by high hydrothermal coefficient and considerable overcast of the sky during harvest works; to prove the main directions of the improvement of technical means for preparation of qualitative forage. It has been found out that the most effective under adverse climatic and weather conditions of the North-Western part of Russia (with highly probable precipitation and dense clouding) is "wrapped" haylage preparation. The important role in providing quality indicators of prepared grass forage belongs to rolled press sorters. However, the bales formed with available bailers do not always have a uniform height or a uniform density, thus allowing much air within. It promotes longer period of course of the processes of fermentation in haylage weight and the increase of its temperature is higher than admissible values leading to the decrease in the digestibility of protein, the destruction of carotene and deterioration of some other quality indicators of forage. A perspective trend in increasing haylage quality is the improving design parameters of round roll pick-up balers. Domestic and foreign agricultural machinery producers, research teams and groups in higher education institutions are working nowadays on the problem and offering various solutions of how to improve machinery efficiency. Combined presswork systems appear to be most effective in increasing haylage mass density and the uniformity of the bales. One of technically viable solutions to improve press chamber of pick-up baler is offered in the study.

Keywords: fodder procurement, wrapped haylage, fodder quality, balers, presswork systems.

Введение. Одним из основных видов кормов в рационах крупного рогатого скота является сенаж. Этот корм производится из трав, убираемых в ранние фазы вегетации, провяленных до влажности 45–55 % и сохраняемых в аэробных условиях за счет физиологической сухости растительной массы, при которой живая клетка, за счет осмотического давления, не выделяет свободную влагу и препятствует размножению и развитию микроорганизмов. Однако не всегда заготавливаемый сенаж соответствует предъявляемым зоотехническим и гигиеническим требованиям по ряду показателей.

Качество растительного корма – это весьма емкое понятие, которое включает в себя, прежде всего, энергетическую ценность, содержание сырого протеина, степень его растворимости и разрушаемости, а также наличие в корме кислотно-детергентной и нейтрально-детергентной клетчатки. Кроме того, важную роль для животных играет содержание в корме легкопереваримых питательных веществ,

витаминов, макро- и микроэлементов и ряда других соединений [1].

Цель исследования: анализ современных технологий заготовки сенажа и поиск основных направлений по повышению качественных показателей сенажного корма, заготавливаемого в сложных погодно-климатических условиях регионов России.

Задачи исследования: провести анализ технического и технологического обеспечения процесса заготовки сенажа; выявить основные пути повышения качества сенажного корма, заготавливаемого в сложных погодно-климатических условиях, характеризующихся высоким гидротермическим коэффициентом и значительной облачностью неба в период проведения уборочных работ; обосновать основные направления совершенствования технических средств для заготовки качественного корма.

Результаты исследования и их обсуждение. Производство высококачественного сенажного корма – это сложный многогранный процесс, предполагающий строгое выполнение определенного алгоритма действий в установленные агротехнические сроки и состоящий из нескольких этапов, между которыми существует тесная взаимосвязь [2].

Первым важнейшим этапом всей системы кормопроизводства является формирование травостоев (рис. 1). Научно обоснованный подход к данному процессу базируется на агробиологических особенностях используемых видов трав – их производственном долголетии, типах кущения, побегообразования, сезонных темпах развития и др. Именно здесь закладываются исходные качества производимого сенажного корма.

Второй этап – уборка кормовых культур. На этом этапе важно правильно выбрать кормозаготовительную технологию и комплекс машин для ее реализации, позволяющий провести уборку в сжатые сроки с соблюдением агротехнологических требований (высота скашивания растений, интенсивность провяливания трав, качество формирования и подбора травяных валков, плотность и равномерность прессования растительной массы и т. д.). На выбор вида предполагаемой к реализации технологии и комплекса уборочных машин большое влияние оказывают погодно-климатические условия, складывающиеся в регионе в период проведения уборочных работ [3].

Третьим звеном в этой логистической цепи являются процессы консервирования и хранения корма. На данном этапе необходимо постоянно осуществлять контроль за подготовкой хранилищ, влажностью травяной массы, закладываемой на хранение, плотностью ее трамбовки в траншее (или плотностью прессования в рулонах), соблюдением сроков закладки хранилищ, степенью их герметизации и температурным режимом сенажируемой массы.

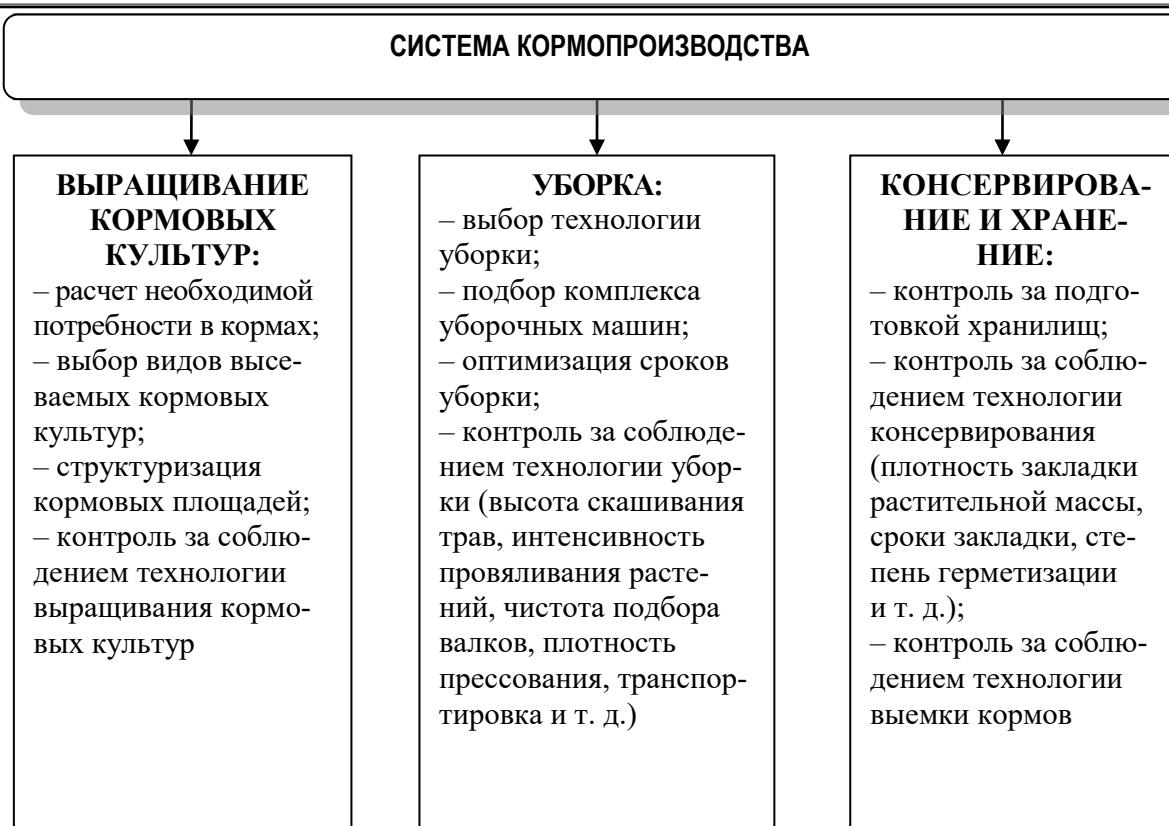


Рис. 1. Схема функционирования системы кормопроизводства

Для снижения себестоимости продукции животноводства необходимо стремиться к уменьшению затрат на корма, доля которых может достигать 50–70 % от общих издержек. Важную роль здесь играют вопросы по организации эффективного управления процессами кормопроизводства, планированию необходимых объемов и качества заготовляемых кормов, способам их консервирования и хранения, а также разработке мероприятий по снижению потерь питательных веществ корма при его заготовке [4].

В настоящее время сенаж заготавливают по различным технологиям. Чаще всего применяется технология заготовки сенажного корма в измельченном виде с закладкой в траншейные хранилища и технология заготовки рулонного сенажа с упаковкой рулонов в полимерную высокоеэластичную пленку. В некоторых регионах России технология заготовки «траншейного» сенажа не всегда бывает эффективной, так как складывающиеся погодно-климатические условия не обеспечивают быстрое провяливание скошенного растительного сырья до требуемой влажности и закладку хранилищ в короткие сроки, в связи с чем могут наблюдаться значительные потери питательных веществ корма. Поэтому в зонах повышенного увлажнения (с высоким гидротермическим коэффициентом и значительной облачностью неба) широко распространена технология заготовки «сенажа в упаковке», которая может реализо-

ваться в разных вариантах: с индивидуальной обмоткой спрессованных рулонов полимерной пленкой и групповой упаковкой сенажных рулонов в плетеный рукав.

Профессор Красноярского ГАУ Н.И. Чепелев в своих научных исследованиях отмечает [5], что технология «сенаж в упаковке» хорошо зарекомендовала себя в северных районах Российской Федерации и Красноярского края.

Одной из важнейших операций при заготовке рулонного сенажа является технологическая операция по прессованию подвяленной травяной массы. Исследования, проводимые нами в хозяйствах Псковской области, показали, что применяемые для реализации этой технологии рулонные пресс-подборщики с прессовальной камерой постоянного объема не обеспечивают необходимую плотность прессования по диаметру формируемого рулона. Поэтому сенажные рулоны имеют более рыхлую структуру в центре, а их внешние слои характеризуются высокой плотностью. Так, в исследованных рулонах плотность массы в центральной части находилась в пределах 200–230 кг/м³, а к периферии она увеличивалась до 400–450 кг/м³. Было также отмечено, что при отклонении от агротехнологических требований температура сенажируемой массы после герметизации рулонов иногда превышала допустимые значения

(35–37 °C), а в отдельных случаях она поднималась до 45 °C [6].

По данным профессора В.Б. Иоффе [7], повышение температуры травяной массы на каждые 5 °C сверх допустимых значений приводит к снижению переваримости протеина на 9 %, при этом происходит также разрушение каротина и ухудшаются другие качественные показатели корма. Все это приводит к снижению питательности сенажа и увеличивает его расход на единицу производимой продукции.

Для повышения качества заготовляемого сенажа нужно исключить негативные процессы, связанные с повышением температуры внутри сенажных рулонов после их упаковки в полимерную пленку. Этого можно достичь путем увеличения плотности и равномерности прессования растительной массы по диаметру формируемого рулона [8].

Более высокую равномерность прессования сенажируемой массы обеспечивают пресс-подборщики, оснащенные прессовальной камерой переменного объема, однако применяемые в их конструкции резинотканевые ремни не позволяют качественно прессовать растительную массу повышенной влажности, так как иногда наблюдается их проскальзывание. Такие машины используются в основном для заготовки прессованного сена.

С точки зрения стабильности сенажных рулонов и происходящих в них процессов, а также для экономии упаковочных материалов важны высокие плотности прессования. Ведущие отечественные и

зарубежные производители кормоуборочных машин предлагают различные технические решения данной проблемы. Например, фирма CLAAS (Германия), выпускающая рулонные пресс-подборщики серии ROLLANT, оснащает их системой максимального прессования MPS. Данная система представлена тремя вальцами, установленными на качающемся дугообразном сегменте в верхней части прессовальной камеры с возможностью перемещения к центру. Изначально сегментмещен к центру пресс-камеры, благодаря чему быстрее возникает вращение формируемого рулона и раньше начинается процесс равномерного уплотнения травяной массы.

Российская компания ROSTSELMASH и австрийская фирма PÖTTINGER производят рулонные пресс-подборщики серии PELIKAN и ROLLPROFI с комбинированными системами прессования. Цепочно-планчатый транспортер, расположенный в задней части пресс-камеры, начинает скатывать травяную массу в рулон значительно раньше, в результате этого ядро рулона получается более плотным, а роликовый прессующий контур в передней части камеры обеспечивает формируемому рулону необходимую форму и создает высокую плотность прессования массы в конце процесса.

Учеными Великолукской государственной сельскохозяйственной академии разработана оригинальная конструкция прессовальной камеры для рулонного пресс-подборщика с цепочно-роликовым прессовальным контуром (рис. 2).

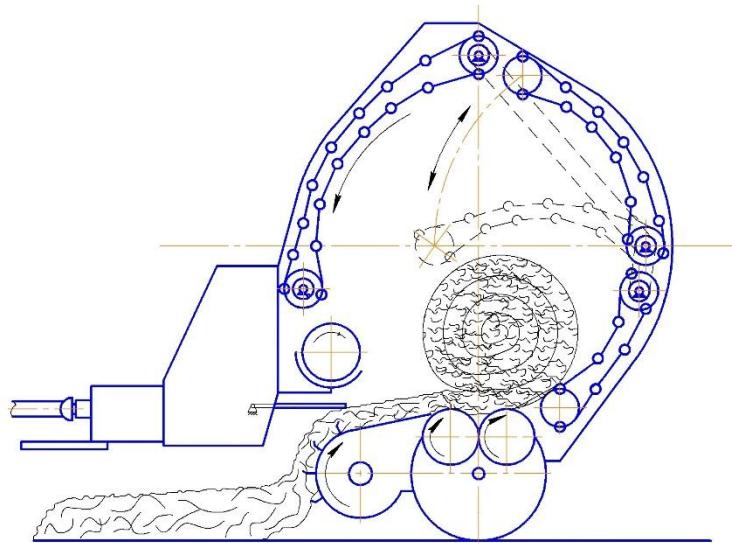


Рис. 2. Схема модернизированного пресс-подборщика с цепочно-роликовым прессовальным контуром

Модернизированная прессовальная камера машины состоит из трех цепочно-планчатых транспортеров, один из которых расположен в ее передней

части, а два других (верхний и нижний) находятся в задней части пресс-камеры. Нижние ветви транспортеров движутся в одном направлении. Верхний

транспортер задней части прессовальной камеры может перемещаться вокруг нижнего ведущего вальца и частично смешен к центру. В результате такой конструкции вращение рулона в камере начинается раньше, и значительно раньше начинается процесс уплотнения прессуемой массы.

Выводы. Проведя анализ основных направлений по повышению качества заготовляемого сенажного корма, можно сделать вывод, что решение этой проблемы является сложной задачей, решить которую возможно только на основе комплексного подхода. Здесь важны все этапы логистической цепи кормопроизводства, начиная от закладки травостоев и ухода за ними до обоснования технологического и технического обеспечения процессов кормозаготовки с учетом природно-климатических особенностей регионов. Немаловажная роль в этом принадлежит направлению по совершенствованию конструкции кормоуборочных машин.

Одной из ключевых машин в технологии «сенаж в упаковке» являются рулонные пресс-подборщики, от качества выполнения ими процесса прессования зависит в значительной степени конечное качество получаемого корма. В связи с чем проведение дальнейших исследований по совершенствованию конструкции пресс-подборщиков и разработке новых технических решений для их модернизации является сегодня актуальной задачей.

Литература

1. Булатов А.П. Кормовая база современного животноводства. – Курган, 2002. – 202 с.
2. Кокунова И.В., Жуков А.А., Смирнов Е.В. Перспективы создания логистических систем в кормопроизводстве // Изв. Великолукской гос. с.-х. академии. – 2017. – № 1. – С. 62–68.
3. Тайны молочных рек: практ. пособие. Т. 1. Корма и кормление // под общ. ред. А.М. Лапотко. – Орел: Новое время, 2015. – 536 с.
4. Кокунова И.В., Стречень М.В., Ружьев В.А. Особенности заготовки высококачественных травяных кормов в природно-климатических условиях Северо-Запада России // Изв. Санкт-Петербург. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 36. – С. 230–236.
5. Чепелев Н.И. Резервы заготовки кормов на пойменных лугах Енисейского Севера // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 8. – С. 49–54.
6. Кокунова И.В., Смирнов Е.В. Повышение плотности и равномерности прессования сенажных рулонов // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава. Ч. 1. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2016. – С. 395–398.
7. Иоффе В.Б. Корма и молоко. – Молодечно: Победа, 2002. – 231 с.
8. Кокунова И.В., Куренков А.Г., Волошин Ю.И. Увеличение плотности и равномерности прессования рулона // Сельский механизатор. – 2009. – № 7. – С. 7.

Literatura

1. Bulatov A.P. Kormovaja baza sovremenennogo zhivotnovodstva. – Kurgan, 2002. – 202 s.
2. Kokunova I.V., Zhukov A.A., Smirnov E.V. Perspektivy sozdanija logisticheskikh sistem v kormoproizvodstve // Izv. Velikolukskoj gos. s.-h. akademii. – 2017. – № 1. – S. 62–68.
3. Tajny molochnyh rek: prakt. posobie. T. 1. Korma i kormlenie // pod obshh. red. A.M. Lapotko. – Orel: Novoe vremja, 2015. – 536 s.
4. Kokunova I.V., Strechen' M.V., Ruzh'ev V.A. Osobennosti zagotovki vysokokachestvennyh travjanyh kormov v prirodno-klimaticheskikh uslovijah Severo-Zapada Rossii // Izv. Sankt-Peterburg. gos. agrar. un-ta. – 2014. – № 36. – S. 230–236.
5. Chepelev N.I. Rezervy zagotovki kormov na pojmennyh lugah Enisejskogo Severa // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 8. – S. 49–54.
6. Kokunova I.V., Smirnov E.V. Povyshenie plotnosti i ravnomernosti pressovanija senazhnyh rulonov // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v uslovijah importozameshhenija: sb. nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava. Ch. 1. – SPb.: Izd-vo SPbGAU, 2016. – S. 395–398.
7. Ioffe V.B. Korma i moloko. – Molodechno: Pobeda, 2002. – 231 s.
8. Kokunova I.V., Kurenkov A.G., Voloshin Ju.I. Uvelichenie plotnosti i ravnomernosti pressovanija rulona // Sel'skij mehanizator. – 2009. – № 7. – S. 7.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВОГО ФОНДА ЗЕМЛЯНИКИ ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ
И АНТИОКСИДАНТНОЙ ЦЕННОСТИ ПЛОДОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА*

M.Yu. Akimov, Ye.V. Zhabanova,
I.V. Lukiyanchuk, A.S. Lyzhin, A.M. Mironov

THE CHARACTERISATION OF STRAWBERRY VARIETY POOL ON CHEMICAL COMPOSITION
AND ANTIOXIDANT VALUES OF FRUIT UNDER CONDITIONS OF CENTRAL CHERNOZYOM REGION

Акимов М.Ю. – канд. с.-х. наук, директор Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: info@fnc-mich.ru

Жбанова Е.В. – д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. биохимии и пищевых технологий Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: shbanovak@yandex.ru

Лукьянчук И.В. – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. частной генетики и селекции Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: irina.lk2011@yandex.ru

Лыжин А.С. – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. геномных технологий и стрессоустойчивости Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru

Миронов А.М. – вед. специалист отдела научного развития инфраструктуры наукограда Дирекции по реализации Программы развития г. Мичуринска как наукограда РФ, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: naukograd-michurinsk@yandex.ru

Цель исследования – обобщение результатов многолетнего изучения химического состава и антиоксидантной ценности плодов генетической коллекции сортов земляники в условиях Центрального Черноземья. Объектами исследования служили сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина (Ласточка, Памяти Зубова, Привлекательная, Урожайная ЦГП, Фейерверк, Флора, Яркая), интродуцированные сорта отечественной (Кокинская заря, Царица, Купчиха, Фестивальная) и зарубежной селекции (Барлидаун, Вима Тарда, Вима Кимберли, Корона, Ред Гонтлет). Анализы плодов на биохимический состав проводились согласно общепринятым методикам, предстаевленным в руководствах: «Методы биохимического исследования растений» (1987); «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999); «Руководство контроля качества и безопасности биологически активных добавок к

Akimov M. Yu. – Cand Agr. Sci., Director, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: info@fnc-mich.ru

Zhabanova E.V. – Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Biochemistry and Food Technologies, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: shbanovak@yandex.ru

Lukiyanchuk I.V. – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Private Genetics and Selection, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: irina.lk2011@yandex.ru

Lyzhin A.S. – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Genomic Technologies and Stress Resistance, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru

Mironov A.M. – Leading Specialist, Department of Scientific Development of Infrastructure of Science City, Management in Implementation of the Program of the Development of Michurinsk as Science City of the RF, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: naukograd-michurinsk@yandex.ru

пище» (2004). Определение суммарного содержания антиоксидантов проводилось на жидкостном хроматографе «Цвет-Язва 01-АА» в пересчете на галловую кислоту. Показаны пределы варьирования содержания основных пищевых и биологически активных компонентов: растворимых сухих веществ – 9,0–13,9 %; суммы сахаров – 6,3–10,3 %; титруемых кислот – 0,69–1,28 %; pH сока – 3,1–3,8; аскорбиновой кислоты – 48,4–101,4 мг/100 г; антоцианов – 34,7–112,2 мг/100 г, суммарного содержания антиоксидантов – 29,7–62,5 мг/100 г. Наибольшим сахарокислотным индексом (от 11,3 до 13,8), во многом определяющим вкусовые достоинства плодов, обладали сорта Ласточка, Кокинская заря, Купчиха. Сорта земляники селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина Привлекательная и Памяти Зубова характеризовались комплексным повышенным накоплением витамина С (88,2 и 79,8 мг/100 г соответственно), антоцианов (87,6 и 96,9 мг/100 г соответственно), а также высо-

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тамбовской области в рамках научного проекта №18-416-680002.

кой суммарной антиоксидантной активностью плодов (60,7 и 62,5 мг/100 г соответственно). Сорта с высоким содержанием биохимических соединений, выделенные как по отдельным показателям, так и по комплексу признаков, могут служить источниками в дальнейшей селекционной работе, направленной на качество и улучшенный химический состав плодов. Из них особое внимание заслуживают сорта Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Памяти Зубова.

Ключевые слова: *Fragaria × ananassa Duch.*, сорта, биохимический состав, аскорбиновая кислота, антоцианы, антиоксидантная активность.

The purpose of the study was the generalization of the results of long term studying of chemical composition and antioxidant value of strawberry fruit from genetic pool in the conditions of the Central Chernozym Region. Among the objects of investigations there were the varieties of I.V. Michurin FSC selection (Lastochka, Pamyati Zubova, Privlakatel'naya, Urozhaynaya CGL, Feyerwerk, Flora, Yarkaya) and introduced domestic varieties (Kokinskaya zarya, Tsaritsa, Kupchikha, Festivalnaya) and foreign varieties (Barlidaun, Vima Tarda, Vima Kimberly, Korona, Red Gauntlet). The analyses of fruit for biochemical composition were carried out according to conventional methods in the manuals: "Methods of biochemical research of plants" (1987); "Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops" (1999); "Manual on methods of quality control and safety of biologically active additives in food" (2004). The definition of total content of antioxidants was carried out on liquid chromatograph "Tsvet-Yauza 01-AA" in recalculation for gallic acid. Content variation limits of basic nutrient and biologically active components have been shown: soluble solids – 9.0–13.9 %, total sugars – 6.3–10.3 %, titrable acids – 0.69–1.28 %, juice pH – 3.1–3.8, ascorbic acid – 48.4–101.4 mg/100g, anthocyanins – 34.7–112.2 mg/100 g, total antioxidants contents – 29.7–62.5 mg/100 g. The highest sugar acid index (11.3 up to 13.8) which mainly determined the taste advantages of fruit was in Lastochka, Kokinskaya zarya, Kupchikha varieties. I.V. Michurin FSC's varieties Privlakatel'naya and Pamyati Zubova were characterized by integratedly higher accumulation of vitamin C (88.2 and 79.8 mg/100 g respectively), anthocyanins (87.6 and 96.9 mg/100g respectively), total content of antioxidants (60.7 and 62.5 mg/100g respectively). The varieties with high biochemical compounds were singled out both by definite indices and the complex of signs, thus they could be considered as the sources in further selection process, which could provide fruit quality and improved chemical composition of fruit. Special attention is de-

served by the varieties Privlakatel'naya, Urozhaynaya CGL, Fireworks, Pamyati Zubova from them.

Keywords: *Fragaria × ananassa Duch.*, varieties, biochemical structure, ascorbic acid, anthocyanins, antioxidant activity.

Введение. Земляника садовая – *Fragaria × ananassa Duch.* – одна из ценнейших и популярных ягодных культур во всем мире. Ее выращивают в 73 странах – в Северной и Южной Америке, Европе, Азии, Африке и Австралии [1–3]. В 2016 г. в мире было произведено 9,1 млн т плодов земляники. Лидирующие позиции среди стран-производителей земляники занимает Китай (3,8 млн т, т. е. 41,7 % общемирового производства). Второе место по данному показателю занимают Соединенные Штаты Америки (1,4 млн т). В России в 2016 г. валовый сбор плодов земляники составил 197,5 тыс. т (2,2 % мирового производства) [4].

Рентабельность возделывания земляники садовой определяется соотношением многих факторов, из которых важнейшим на сегодняшний день является величина урожая. Значительное влияние на формирование коммерческой ценности сорта оказывают также такие показатели, как крупноплодность, плотность, ценный биохимический состав плодов. На сегодняшний день, чтобы успешно конкурировать с ежегодно ввозимыми новыми интродуцированными сортами, современные сорта земляники отечественной селекции должны обладать параметрами качества не ниже европейских и американских. Ярко-красный цвет плодов земляники, обусловленный наличием антоцианов, служит одной из первонаучальных привлекательных черт для потребителей при оценке качества. Земляника темно-красного цвета с очень высоким содержанием антоцианов, а также растворимых сухих веществ, востребована как на рынке свежих фруктов, так и для перерабатывающей промышленности [2, 5]. В последнее время земляника рассматривается как «функциональная пища» в связи с профилактическими и терапевтическими медицинскими выгодами, связанными с потреблением ее плодов в качестве средства против воспалительных процессов, окислительного стресса, сердечно-сосудистых заболеваний, некоторых видов рака, диабета 2-го типа, ожирения и нейродегенеративных заболеваний [6–7]. Плоды земляники – богатый источник фитохимических соединений: витамина С, фолиевой кислоты, полифенольных веществ (антоцианы, катехины, флавонолы, фенольные кислоты) и других соединений антиоксидантного комплекса [8].

Цель исследования: оценка сортов земляники генетической коллекции ФНЦ им. И.В. Мичурина по химическому составу и антиоксидантной ценности плодов в условиях ЦЧР (Мичуринск).

В задачи исследования входило определение в условиях ЦЧР интервалов накопления в плодах земляники основных пищевых и биологически активных компонентов и выделение ценных генотипов – источников высокого их содержания, отличающихся также высокой суммарной антиоксидантной активностью плодов.

Объекты, методы и результаты исследования. Объектами исследования служили плоды перспективных сортов генетической коллекции земляники, созданной и собранной в лаборатории частной генетики и селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», включающей сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина (Ласточка, Памяти Зубова, Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Флора, Яркая), интродуцированные сорта отечественной (Кокинская заря, Царица, Купчиха, Фестивальная) и зарубежной (Барлидаун, Вима Тарда, Вима Кимберли, Корона, Ред Гонтлет) селекции. Биохимические анализы плодов проводились согласно стандартным методикам: содержание растворимых сухих веществ – рефрактометрически, суммы сахаров – по методу Бертрана, органических кислот – титрованием вытяжек 0,1 н. NaOH с последующим пересчетом на яблочную кислоту, определение активной кислотности сока плодов – методом pH-метрии, аскорбиновой кислоты (АК) – йодометрическим методом, антоцианов – методом pH-дифференциальной спектрофотометрии, суммарное содержание антиоксидантов (ССА) – на жидкостном хроматографе «Цвет-Язва 01-АА» в пересчете на галловую кислоту [15–17].

Отмечены значительные различия между сортами земляники по накоплению в плодах основных биохимических компонентов (табл.). Содержание растворимых сухих веществ за период исследований варьировало от 9,0 до 13,9 %; суммы сахаров – от 6,3 до 10,3 % при среднем их значении по сортам 11,5 и 8,4 % соответственно. Повышенное накопление сахаров отмечено у сортов Кокинская заря, Купчиха, Привлекательная, Флора, Ласточка. Титруемая кислотность плодов у исследованных форм составила в среднем 0,97 % и варьировала в различные годы исследований от 0,69 до 1,28 %. Низкую кислотность имели сорта Ласточка и Фейерверк (0,69 и 0,79 % соответственно). Наибольшим сахарокислотным индексом (от 11,3 до 13,8), во многом определяющим вкусовые достоинства плодов, характеризовались сорта Кокинская заря, Купчиха, Ласточка; pH сока плодов земляники изменялся в пределах от 3,1 (Барлидаун) до 3,8 (Ласточка). За период исследования содержание аскорбиновой кислоты в плодах земляники варьировало от 48,4 до 101,4 мг/100 г при среднем значении 70,0 мг/100 г. По накоплению аскорбиновой кислоты (свыше 80,0 мг/100 г) выделены сорта Привлекательная, Кокинская заря. В темно-окрашенных плодах изучаемой коллекции сортов максимальное содержание антоцианов достигало 112,2 мг/100 г (Фейерверк). Значительную ценность по данному признаку представляют также сорта Памяти Зубова (96,9 мг/100 г), Привлекательная (87,6 мг/100 г), Флора (78,4 мг/100 г).

Химический состав плодов земляники (2015–2018 гг.)

Сорт	РСВ, %	Сахара (сумма), %	Титр. к-ть, %	Сахар/кислота	pH	АК, мг/100 г	Антоцианы, мг/100 г	ССА, мг/100 г
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Барлидаун	9,9	7,0	0,99	7,1	3,1	48,4	46,2	56,5
Вима Тарда	10,9	8,3	0,95	8,7	3,5	73,1	59,4	47,9
Вима Кимберли	11,0	8,9	0,98	9,1	3,3	69,1	41,8	44,2
Корона	11,9	8,2	1,04	7,9	3,4	65,8	49,0	32,5
Кокинская заря	13,2	10,0	0,83	12,0	3,5	101,4	55,5	30,1
Купчиха	13,7	9,9	0,88	11,3	3,4	81,9	55,6	36,0
Ласточка	12,6	9,5	0,69	13,8	3,8	59,1	51,5	50,1
Памяти Зубова	9,7	6,5	0,94	6,9	3,5	79,8	96,9	62,5
Привлекательная	12,7	9,4	1,01	9,3	3,4	88,2	87,6	60,7
Ред Гонтлет	10,4	7,2	0,97	7,4	3,2	70,6	34,7	51,8

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайная ЦГЛ	11,8	8,7	1,11	7,8	3,4	65,2	37,0	51,4
Фейерверк	9,6	7,0	0,79	8,9	3,6	53,4	112,2	55,5
Фестивальная	9,0	6,3	1,28	4,9	3,2	67,1	42,4	50,4
Флора	13,9	10,3	0,95	10,8	3,4	67,3	78,4	43,7
Царица	11,4	7,8	0,93	8,4	3,4	66,3	70,6	29,7
Яркая	12,1	8,8	1,15	7,7	3,4	63,2	41,7	32,0
Среднее (x)	11,5	8,4	0,97	8,9	3,4	70,0	60,0	45,9
Стандартная ошибка S _(x)	0,38	0,32	0,04	0,55	0,04	3,26	5,73	2,74
Интервалы варьирования (мин.-макс.)	9,0- 13,9	6,3- 10,3	0,69- 1,28	4,9-13,8	3,1- 3,8	48,4- 101,4	34,7- 112,2	29,7- 62,5

Суммарное содержание антиоксидантов при среднем значении 45,9 мг/100 г изменялось у исследованных сортов в пределах 29,7–62,5 мг/100 г, т. е. различия были более чем двукратные. Высокий уровень антиоксидантной активности отмечен у сортов селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина: Фейерверк (55,5 мг/100 г), Привлекательная (60,7 мг/100 г), Памяти Зубова (62,5 мг/100 г).

Выходы. В результате проведенных многолетних исследований генетической коллекции земляники по химическому составу плодов выделены перспективные сорта с высоким накоплением питательных и биологически активных веществ: Привлекательная, Памяти Зубова, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк. Указанные генотипы обладают высококачественными плодами, пригодными как для свежего потребления, так и для переработки, и являются ценными источниками для дальнейшей селекционной работы на улучшенный химический состав.

Литература

1. Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В., Лыжин А.С. Возможности селекционного улучшения параметров биохимического состава плодов земляники // Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Н.И. Савельева. – Воронеж: Квarta, 2017. – С. 111–119.
2. Zhao Y. Berry fruit: Value added products for health promotion. CRC Press Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, FL. 2007. – 430 р.
3. Савинич Е.А., Мистратова Н.А. Оценка агробиологических признаков сортов земляники в условиях Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 4. – С. 11–16.
4. FAOSTAT. – URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата обращения: 02.10.2018).
5. Chandler C.K., Herrington M., Slade A. Effect of harvest date on soluble solids and titratable acidity in fruit of strawberry grown in a winter, annual hill production system // XXVI International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century. – Р. 345–346.
6. High-anthocyanin strawberries through cultivar selection / C.H. Fredericks [et al.] // J. Sci. Food Agric., 2013. – Vol. 93. – Р. 846–852.
7. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health / F. Giampieri [et al.] // Nutrition, 2012. – Vol. 28. – Р. 9–19.
8. Assessment of the differences in the phenolic composition and colorcharacteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC-MS and Imaging Tristimulus Colorimetry / R. Fernández-Lara [et al.] // Food Res. Int., 2015. – Vol. 76. – Р. 645–653.
9. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
11. Руководство контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище / Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – М., 2004. – 240 с.

Literatura

1. Zhanova E.V., Luk'janchuk I.V., Lyzhin A.S. Vozmozhnosti selektsionnogo uluchsheniya parametrov biohimicheskogo sostava plodov zemlyaniki // Geneticheskie osnovy selekcii sel'skohozajstvennyh kul'tur: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. pamjati N.I. Savel'eva. – Voronezh: Kvarta, 2017. – S. 111–119.
2. Zhao Y. Berry fruit: Value added products for health promotion. CRC Press Taylor and Francis Group, LLC, Boca Raton, FL. 2007. – 430 p.
3. Savinich E.A., Mistratova N.A. Ocenka agrobiologicheskikh prizna-kov sortov zemlyaniki v uslovijah Krasnojarskoj lesostepi // Vestn. KrasGAU. – 2018. – № 4. – S. 11–16.
4. FAOSTAT. – URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (data obrashchenija: 02.10.2018).
5. Chandler C.K., Herrington M., Slade A. Effect of harvest date on soluble solids and titratable acidity

- in fruit of strawberry grown in a winter, annual hill production system // XXVI International Horticultural Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century. – P. 345–346.
6. High-anthocyanin strawberries through cultivar selection / C.H. Fredericks [et al.] // J. Sci. Food Agric., 2013. – Vol. 93. – P. 846–852.
 7. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health / F. Giampieri [et al.] // Nutrition, 2012. – Vol. 28. – P. 9–19.
 8. Assessment of the differences in the phenolic composition and color-characteristics of new strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars by HPLC-MS and Imaging Tristimulus Colorimetry / R. Fernández-Lara [et al.] // Food Res. Int., 2015. – Vol. 76. – P. 645–653.
 9. Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij / pod red. A.I. Ermakova. – L.: Agropromizdat. Leningr. otd-nie, 1987. – 430 s.
 10. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogo'covoj. – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. – 608 s.
 11. Rukovodstvo kontrolja kachestva i bezopasnosti biologicheski ak-tivnyh dobavok k pishhe / Feder. centr gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii. – M., 2004. – 240 s.

УДК 631.8

**E.Н. Наквасина, Е.М. Романов, Е.Н. Шабанова,
Е.Н. Косарева, О.Д. Кононов**

**ПРИМЕНЕНИЕ САПОНИТ-СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ***

**E.N. Nakvasina, E.M. Romanov, E.N. Shabanova,
E.N. Kosareva, O.D. Kononov**

**THE USE OF SAPONITE-CONTAINING MATERIALS AS MINERAL FERTILIZERS AT THE CULTIVATION
OF POTATOES IN ARKHANGELSK REGION**

Наквасина Е.Н. – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: nakvasina@yandex.ru

Романов Е.М. – начальник отдела мониторинга плодородия земель станции агрохимической службы «Архангельская», асп. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Шабанова Е.Н. – гл. агрохимик станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Косарева Е.Н. – канд. хим. наук, зам. директора станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Кононов О.Д. – д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, председатель Архангельского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Nakvasina E.N. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: nakvasina@yandex.ru

Romanov E.M. – Head, Department of Monitoring of Fertility of Lands of Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Post-Graduate Student, Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Shabanova E.N. – Chief Agrochemist, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Kosareva E.N. – Cand. Chem. Sci., Deputy-Director, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

Kononov O.D. – Dr. Agr. Sci., Corr. RAS, Chairman, Arkhangelsk Branch, IPO "V.V. Dokuchaev Society of Soil Scientists", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru

*Авторы благодарят ПАО «Севералмаз» за материальную поддержку постановки экспериментов и публикации материалов исследования.

Цель исследования – изучение влияния сапонит-содержащих побочных продуктов хвостов обогащения, полученных в результате переработки кимберлитовых пород на алмазном месторождении им. М.В. Ломоносова, на свойства почв и урожай картофеля на аллювиальных почвах в Архангельской области. Опыт по изучению влияния сапонита в качестве минерального удобрения заложен в 2017 г. совместно ПАО «Севералмаз» и ФГБУ Станция агрохимической службы «Архангельская» на производственном участке СПК «Племзавод Холмогорский» Холмогорского района Архангельской области. Для закладки полевого опыта был выбран участок с пойменной дерново-глееватой почвой, супесчаной по гранулометрическому составу, сформировавшейся на современных аллювиальных песчаных отложениях. Установлено, что при внесении в почву при выращивании сельскохозяйственной продукции сапонит-содержащие материалы оказывают влияние на свойства почвы и урожайность культур. На характер проявления их почвоулучшающих свойств влияют погодные условия, исходные свойства почвы, доза внесения глинистых материалов. На нейтральных почвах дополнительного подщелачивания не происходит. Наиболее заметные проявления в изменении плодородия почв сказываются на уровне содержания подвижного калия (до 12 %) и органического вещества. По вариантам опытов прирост органического вещества в почве составил 17,4–0,9 %, причем с увеличением дозы внесения сапонит-содержащих материалов накопление органического вещества снижалось. Прибавка урожая картофеля при внесении сапонит-содержащих материалов составила 9–18 ц/га. Применение сапонита в дозах выше 7 т/га снизило содержание нитратов в клубнях на 18–33 %.

Ключевые слова: сапонит-содержащие материалы, почва, урожай, картофель.

The research objective was studying the influence of saponite-containing by-products of the tails of enrichment received as a result of processing of kimberlite rocks on Diamond Deposit named after M.V. Lomonosov on the properties of soils and the crop of potatoes on alluvial soils in Arkhangelsk Region. The experiment on studying the influence of saponite as mineral fertilizer was made in 2017 together by PC "Severalmaz" and FSBI Station of agrochemical service "Arkhangelskaya" on the production site of SEC "Breeding Farm Holmogorsky" of Holmogorsky area, Arkhangelsk Region. To lay out field experiment, the site with floodplain sod and gley soil, sandy loamy, formed on modern alluvial sandy sediments, was chosen. It was established that when adding into the soil at cultivation of agricultur-

al production saponite-containing materials had impact on the properties of soil and productivity of cultures. The nature of manifestation of their soil-improving properties was influenced by weather conditions, initial properties of the soil, the dose of introduction of clay materials. On neutral soils additional alkalinizing did not occur. The most noticeable manifestations in the change of soils fertility affected the level of the content of mobile potassium (up to 12 %) and organic substance. By options of the experiments the gain of organic substance in the soil made 17.4–0.9 %, and with the increase in the dose of introduction of saponite-containing materials the accumulation of organic substance decreased. Potatoes crop increase at introduction of saponite-containing materials made 9–18 c/hectare. The application of saponite in the doses higher than 7 t/hectare lowered the content of nitrates in tubers by 18–33 %.

Keywords: saponite-containing materials, soil, crop, potatoes.

Введение. Особенностью алмазного месторождения им. М.В. Ломоносова (Архангельская область) является высокое содержание в составе кимберлитовых пород минералов группы смектитов, идентифицируемых как сапонит. Побочная продукция, получаемая при переработке алмазосодержащих кимберлитовых пород на обогатительной фабрике по добыче алмазов, представлена глинистыми минералами, находящимися в виде геля в дисперсной среде. В минералогическом составе глин прудковой части хвостохранилища доля сапонит-содержащих материалов (сапонита) достигает 70 %. Общие запасы сапонита только на трубке Архангельская составляют 68 млн т [1, 2].

Встает вопрос о возможности их практического применения, что позволило бы решить экологические проблемы при складировании и хранении больших объемов побочной продукции, которая будет накапливаться при разработке следующих алмазоносных трубок.

В настоящее время сапонит считают сырьем XXI века. Он широко применяется в различных отраслях промышленности [1, 3, 4]. Используют сапонит для производства силикатных строительных материалов [2, 5], гидроизоляции при обустройстве полигонов хранения ТБО [6] и радиоактивных могильников [7, 8], фильтрации сточных вод [9], а также в медицине и курортном деле [10].

Проводятся исследования и по использованию сапонитовых глин в сельском хозяйстве. По мнению ряда авторов [11, 3, 4], они могут быть использованы как минеральные добавки к кормам и удобрениям, для детоксикации грунтов, как наполнители и гранулянты и др. Исследования показывают возможность применения подобных глинистых минера-

лов для сорбции гербицидов и пестицидов, вносимых в почву, а также тяжелых металлов [12–14].

Сапонит по своим свойствам отличается от других глинистых минералов, его относят к высокодисперсным сильно набухающим глинам. Особые свойства сапонит-содержащих побочных продуктов обогащения связаны с размером частиц менее 1 мкм, свойствами и строением минерала. Особыми свойствами сапонит обладает по отношению к воде, которая содержится в минерале в различных формах (свободная, легкоотделяемая и связанная) и накапливается в межпакетных пространствах [15]. В результате это обеспечивает не только высокую влагопоглощательную и водоудерживающую способности сапонит-содержащих материалов, но и вызывает набухание минеральных частиц более чем в 3 раза [16]. Сапонит обладает также высокой сорбционной способностью и катионообменной емкостью [15]. Именно эти свойства и вызывают подщелачивание почв при внесении сапонит-содержащих материалов, что было отмечено нами при изучении субстратов на основе торфа с добавлением сапонит-содержащих хвостов обогащения [17].

Испытание сапонит-содержащих побочных продуктов алмазного месторождения им. М.В. Ломоносова показало возможность их применения для подготовки субстратов на основе торфа и обезвоженного активного ила, которые могут использоваться при проведении рекультивационных работ [18, 17].

Цель исследования: изучение влияния сапонит-содержащих побочных продуктов хвостов обогащения, полученных в результате переработки кимберлитовых пород на алмазном месторождении им. М.В. Ломоносова, на свойства почв и урожай картофеля на аллювиальных почвах в Архангельской области.

Условия, методика проведения и объект исследования. Отбор проб сапонит-содержащих материалов на определение минерального состава проводился на обогатительной фабрике непосредственно из пульпы, направляемой в хвостохранилище (из сливов классификаторов).

Сапонит – мыльный камень, минерал из подкласса сплоистых силикатов, группы монтмориллонита; химический состав $\text{NaMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$. В виде изоморфной примеси содержит Fe, иногда Cr, а также Ni, Zn, Cu, Li и др. Образуется при выветривании темноцветных (магниевых) минералов ультраосновных пород (серпентинитов). Обладает свойствами бентонитов [19]. Согласно протоколу испытаний, проведенных в испытательной лаборатории САС «Архангельская», сапонит, полученный при переработке алмазоносных пород в Архангельской области, имеет водородный показатель pH 7,8; содержит 2 900 мг/кг подвижного фосфора, 350 мг/кг

подвижного калия и 5,6 мг/кг кальция. Присутствуют также химические элементы из группы тяжелых металлов в подвижной форме: медь – 0,18 мг/кг; цинк – 0,24; никель – 4,4; свинец – 5,0 мг/кг и др., не превышающие по содержанию ПДК. Массовая доля влаги в хвостах обогащения составила 76 %.

Опыт по изучению влияния сапонита в качестве минерального удобрения заложен в 2017 г. совместно ПАО «Севералмаз» и ФГБУ Станция агрохимической службы «Архангельская» на производственном участке СПК «Племзавод Холмогорский» Холмогорского района Архангельской области. Для закладки полевого опыта был выбран участок с пойменной дерново-глееватой почвой, супесчаной по гранулометрическому составу, сформировавшейся на современных аллювиальных песчаных отложениях.

Климат Холмогорского района умеренно континентальный, с частой сменой воздушных масс. Со стороны Атлантического океана нередко вторгаются циклоны, которые приносят с собой пасмурную погоду с осадками – прохладную летом и теплую зимой. В начале лета нередко бывают заморозки в воздухе и на земной поверхности. Изотермы самого теплого летнего месяца июля колеблются от +15 до +16 °C. Среднее годовое количество осадков составляет от 650 мм. Больше осадков выпадает в теплый период года, летом преимущественно ливневого характера, осенью преобладают обложные дожди. Воздух влажный во все сезоны года.

Весенне-летний период года постановки эксперимента отличался от средней многолетней климатической нормы. По данным ФГБУ Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [20], в 2017 г. на всей территории области был характерен недостаток тепла и избыток влаги, что сдерживало рост и развитие сельскохозяйственных культур и препятствовало проведению полевых работ. Средние месячные температуры в июне и августе были ниже нормы на 1,6–2,8 °C, и только в самый теплый месяц (июль) превышали среднюю многолетнюю норму на 0,1–3,4 °C. Сумма активных температур воздуха выше +10 °C все летние месяцы была ниже многолетней нормы на 31–254 °C. В течение летних месяцев выпадало много дождей, в том числе ливневых. В результате количество осадков превышало среднюю многолетнюю норму на 59–294 %. Неблагоприятные климатические условия – низкие температуры воздуха и частые дожди обусловили необычно позднюю посадку картофеля (21 июня).

В качестве посевного материала использовался картофель сорта Невский, который относится к среднепоздним сортам, отличается хорошими клубнеобразованием (10–15 клубней на кусте) и урожайностью (35–50 т/га).

Опыт закладывали на делянках 3×6 м в 4 повторностях в следующих вариантах: контроль; доза сапонита – 12 т/га; доза сапонита – 9,7 т/га; доза сапонита – 7,3 т/га; доза сапонита – 3,6 т/га.

Доза для внесения необходимого объема сапонита рассчитывалась на сухое вещество, согласно содержанию массовой доли влаги в сапоните. Таким образом, норма внесения сапонита на делянку составила по вариантам: 99; 80; 60; 30 л, или в пересчете на сухой сапонит: 21,6; 17,5; 13,1 и 6,5 кг соответственно. Необходимый для внесения на каждую делянку объем сапонита измерялся при помощи мерных сосудов. Внесение сапонита производилось вручную, при равномерном распределении всего объема по площади делянки, согласно схеме опыта.

После внесения удобрений проведено боронование почвы. Посадка производилась механизировано при помощи картофелесажалки навесной, ширина междуурядья – 0,75 м, расстояние между лунками – 70 см. Таким образом, на каждой делянке было расположено 4 ряда картофеля с 8 клубнями. На каждой делянке (повторности) высаживали по 64 клубня.

Отбор образцов почвы для проведения агрохимических анализов проводился перед внесением сапонита и после уборки урожая с каждой делянки/повторности опытного участка. Химические испытания почвенных образцов были проведены на базе лаборатории ФГБУ САС «Архангельская». Для анализа использованы усредненные данные четырех повторностей каждого варианта опыта. Для оценки содержания тяжелых металлов была отобрана общая проба со всего опытного участка до внесения в почву сапонита и после уборки урожая.

Поздняя посадка и неблагоприятные условия в 2017 г. задержали развитие растений. Единичные всходы картофеля появились 3 июля, к 15 июля всходы наблюдались на всех опытных участках. Интенсивное нарастание ботвы продолжалось до 22 июля. Сильные продолжительные осадки в третьей декаде июля и первой декаде августа затормозили нарастание ботвы и дальнейшее нормальное развитие картофеля, что повлекло за собой отставание сроков цветения и снижение его интенсивности. Переизбыток влаги от сильных дождей в третьей декаде августа привел к гибели ботвы практически на всех опытных вариантах. При выращивании картофеля проводилось двукратное боронование до всходов согласно агротехническим требованиям и окучивание.

Уборка урожая проведена 21 сентября вручную, при этом в центральной части каждой из делянок, отступив по 1 метру от каждой стороны делянки, отбирали 6 учетных кустов, у которых определяли массу и размеры клубней, а также общий урожай с

куста. Общую урожайность картофеля по вариантам определяли путем взвешивания всех клубней с делянки.

В камеральных условиях определяли pH почвенной среды (ГОСТ 26483-85), содержание подвижных соединений фосфора и калия в почве (ГОСТ Р 54650-2011) и органического вещества (ГОСТ 26213-91), а также нитратов в клубнях картофеля (МУ 5048-89).

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние сапонит-содержащих материалов, вносимых в различных дозах в почву, прежде всего, должно было сказаться на ее свойствах, что и было проанализировано в конце вегетационного периода.

Окультуренные аллювиальные почвы, на которых производилась постановка опытов, перед проведением эксперимента (весна 2017 г.) имели нейтральную кислотность (pH 6,1–6,2), что характерно для этого типа почв [21]. При таких высоких значениях pH существенного подщелачивания почв от внесения глинистых материалов не наблюдалось, в осенний период величина обменной кислотности составила по вариантам опыта от pH 6,0 до 6,1.

В то же время высокая дисперсность и силы поверхности притяжения сапонитов оказали влияние на содержание питательных элементов, в частности подвижных форм фосфора и калия, в почве к концу периода вегетации (рис. 1, 2). Сравнили динамику накопления подвижных форм фосфора и калия относительно контрольного варианта, где сапонит-содержащие материалы не вносили.

Содержание подвижных форм фосфора до внесения сапонит-содержащих материалов составляло по вариантам опыта 240–303 мг/кг, в конце вегетационного периода произошло относительное выравнивание его количества (363–379 мг/кг). По отношению к исходным данным содержания P₂O₅ в почве контрольного варианта величина прироста подвижных форм фосфора при внесении сапонит-содержащих материалов в пределах 3,6–9,7 т/га составила всего 1,6–1,7 %. Только внесение 12 т/га глинистых материалов увеличило содержание в почве подвижных фосфатов на 4,3 %.

В динамике содержания подвижного калия наблюдается другая закономерность: до внесения сапонит-содержащих материалов количество подвижного калия в почве по вариантам опыта составляло 104,8–129 мг/кг, а после уборки урожая увеличилось до 120,8–135,5 мг/кг. Прирост подвижного калия в почвах связан с количеством вносимого глинистого материала. Наибольшее увеличение K₂O (12,2 % по сравнению с контрольным вариантом) наблюдалось при наименьшей в опыте дозе внесения сапонит-содержащих материалов – 3,6 т/га, по мере увеличения количества вносимых глинистых материалов

прирост содержания подвижного калия снижался (см. рис. 2).

Различия в накоплении подвижных форм фосфора и калия при внесении в почву сапонит-содержащих материалов связаны со свойствами и строением сапонитов. Результаты исследований показали высокую сорбционность фосфатов сапонитами и удержание их на поверхности глинистых мате-

риалов, то есть вывод из почвенного раствора [22]. Накопление калия в подвижной форме в почве обусловлено строением сапонитов, в составе которых присутствуют свободные к обмену его катионы (также как и Na^+ и Ca^{2+}), не закрепленные в кристаллической решетке [4]. На кумуляцию калия в почве указывали также [23].

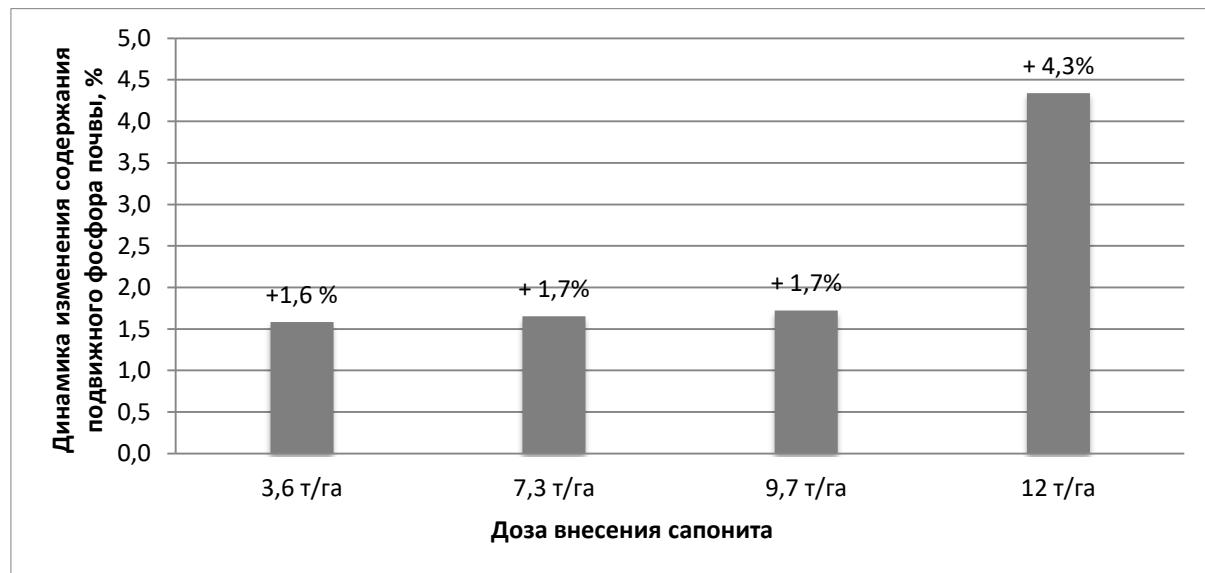


Рис. 1. Изменение содержания подвижного фосфора почвы в вариантах опыта по отношению к содержанию подвижного фосфора в контрольном варианте (без внесения сапонита) после уборки урожая

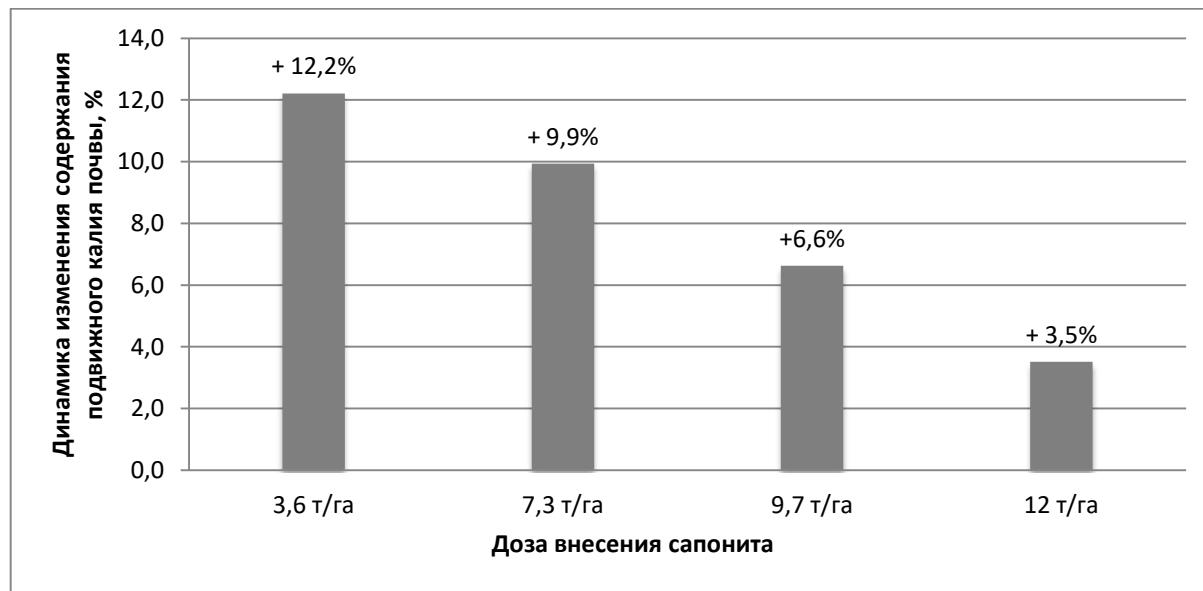


Рис. 2. Изменение содержания подвижного калия почвы в вариантах опыта по отношению к содержанию подвижного калия в контрольном варианте (без внесения сапонита) после уборки урожая

Согласно литературным данным, свойства сапонит-содержащих материалов, вносимых в почву, могут влиять на ее структурообразование (Карпенко, 2009) и закрепление в почве органического вещества

[24]. За вегетационный период на опытном участке наблюдалась тенденция увеличения органического вещества почвы от 2,7–3,2 до 2,9–3,3 %. По вариантам опытов прирост органического вещества в почве

составил 17,4–0,9 % (рис. 3), причем с увеличением дозы внесения сапонит-содержащих материалов накопление органического вещества снижалось. Относительно органической части почвы могло негативно

сказаться такое свойство сапонитов, как высокая водоудерживающая способность, которая в холодный и сырой год могла привести к перенасыщению почвы влагой и замедлить процесс гумусообразования.

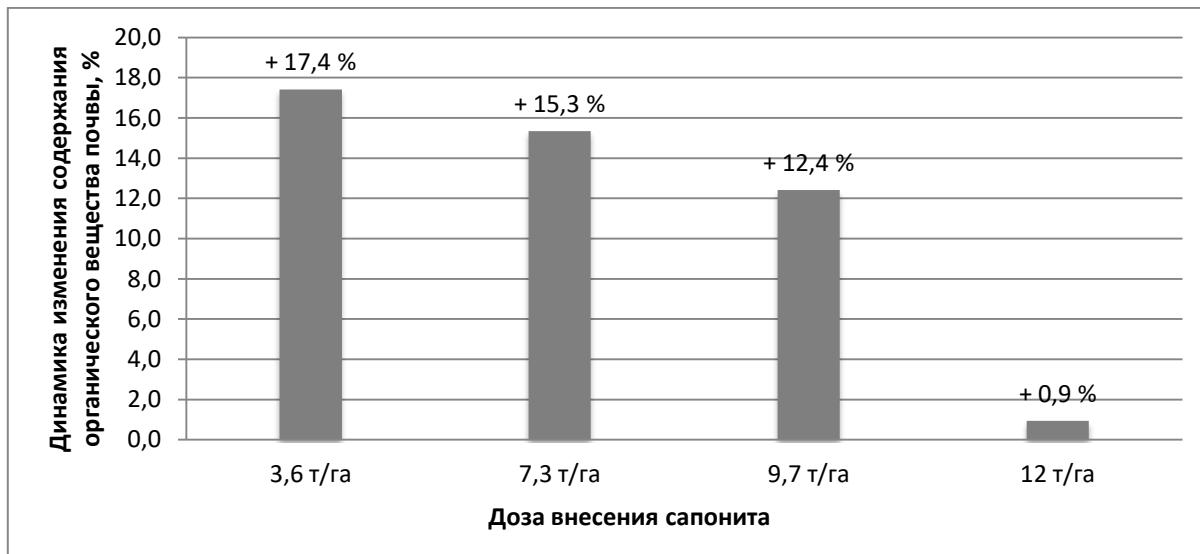


Рис. 3. Изменение содержания органического вещества почвы в вариантах опыта по отношению к содержанию органического вещества в контролльном варианте (без внесения сапонита) после уборки урожая

Изменения в свойствах почв, вызванные внесением сапонит-содержащих материалов, сказались и на урожае картофеля. В нетрадиционный по погодным условиям год с недостатком тепла и избытком влаги в течение вегетационного периода значительных различий по влиянию сапонит-содержащих материалов на формирование продукции не наблюдалось (рис. 4). В первую очередь, на развитии расте-

ний картофеля, образовании и формировании клубней могла сказаться высокая водоудерживающая способность сапонитов, которая привела к переизбытку влаги в почве и снижению продуктивности. В целом прибавка урожая составила 9–18 ц/га. Наиболее заметная прибавка урожая наблюдалась при минимальной дозе внесения сапонит-содержащих материалов (3,6 т/га).

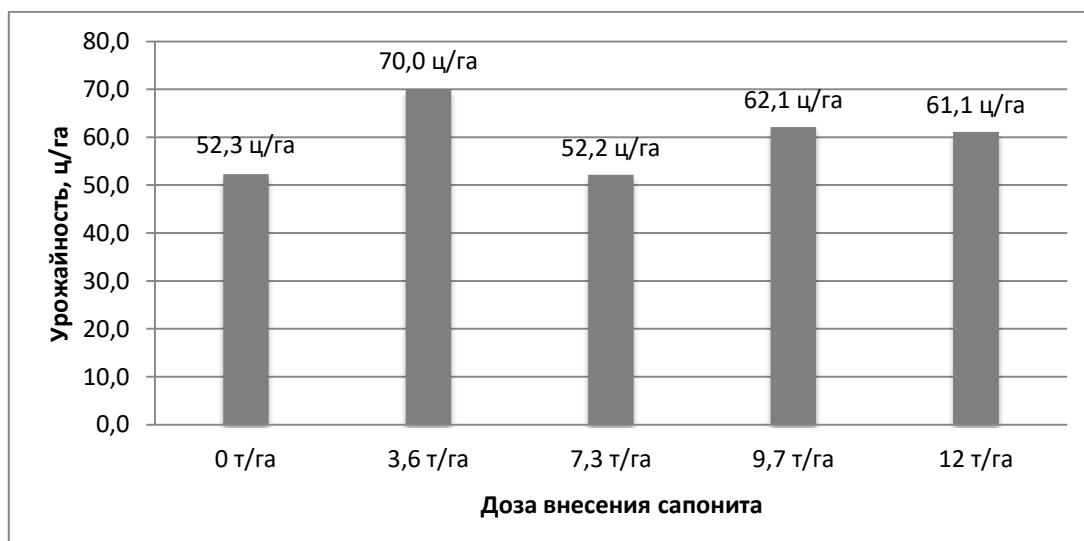


Рис. 4. Урожай картофеля при различных дозах внесения в почву сапонит-содержащих материалов

Провели проверку продукции (клубней картофеля) на содержание нитратов (рис. 5). Наблюдается

некоторое повышение нитратов при минимальной дозе внесения сапонит-содержащих материалов, при

увеличении дозы внесения происходит снижение кумуляции нитратов в клубнях на 18–33 %. Тенденция соизмерима с содержанием органического вещества в

почве (см. рис. 3), что закономерно и связано с кумуляцией, минерализацией органического вещества почвы и соотношением органического углерода и азота.

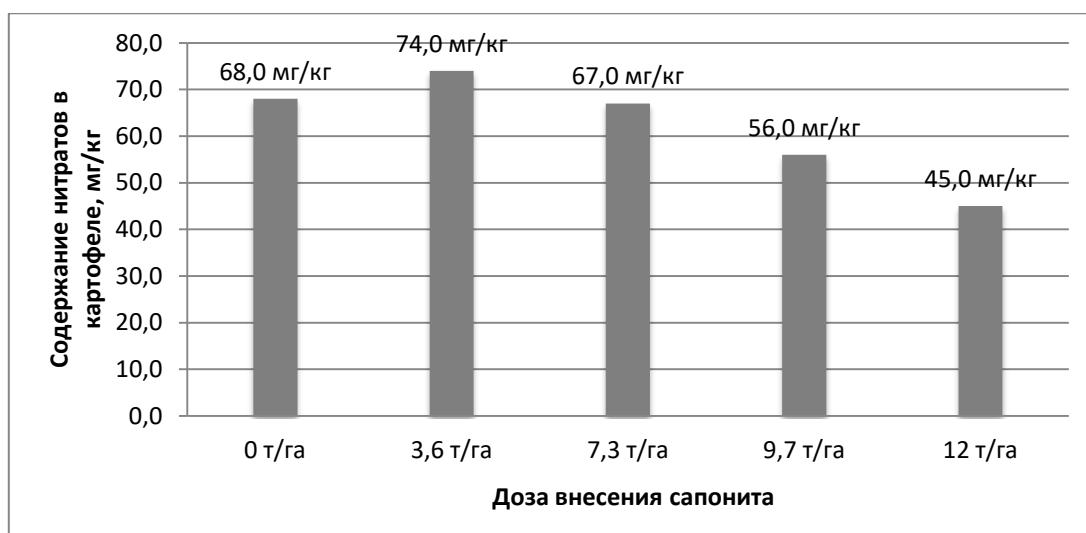


Рис. 5. Содержание нитратов в картофеле при внесении в почву сапонит-содержащих материалов

Выводы. Сапонит-содержащие материалы, получаемые в процессе переработки алмазосодержащих кимберлитовых пород на обогатительной фабрике на Ломоносовском месторождении алмазов (Архангельская область) обладают уникальными свойствами и при внесении в почву при выращивании сельскохозяйственной продукции могут оказать влияние на ее свойства и урожайность культур.

На характер проявления почвоулучшающих свойств сапонит-содержащих материалов влияют погодные условия, исходные свойства почвы, доза внесения глинистых материалов. На нейтральных почвах дополнительного подщелачивания не происходит. Наиболее заметные проявления в изменении плодородия почв сказываются на уровне содержания подвижного калия и органического вещества. Большие дозы сапонит-содержащих материалов могут привести к снижению содержания гумуса, что наблюдалось в опыте в год с избыточным увлажнением.

Необходимы эксперименты по подбору оптимальных доз внесения сапонит-содержащих материалов, имея в виду их использование как раскислителя на почвах низкого плодородия.

Литература

- Шипилевая (Вержак) Д.В., Гаранин К.В. Алмазные месторождения Архангельской области и экологические проблемы их освоения // Вестн. Арханг. гос. техн. ун-та. Сер. «Прикладная геэкология». – 2008. – Вып. 75. – С. 46–59.
- Облицов А.Ю. Утилизация отходов обогащения алмазосодержащей породы с учетом специфики месторождения им. М.В. Ломоносова // Записки Горного института. Т. 189. – СПб., 2011. – С. 141–145.
- Nagy N.M., Kónya J. Interfacial chemistry of rocks and soils / Boca Raton: CRC; London: Taylor & Francis, 2010. – 229 р.
- Миненко В.Г., Самусев А.Л., Тимофеев А.С. Глубокая переработка технологических шламов-содержащих вод алмазодобывающих предприятий с получением сапонита // Плаксинские чтения – 2013: мат-лы междунар. совещания (16–19 сентября 2013, г. Томск). – Томск, 2013. – С. 387–390.
- Володченко А.Н., Лесовик В.С. Автоклавные ячеистые бетоны на основе магнезиальных глин // Изв. вузов. Строительство. – 2012. – № 5. – С. 14–21.
- Коршунов А.А., Невзоров А.Л. Особенности складирования и перспективы утилизации отходов обогащения кимберлитовых руд на месторождении алмазов им. М.В. Ломоносова // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1. – С. 66–72.
- Carlson L. Bentonite Mineralogy. Part 1: Methods of Investigation – a Literature Review. Part 2: Mineralogical Research of Selected Bentonites // Working Report 2004-02. Geological Survey of Finland. POSIVA OY. 2004. 105 p.

8. Савоненков В.Г., Андерсон Е.Б., Шабалев С.И. Глины как геологическая среда для изоляции радиоактивных отходов. – СПб., 2012. – 215 с.
9. Рудь В.Д., Самчук Л.М., Савюк І.В., Повстяня Ю. Аналіз дослідження властивостей сапонітової глини // Технологический аудит и резервы производства – Т. 1, № 4 (21), 2015. – С. 54–57.
10. Панько А.В., Олейник В.А., Ковзун И.Г. и др. Влияние ультрадисперсного монтмориллонита на бальнеологические свойства пелоидов // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2013. – Т. 11, № 4. – С. 805–813.
11. Плякин А.М., Беляев В.В. Твердые полезные ископаемые Тимана: учеб. пособие. – Ухта: Изд-во УГТУ, 2005. – 92 с.
12. Németh T., Balázs R., Sipos P., Jiménez J. Change of the metal sorption properties of clay minerals due to laboratory and natural pedogenic alterations. – Millán, 2003. – 74 p.
13. Aggarwal V., Li H., Teppen B.J. Triazinead sorption by saponite and clay minerals // Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 25, № 2, 2006. Pp. 392–399. Printed in the USA 0730-7268/06.
14. Alekseeva T., Kolyagin Yu., Sancelme M., Besse-Hoggan P. Effect of soil properties on pure and formulated mesotrione adsorption onto vertisol (Limagne plane, Puy-de-Dôme, France) // Chemosphere, 111, 2014. Pp. 177–183.
15. Савоненков В.Г., Андерсон Е.Б., Шабалев С.И. Глины как геологическая среда для изоляции радиоактивных отходов // СПб.: ИнфоОл, 2012. – 215 с.
16. Карпенко Ф.С. Влияние сапонита на устойчивость гидротехнических сооружений хвостохранилищ на месторождении им. М.В. Ломоносова Архангельской области // Геоэкология. – 2008. – № 3. – С. 269–271.
17. Наквасина Е.Н., Земцовская О.Н., Денисова А.И. Влияние сапонитсодержащих хвостов обогащения кимберлитов на свойства торфяных субстратов // Вестн. САФУ. Сер. «Естественные науки». – 2015. – № 2. – С. 65–72.
18. Тельминов И.В., Невзоров А.Л., Заручевых И.Ю. Искусственные грунты из отходов обогащения кимберлитовой руды // Вестн. МГСУ. – 2011. – № 1. – С. 128–131.
19. Словари, энциклопедии и справочники – Slovar. Сс. – URL: <https://slovar.cc/enc/bse/2038818.html> (дата обращения: 10.02.2018 г.).
20. Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды: офиц. сайт. – URL: <http://www.sevmeteo.ru/company> (дата обращения: 12.04.2018 г.).
21. Афанасьев Г.В., Кащенский Д.В. Известкование кислых почв в Архангельской области // Архангельск: Северо-Западное кн. изд-во, 1964. – 61 с.
22. Buzetzký D., Nagy N.M., Kónya J. Trivalent cations modified bentonites against eutrophication // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). Book of abstracts. P. 60.
23. Bakker E., Lanson B., Khan T.B., Hubert F. Clay mineralogical evolution as a result of plant growth and potassium uptake // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. P. 70.
24. Barré P., Lutfalla S., Hubert F., Bernard S., Chenu C. Clay minerals and organic carbon persistence in soils // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. P. 68.

Literatura

1. Shpilevaja (Verzhak) D.V., Garanin K.V. Almaznye mestorozhdenija Arhangel'skoj oblasti i jekologicheskie problemy ih osvoenija // Vestn. Moskov. un-ta. Ser. 4. Geologija. – 2005. – № 6. – S. 18–27.
2. Oblicov A.Ju. Utilizacija othodov obogashchenija almazosoderzhashhej porody s uchetom specifiki mestorozhdenija im. M.V. Lomonosova // Zapiski Gornogo instituta. T. 189. – SPb., 2011. – S. 141–145.
3. Nagy N.M., Kónya J. Interfacial chemistry of rocks and soils / Boca Raton: CRC; London: Taylor & Francis, 2010. – 229 p.
4. Minenko V.G., Samusev A.L., Timofeev A.S. Glubokaja pererabotka tehnologicheskikh shlamsoderzhashhih vod almazodbyvajushhih predpriyatij s polucheniem saponita // Plaksinskie chtenija – 2013: mat-ly mezhdunar. soveshhaniya (16–19 sentyabrja 2013, g. Tomsk). – Tomsk, 2013. – S. 387–390.
5. Volodchenko A.N., Lesovik V.S. Avtoklavnye jacheistye betony na osnove magnezial'nyh glin // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2012. – № 5. – S. 14–21.
6. Korshunov A.A., Nevzorov A.L. Osobennosti skladirovanija i perspektivy utilizacii othodov obogashchenija kimberlitovyh rud na mestorozhdenii almazov im. M.V. Lomonosova // Vestn. Arhang. gos. tehn. un-ta. Ser. «Prikladnaja geoekologija». – 2008. – Vyp. 75. – S. 46–59.
7. Carlson L. Bentonite Mineralogy. Part 1: Methods of Investigation – a Literature Review. Part 2: Mineralogical Research of Selected Bentonites //

- Working Report 2004-02. Geological Survey of Finland. POSIVAOY. 2004. 105 p.
8. Savonenkov V.G., Anderson E.B., Shabalev S.I. Gliny kak geologicheskaja sreda dlja izoljacii radioaktivnyh othodov. – SPb., 2012. – 215 s.
9. Rud' V.D., Samchuk L.M., Savjuk I.V., Povstjana Ju. Analiz doslidzhennja vlastivostej saponitovoї glini // Tehnologicheskij audit i rezervy proizvodstva – T. 1, № 4 (21), 2015. – S. 54–57.
10. Pan'ko A.V., Olejnik V.A., Kovzun I.G. i dr. Vlijanie ul'tradispersnogo montmorillonita na bal'neologicheskie svojstva peloidov // Nanosistemi, nano-materiali, nanotehnologii. – 2013. – T. 11, № 4. – S. 805–813.
11. Pljakin A.M., Beljaev V.V. Tverdye poleznye iskopaemye Timana: ucheb. posobie. – Uhta: Izd-vo UGTU, 2005. – 92 s.
12. Németh T., Balázs R., Sipos P., Jiménez J. Change of the metal sorption properties of clay minerals due to laboratory and natural pedogenic alterations. – Millán, 2003. – 74 p.
13. Aggarwal V., Li H., Teppen B.J. Triazinead sorption by saponite and clay minerals // Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 25, № 2, 2006. Rp. 392–399. Printed in the USA 0730-7268/06.
14. Alekseeva T., Kolyagin Yu., Sancelme M., Besse-Hoggan P. Effect of soil properties on pure and formulated mesotriione adsorption onto vertisol (Limage plane, Puy-de-Dôme, France) // Chemosphere, 111, 2014. Pp. 177–183.
15. Savonenkov V.G., Anderson E.B., Shabalev S.I. Gliny kak geologicheskaja sreda dlja izoljacii radioaktivnyh othodov // Info OI, 2012. – 215 s.
16. Karpenko F.S. Vlijanie saponita na ustojchivost' gidrotehnicheskikh sooruzhenij hvostohranilishh na mestorozhdenii im. M.V. Lomonosova Arhangel'skoj oblasti // Geoekologija. – 2008. – № 3. – S. 269–271.
17. Nakvasina E.N., Zemcovskaja O.N., Denisova A.I. Vlijanie saponitsoderzhashhih hvostov obogashchenija kimberlitov na svojstva torfjanyh substratov // Vestn. SAFU. Ser. «Estestvennye nauki». – 2015. – № 2. – S. 65–72.
18. Tel'minov I.V., Nevzorov A.L., Zaruchevnyh I.Ju. Iskusstvennye grunty iz othodov obogashchenija kimberlitovoj rudy // Vestn. MGSU. – 2011. – № 1. – S. 128–131.
19. Slovari, jenciklopedii i spravochniki – Slovar. Cc. – URL: <https://slovar.cc/enc/bse/2038818.html> (data obrashhenija: 10.02.2018 g.).
20. Severnoe upravlenie po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej sredy: ofic. sajt. – URL: <http://www.sevmeteo.ru/company> (data obrashhenija: 12.04.2018 g.).
21. Afanas'ev G.V., Kashanskij D.V. Izvestkovanie kislyh pochv v Arhangel'skoj oblasti // Arhangel'sk: Severo-Zapadnoe kn. izd-vo, 1964. – 61 s.
22. Buzetzky D., Nagy N.M., Kónya J. Trivalent cations modified bentonites against eutrophication // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). Book of abstracts. R. 60.
23. Bakker E., Lanson B., Khan T.B., Hubert F. Clay mineralogical evolution as a result of plant growth and potassium uptake // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. R. 70.
24. Barré P., Lutfalla S., Hubert F., Bernard S., Chenu C. Clay minerals and organic carbon persistence in soils // 8-th Mid-European Clay conference (July 4–8, 2016, Košice, SLOVAKIA). 2016. Book of abstracts. R. 68.

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ, ПРОИЗВЕДЕНОЙ
С УЧЕТОМ ПРИНЦИПОВ И ТРЕБОВАНИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА***

*A.V. Kolomeytsev, N.A. Mistratova,
M.A. Yanova, A.A. Potekhin*

**THE EVALUATION OF THE QUALITY OF BEETROOT PRODUCED IN ACCORDANCE WITH
THE PRINCIPLES AND REQUIREMENTS OF ORGANIC AGRICULTURE**

Коломейцев А.В. – канд. биол. наук, начальник управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: avk1978@list.ru

Мистратова Н.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства и плодоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mistratova@mail.ru

Янова М.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

Потехин А.А. – ст. лаборант каф. растениеводства и плодоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mistratova@mail.ru

Kolomeytsev A.V. – Cand. Biol. Sci., Head, Department of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: avk1978@list.ru

Mistratova N.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: mistratova@mail.ru

Yanova M.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of Agrarian and Industrial Complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru

Potekhin A.A. – Senior Lab. Asst, Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: mistratova@mail.ru

Цель исследования – оценить качество свеклы столовой, произведенной с учетом принципов и методов органического сельского хозяйства. На основе анализа производства свеклы столовой в условиях ООО «АХ Огород» на территории Березовского района Красноярского края получены результаты о содержании основных опасных элементов и патогенной микрофлоры в почве опытных делянок и в продукции (свекла столовая сорта Модана). Технология возделывания свеклы столовой в ООО «АХ Огород» не соответствует требованиям ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования». При этом проведенный комплексный анализ производства картофеля, включающий не только исследования продукции, но и почвы с полей предприятия, показал, что продукция, выращенная в ООО «АХ Огород», соответствует показателям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В образцах нет повышенного содержания опасных веществ и патогенных микроорганизмов в сравнении с определенными нормами. Отмечено лишь некоторое повышение показателей в части содержания в про-

дукции свинца и кадмия 0,44 и 0,02 мг/кг при норме 0,5 и 0,03 мг/кг соответственно, но и оно не превысило допустимого нормативными документами уровня. Качество свеклы столовой, выращенной в ООО «АХ Огород» Березовского района, соответствует нормам документа ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Следовательно, важным элементом технологии является организация производственного контроля, строгое соблюдение правил возделывания, условий сбора, перевозки, хранения и разработка мероприятий, направленных на исключение содержания основных опасных элементов и патогенной микрофлоры в почве и продукции.

Ключевые слова: органическое производство, качество, свекла столовая, Красноярский край.

The research objective was to estimate the quality of beet made taking into account the principles and methods of organic agriculture. On the basis of the analysis of production of beet in the conditions of LLC "AH Ogorod" on the territory of Berezovsky area of Krasnoyarsk Region the results on the maintenance of basic dangerous elements and pathogenic microflora in the

*Исследование выполнено при финансовой поддержке краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта № 09/17 от 22.06.2017 «Разработка нормативно-технической документации и технологических рекомендаций по производству овощей, соответствующих требованиям ГОСТ Р 56508–2015 «Продукция органического производства» и организации органического сельскохозяйственного производства».

soil of experimental allotments and in the production were received (beet table of Modan variety). The technology of cultivation of beet in LLC "AH Ogorod" does not conform to the requirements of State Standard R 56508-2015 "Making organic production. Rules of production, storage, transportation". At the same time, comprehensive analysis of potato production, including not only the study of products, but also the soil from the fields of the enterprise showed that the products grown in LLC "AH Ogorod" corresponded to the TR TC 021/2011 "On technical regulations of food safety". The samples do not have high content of hazardous substances and pathogenic microorganisms in comparison with certain standards. Only some increase of indicators regarding the contents in the production of lead and cadmium 0.44 and 0.02 of mg/kg at norm of 0.5 and 0.03 mg/kg is noted respectively, but also it did not exceed admissible normative documents of level. The quality of beet grown in LLC "AH Ogorod" of Berezovsky area meets standards of the document TR TC 021/2011 "About safety of food products". Therefore, an important elements of technology are the organization of production control, strict observance of rules of cultivation, conditions of collecting, transportation, storage and development of the actions directed on the exception of maintenance of basic dangerous elements and pathogenic microflora in the soil and production.

Keywords: organic production, quality, table beet, Krasnoyarsk Region.

Введение. В настоящее время население экономически развитых стран большое значение придает здоровому питанию. Получение высококачественной продукции возможно в системе органического земледелия, предусматривающего возделывание продукции без применения минеральных удобрений, гербицидов и других веществ химического происхождения.

Важной проблемой органического земледелия является достижение высокой производительности культур за счет применения высокоурожайных сортов, обоснованного применения органических удобрений, агроприемов, способствующих улучшению питания растений за счет естественных почвенных ресурсов [4].

В неблагоприятной экологической ситуации повышенному потреблению овощной продукции отводится важная роль. Для этого требуется дополнительное производство овощей, расширение их ассортимента, повышение площадей под возделывание органической продукции. Удельный вес овощной продукции в суточном рационе человека должен составлять 20–25 % и более [1].

Столовая свекла и морковь являются одними из самых распространенных овощных культур открыто-

го грунта [3]. Они ценятся за высокое содержание витаминов, минеральных элементов, участвующих во всех процессах обмена веществ в организме [6]. Так, Э.Э. Сафонова отмечает [5], что уровень питательности и содержания витаминов (особенно витамина С), а также некоторых минеральных веществ и полифенолов – природных антиоксидантов, которые помогают укрепить иммунную систему человека, выше в культурах, выращенных по органическим методами хозяйствования.

Цель исследования: оценить качество свеклы столовой, произведенной с учетом принципов и методов органического сельского хозяйства.

Методы и результаты исследования. Эксперимент проводили на территории землепользования ООО «АХ Огород» в Березовском районе Красноярского края. Проведен комплексный анализ производства свеклы столовой в ООО «АХ Огород», включающий не только исследования продукции, но и почвы с полей предприятия. Объект исследования – свекла столовая сорта Модана.

Для анализа из насыпи свежеубранной свеклы столовой были отобраны образцы массой 2 кг по ГОСТ 1722-85 и ГОСТ 29329-92, помещены в плотные мешки и доставлены в испытательный центр. Нормативный документ, на соответствие которому испытывались образцы, – ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Кроме того, изучали образцы почвы с 3 полями: поле 1 (вариант 1), поле 2 (вариант 2), поле 3 (вариант 3). На полях 1 и 2 свеклу возделывали по технологии с использованием удобрений и современных средств защиты растений. Начато восстановление залежных земель на поле 3, в год проведения исследования проводили только механическую обработку: вспашку и культивацию.

Испытания на количественное содержание в продукции и почве вредных веществ и патогенных микроорганизмов проводились в испытательном центре ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае».

Почва, как один из главных объектов загрязнения, – сложная полидисперсная система. Она обладает обменно-cationной поглатительной способностью, буферностью концентрации солей и величины pH почвенного раствора. Микроэлементы при попадании в почву вступают в физические сорбционные процессы, химические реакции с элементами почвенного раствора и физико-химические обменные реакции почвенного поглощающего комплекса [2].

При производстве продукции органического производства согласно ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования» важным элементом технологии являются условия выращивания культур, в том числе содержание основных опасных элементов и патогенной микрофлоры в почве.

Результаты исследований на содержание основных опасных элементов и патогенной микрофлоры представлены в таблице 1.

Анализ почвенных образцов с полей показал, что по всем изученным параметрам нет превышения норм по нормативным документам (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

Содержание свинца во всех исследуемых образцах было в пределах 8,82–24,6 мг/кг, что не превышает нормируемого показателя. В поле 2 образце 1 отмечено самое высокое содержание этого элемента – 24,60 мг/кг. Наличие цинка варьировало в пределах 23,3–65,0 мг/кг, что также не превышает нормируемого показателя.

Анализ почвенных образцов на содержание меди показал следующие результаты – 8,9–22,10 мг/кг, что не превышает нормируемого показателя (не более 132 (ОДК)). В поле 2 образце 2 отмечено самое высокое наличие Cu – 22,10 мг/кг, а самое низкое – в поле 3 образце 3 – 8,8 мг/кг.

Общие колебания кадмия отмечены в пределах 0,11–0,31 мг/кг, наиболее высокий показатель зафиксирован в образце поля 2 – 0,31 мг/кг, а самый низкий в образце поля 3 – 0,11 мг/кг. В целом содержание этого элемента во всех почвенных образцах не превысило НД, которые регламентируются на уровне не более 2,0 (ОДК). Ртуть также относится к опасным элементам, содержание которых регламентируется НД. При анализе образцов содержание Hg варьировало в пределах 0,020–0,067 мг/кг. В поле 3 образце 1 почвы отмечено самое высокое содержание – 0,067 мг/кг, самое низкое – в поле 1 образце 2 – 0,020 мг/кг.

Содержание мышьяка во всех исследуемых вариантах находилось в пределах 0,12–0,57 мг/кг, что не превышает нормируемого показателя. В поле 2

образце 1 отмечено самое высокое содержание этого элемента – 0,57 мг/кг, самое низкое – в образце 2 – 0,12 мг/кг.

Анализ почвенных образцов на содержание никеля показал следующие результаты: содержание его было в пределах 20,70–53,10 мг/кг, что не превышает нормируемого показателя (не более 80 (ОДК)). В поле 2 образце 2 отмечено самое высокое наличие этого элемента – 53,10 мг/кг, а самое низкое – в поле 3 образце 3 – 20,70 мг/кг.

Активность радионуклидов (стронций-90) и (цезий-137) варьировала в пределах менее 1,4–70,1 и 4,8–22,0 Бк/кг соответственно. Во всех исследуемых образцах содержание ДДТ и его метаболитов (мг/кг), ГХЦГ и его изомеров (мг/кг) находилось в пределах НД. Величина индекса энтерококков (фекальных стрептококков, клеток/г) показала высокое содержание в образце 2, взятом с поля 1 – 100. Индекс лактозоположительных кишечных палочек (колиформ) составил 1–10 клеток/г. Наиболее высокий показатель зафиксирован в поле 3 образце 1 почвы – 10 клеток/г. Патогенных микроорганизмов не обнаружено ни в одном исследуемом образце почвы.

Результаты исследований на содержание основных опасных элементов и патогенной микрофлоры в свекле столовой представлены в таблице 2.

По результатам испытаний корнеплодов свеклы столовой не обнаружено повышенного содержания опасных веществ и патогенных микроорганизмов в сравнении с установленными нормами.

Некоторое повышение показателей отмечено лишь в части содержания в продукции тяжелых металлов свинца и кадмия – 0,44 и 0,02 мг/кг при норме 0,5 и 0,03 мг/кг соответственно, но и оно не превысило допустимого нормативными документами уровня.

Результаты испытаний корнеплодов свеклы столовой на содержание основных опасных элементов и патогенной микрофлоры определили, что по всем исследуемым показателям нет превышения норм по нормативным документам (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»).

Таблица 1

Содержание основных опасных элементов и патогенной микрофлоры

72

Показатель испытаний	Нормы по НД	Фактические данные						
		Поле 1		Поле 2		Поле 3		
		Образец 1	Образец 2	Образец 1	Образец 2	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Свинец, мг/кг	Не более 130 (одк)	20,60	19,50	Образец 1	Образец 2	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Цинк, мг/кг	Не более 220 (одк)	56,40	52,30	24,60	22,0	21,90	22,20	8,82
Медь, мг/кг	Не более 132 (одк)	19,00	15,80	58,8	64,80	60,00	65,00	23,30
Кадмий, мг/кг	Не более 2,0(одк)	0,30	0,15	17,60	22,10	20,70	19,00	8,88
Ртуть, мг/кг	Не более 2,1	0,027	0,020	0,24	0,31	0,21	0,26	0,11
Мышьяк, мг/кг	Не более 10 (ОДК)	0,16	0,46	0,041	0,051	0,067	0,036	0,030
Никель, мг/г	Не более 80 (ОДК)	42,30	34,10	0,57	0,12	0,16	0,19	0,15
Активность радионуклидов (стронций-90), Бк/кг	-	Менее 1,4	39,7	49,60	53,10	42,60	42,50	20,70
Активность радионуклидов (цезий-137), Бк/кг	-	16,4	7,6	70,1	64,8	18,0	16,9	17,4
ДДТ и его метаболиты, мг/кг	Не более 0,07	Менее 0,005	Менее 0,005	15,8	22,0	20,7	17,1	4,8
ГХЦГ и его изомеры, мг/кг	Не более 0,005	Менее 0,005	Менее 0,005	Менее 0,005	Менее 0,005	Менее 0,005	Менее 0,005	Менее 0,005
Индекс энтерококков (фекальных стрептококков) клеток, г	1–10	1	100	Менее 0,005				
Индекс лактозоположительных кишечных палочек (coliформ), клеток/г	1–10	1	1	1	1	10	1	1
Патогенные микроорганизмы	Не допускаются в 1,0 г	Нет	Нет	1	1	10	1	1

Таблица 2

Содержание основных опасных элементов и патогенной микрофлоры в свекле столовой сорта Модана (Протокол испытаний № 7478 от 22.11.2017. Дата проведения испытаний: 07.11.2017–20.11.2017 гг.)

Показатель испытаний	НД на методику испытаний	Нормы по НД	Фактические данные
Свинец, мг/кг	ГОСТ 30178-96	Не более 0,5	0,44
Кадмий, мг/кг	ГОСТ 30178-96	Не более 0,03	Менее 0,02
Ртуть, мг/кг	ГОСТ Р 53183-2008	Не более 0,02	Менее 0,0025
Мышьяк, мг/кг	ГОСТ 26930-86	Не более 0,2	Менее 0,05
ГХЦГ (сумма изомеров), мг/кг	ГОСТ 30349-96	Не более 0,1	Менее 0,001
ДДТ и его метаболиты, мг/кг	ГОСТ 30349-96	Не более 0,1	Менее 0,007
Цезий-137, Бк/кг	МУК 2.6.1.1194-03	Не более 80	Менее 3,0
Стронций-90, Бк/кг	МУК 2.6.1.1194-03	Не более 40	Менее 3,9
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	ГОСТ 31659-2012	Не допускаются в 25 г	Не обнаружено в 25 г

Выводы. По итогам проведенных испытаний корнеплодов свеклы столовой сорта Модана установлено:

- в образцах нет повышенного содержания опасных веществ и патогенных микроорганизмов в сравнении с определенными нормами;
- незначительное повышение показателей отмечено лишь в части содержания в продукции тяжелых металлов свинца и кадмия, но и оно не превысило допустимого нормативными документами уровня;
- технология возделывания корнеплодов свеклы столовой в ООО «АХ Огород» не соответствует требованиям ГОСТ Р 56508-2015 «Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования». При этом проведенный комплексный анализ производства корнеплодов свеклы столовой, включающий не только исследования продукции, но и почвы с полей предприятия, показал, что продукция, выращенная в ООО «АХ Огород», соответствует показателям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Следовательно, важным элементом технологии является организация производственного контроля, строгое соблюдение правил возделывания, условий сбора, перевозки, хранения и разработка мероприятий, направленных на исключение содержания основных опасных элементов и патогенной микрофлоры в почве и продукции.

Литература

1. Дулевич Л.И., Шкута А.Ю. Роль сельскохозяйственных организаций в обеспечении населения овощами открытого грунта // Проблемы экономики. – 2008. – № 4. – С. 41–50.
2. Ермохин Ю.И., Андриенко Л.Н., Трубина Н.К. Диагностика минерального питания (Zn, Ni, Cd) // Омский науч. вестн. – 2006. – № 7 (43). – С. 147–149.
3. Litvinov S.S., Chutcheva Ju.V., Razin A.F. Svetla stolovaja na ovoshchnom rynke Rossii // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii. – 2017. – № 3. – S. 39–45.
4. Romanovskij N.V. Vozdelyvanie stolovoj svetly v organicheskem sevooborote // Teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal IAJeP. – 2017. – Vyp. 93. – S. 48–53.
5. Safonova Je.Je. Bioorganicheskie produkty pitanija // Innovacionnaja nauka. – 2017. – № 04-3. – S. 106–108.
6. Sergomanov S.V., Potehin A.A. Ovoshhevodstvo: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2017. – 278 s.

Literatura

1. Dulevich L.I., Shkuta A.Ju. Rol' sel'skohozajstvennyh organizacij v obespechenii naselenija ovoshchami otkrytogo grunta // Problemy jekonomiki. – 2008. – № 4. – S. 41–50.
2. Ermohin Ju.I., Andrienko L.N., Trubina N.K. Diagnostika mineral'nogo pitanija (Zn, Ni, Cd) // Omskij nauch. vestn. – 2006. – № 7 (43). – S. 147–149.
3. Litvinov S.S., Chutcheva Ju.V., Razin A.F. Svetla stolovaja na ovoshchnom rynke Rossii // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii. – 2017. – № 3. – S. 39–45.
4. Romanovskij N.V. Vozdelyvanie stolovoj svetly v organicheskem sevooborote // Teoreticheskij i nauchno-prakticheskij zhurnal IAJeP. – 2017. – Vyp. 93. – S. 48–53.
5. Safonova Je.Je. Bioorganicheskie produkty pitanija // Innovacionnaja nauka. – 2017. – № 04-3. – S. 106–108.
6. Sergomanov S.V., Potehin A.A. Ovoshhevodstvo: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2017. – 278 s.

**ЯРОВОЙ РАПС – ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

*E.N. Oleynikova, M.A. Yanova, N.I. Pyzhikova,
A.A. Ryabtsev, V.L. Bopp*

**SPRING RAPS – PERSPECTIVE CULTURE FOR THE DEVELOPMENT OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL
COMPLEX OF KRASNOYARSK REGION**

Олейникова Е.Н. – гл. специалист отдела управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ovn@kgau.ru

Янова М.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

Пыжикова Н.И. – д-р экон. наук, проф., ректор Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Рябцев А.А. – гл. специалист отдела развития растениеводства Министерства сельского хозяйства и торговли Красноярского края, соиск. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: stud_info87@mail.ru

Бопп В.Л. – канд. биол. наук, доц., проректор по науке Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Ведущее место в производстве растительных масел в мире и Российской Федерации занимает подсолнечное, соевое и рапсовое масла по объемам производства. Рапс можно успешно возделывать в большинстве регионов с умеренным климатом, в том числе в Восточной Сибири, благодаря устойчивости к низким температурам воздуха и биологической пластичности культуры. В Российской Федерации и Красноярском крае за последние 10 лет отмечается увеличение посевных площадей под рапсом, в основном яровой формы: в 4 раза по РФ, в 13 раз в Красноярском крае. В 2017 г. в регионе посевные площади ярового рапса по сравнению с 2015 г. увеличились в 2 раза, объем производства маслосемян – в 2,3 раза. По данным Красноярского стата, средняя урожайность ярового рапса в 2017 г. в Красноярском крае составила 1,2 т/га, что сопоставимо со средней урожайностью по РФ – 1,56 т/га. Возделыванием ярового рапса на территории края в 2018 г. занимались 130 субъектов АПК, в 2017 г. – 76. В крае зарегистрировано два семеноводческих хозяйства.

Oleynikova E.N. – Chief Specialist, Department of Management of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ovn@kgau.ru

Yanova M.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of Agrarian and Industrial Complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru

Pyzhikova N.I. – Dr. Econ. Sci., Prof., Rector, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

Ryabtsev A.A. – Chief Specialist, Department of Plant Growing Development, Ministry of Agriculture and Trade of Krasnoyarsk Region, Applicant, Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: stud_info87@mail.ru

Bopp V.L. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Vice-Rector for Science, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

Сорта с высоким содержанием эруковой кислоты используются для производства технического растительного масла, а жмых и шрот, благодаря большому количеству незаменимых аминокислот в химическом составе протеина (37,0–53,0 г/100 г), – для получения кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птицы. Растительное масло из маслосемян безэруковых сортов или содержащих низкое количество эруковой кислоты используется в пищевых целях, а отходы их переработки – для получения пищевых белковых концентратов и изолятов. Рапс является хорошим медоносом, с 1 гектара можно получать во время цветения от 40 до 90 кг меда. Высокую потребность в рапсовом масле в мире обеспечивает возможность его использования в качестве экологически-го возобновляемого вида топлива – биодизеля. При средней урожайности маслосемян в крае 1,1–1,5 т/га и масличности в 38–40 % с одного гектара можно получить до 550 кг биодизеля и до 75 кг побочного продукта – первичного глицерина. Для

увеличения продуктивности культуры необходимо применять высокоурожайные сорта и гибриды рапса, использовать интенсивные технологии возделывания, снизить потери урожая за счет материального перевооружения сельскохозяйственных предприятий. Маслосемена рапса являются высокорентабельным экспортным товаром, особенно для стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Ключевые слова: яровой рапс, урожайность, масличность, сорт, маслосемена, рапсовое масло, жмых, белковые продукты, биодизель, продуктивность.

Leading place in the production of vegetable oils in the world and the Russian Federation is occupied by sunflower seed oil, soybean and rapeseed oils on the outputs of the second and third respectively. Raps can be cultivated successfully in the majority of regions with temperate climate, including Eastern Siberia, due to its resistance to low air temperatures and biological plasticity of the crop. In the Russian Federation and Krasnoyarsk Region for the previous 10 years the increase in acreage under raps, generally spring form was noted: by 4 times across the Russian Federation, by 13 times in Krasnoyarsk Region. In 2017, in the region acreage of spring raps increased by 2.0 times compared to 2015, the volume of oilseed production – by 2.3 times. According to Krasnoyarskstat average yield of spring raps in 2017 in Krasnoyarsk Region was 1.2 t/hectare that was comparable to average yield across the Russian Federation – 1.56 t/hectare. 130 subjects of agrarian and industrial complex engaged in the cultivation of spring raps on the territory of the region in 2018, and 76 in 2017. Two seed-growing farms were registered in the region. Varieties with high content of erucic acid are used for the production of technical vegetable oil, and cake and meal due to large amount of irreplaceable amino acids in chemical composition of the protein (37.0–53.0 g / 100 g) to obtain a feed additive for farm animals and the poultry. Vegetable oil from oilseeds of non-erucic or low-erucic varieties is used for nutritional purposes, and the wastage of their processing – to obtain food protein concentrates and isolates. Raps is a good melliferous herb, it is possible to receive from 40 to 90 kg of honey from 1 hectare during blossoming. High need for rapeseed oil in the world is provided by the possibility of its use as ecological renewable type of fuel – biodiesel. With an average yield of oilseeds in the region of 1.1–1.5 t/hectare and oil percentage of 38–40 % per hectare, up to 550 kg of biodiesel and up to 75 kg of primary glycerol by-product can be obtained. It is necessary to apply high-yielding varieties and hybrids of raps to increase the efficiency of culture, to use intensive cultivation technologies, to reduce harvest losses

due to material modernization of agricultural enterprises. Oilseeds of raps are highly profitable export goods, especially for the countries of Asian-Pacific region.

Keywords: spring raps, yield productivity, oil percentage, variety, oilseeds, rapeseed oil, cake, protein products, biodiesel, productivity.

Введение. Рапс является одной из самых распространенных масличных культур, возделываемых в мире и в России в том числе. По посевным площадям и объему производства масла рапс идет после подсолнечника и сои на третьем месте среди масличных культур.

Высокий спрос на маслосемена рапса обусловлен универсальностью культуры, так как рапсовое масло можно использовать в пищевых производствах, фармацевтической и косметической промышленности, а также в химическом, металлургическом, текстильном, кожевенном, мыловаренном и краильном производствах. Стабильно высокий и необеспеченный спрос перерабатывающих предприятий оказывает положительное влияние на ценообразование и является существенным стимулом для сельхозтоваропроизводителей для расширения производства маслосемян рапса.

Растущую потребность в рапсовом масле обеспечивает и возможность его использования в качестве экологического возобновляемого вида топлива.

Цель исследования: изучение преимуществ и особенностей возделывания ярового рапса в условиях Красноярского края и перспективы использования продуктов его переработки.

Результаты исследования. В настоящее время наблюдается значительное увеличение площадей возделывания под посевы ярового рапса.

В зависимости от природно-климатических условий регионов и отдельных стран распространены озимые или яровые формы рапса. В благоприятных климатических условиях европейских странах, таких как Германия, Франция, Польша, Великобритания, в основном возделывается более продуктивный озимый рапс. В Швеции и Китае уделяют одинаковое внимание возделыванию яровых и озимых сортов рапса. В Канаде, где условия неблагоприятны для возделывания озимого рапса, распространены яровые сорта рапса. В Сибири климатические условия для возделывания озимого рапса неблагоприятны [1]. В условиях степной и лесостепной зон Западной Сибири теплообеспечение достаточно для гарантированного созревания семян сортов ярового рапса [2, 3].

Он является не только ценной масличной культурой, но и источником кормового белка с хорошо сбалансированным составом незаменимых аминокислот. Семена рапса содержат 35–45 % масла, 22–

28 % протеина, 5–9 % клетчатки. Наряду с этим рапс – ценный источник зеленой массы на корм сельскохозяйственным животным и сидераты [4].

Длительность цветения рапса составляет 25–30 дней, что позволяет ему стать хорошим медоносом. Рапс выделяет большое количество нектара и пыльцы с высоким содержанием питательных веществ, а строение его цветка делает нектар легкодоступным для пчел. Средняя медопродуктивность рапса в России колеблется от 40 до 90 кг меда с одного гектара посевов и зависит от погодных условий.

Использование рапса в севооборотах способствует удобрению и улучшению структуры почвы благодаря развитой корневой системе.

Существенным недостатком семян рапса является наличие в них таких нежелательных веществ, как эруковая кислота в жирнокислотном составе масла, тиоглюказинолаты в гелевой части и пигменты в семенной оболочке. Эти вещества усложняют технологию переработки семян и использование продуктов в кормовых и пищевых целях. Частично эти проблемы решаются путем селекционного выведения новых низкоэруковых, низкотиоглюказинолатных желтосеменных сортов рапса, частично – путем использования различных технологических приемов [5].

При создании сортов ярового рапса пищевого направления основной задачей является уменьшение содержание в масле эруковой кислоты (не более 5 %). Уменьшение содержания эруковой кислоты способствует повышению олеиновой кислоты. Оптимальным по жирнокислотному составу (для пищевого растительного масла) считается повышенное содержание олеиновой (до 70 %) и линолевой (до 28 %) кислот, нежелательным является повышенное содержание линоленовой кислоты. Благодаря высокому содержанию олеиновой кислоты рапсовое масло становится сходным с оливковым, при этом в нем в 2 раза ниже содержание нежелательных насыщенных кислот [6]. Высокое содержание линолевой кислоты в рапсовом масле позволит снизить дефицит ω – 3 жирных кислот в рационе населения. Кроме того, высокое содержание олеиновой кислоты позволяет использовать его для приготовления пищи с использованием термической обработки.

После переработки семян на масло рапс дает полноценное по количеству (38–42 %) и качеству протеина жмыхи и шроты. Из анализа таблицы видно, что показатели рапса превышают по сумме незаменимых аминокислот (36,4–53,2 г на 100 г протеина) другие масличные культуры.

Содержание незаменимых аминокислот в протеине основных масличных культур, г/100 г протеина [7]

Аминокислота	Рапс	Соя	Подсолнечник	Горчица сарептская
Лизин	4,6–7,8	5,8–6,7	3,3–3,5	6,0–6,1
Аргинин	6,5–9,8	6,4–7,3	8,0–8,9	9,2–9,3
Валин	4,1–5,6	3,4–5,0	4,4–4,6	5,0–5,3
Лейцин	6,6–9,4	6,4–7,5	5,9–6,2	7,0–7,1
Изолейцин	3,3–4,6	2,9–4,7	3,4–3,8	4,0–4,2
Треонин	3,9–5,3	3,8–4,5	3,3–3,7	3,4–3,6
Метионин	0,7–1,7	1,3–1,4	1,9–2,0	1,7–1,9
Фенилаланин	4,1–4,9	4,1–4,5	4,4–4,7	4,7–4,8
Гистидин	2,6–4,1	2,4–2,9	2,5–2,8	3,2–3,3
Сумма аминокислот	36,4–53,2	36,5–44,5	37,1–40,2	44,2–45,6

Анализ химического состава рапса показывает, что культуру можно использовать в качестве получения полноценного белка и других компонентов химического состава [5]. Современные технологии и биотехнологии позволяют получать из рапсового жмыха и шрота не только кормовые, но и пищевые белковые продукты (изоляты), подобные продуктам, производимым из сои и подсолнечника.

Бурное развитие производства рапса получило благодаря многолетним исследованиям и успехам

селекционеров в создании сортов 00-типов, используемых в настоящее время.

В 2017 г. посевные площади рапса в РФ остались на уровне 2015–2016 гг., однако, изменилась их структура по регионам: увеличились площади озимого рапса на Юге России и ярового в ЦФО и СФО, существенное снижение посевов рапса отмечено в Поволжье. На рисунке 1 представлена динамика изменения посевов рапса и производства маслосемян в РФ.

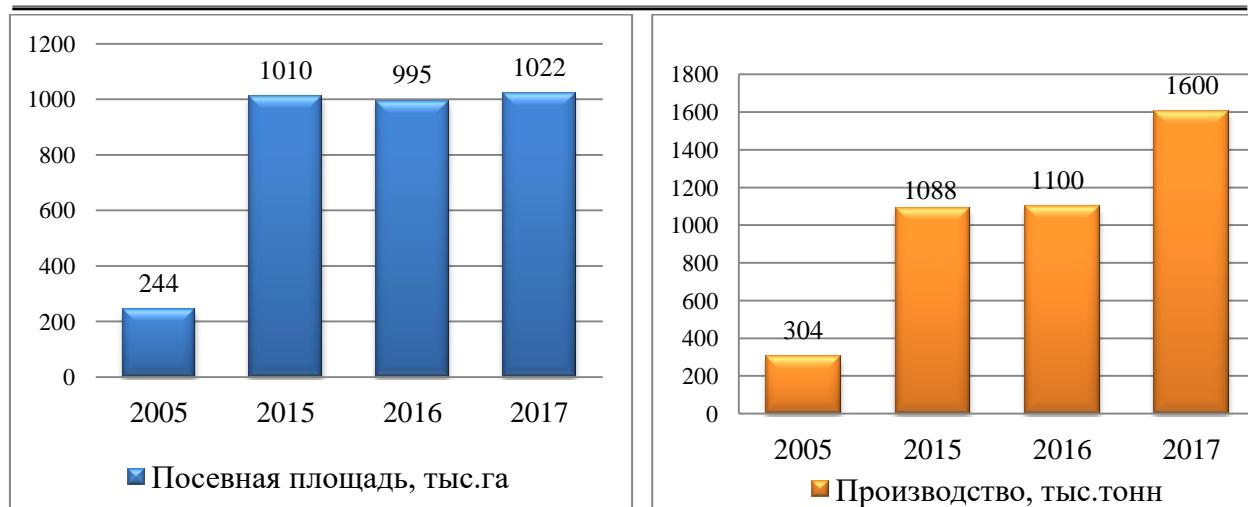


Рис. 1. Динамика посевных площадей под рапсом и производство маслосемян в Российской Федерации

Посевные площади под рапсом стали значительно расти с 2005 г. и увеличились в 4 раза за 10 лет. Основное увеличение площадей произошло за счет введения в севообороты ярового рапса. Однако в РФ пока остается низкой урожайность данной культуры, в среднем составляющая 1,2–1,6 т/га, тогда как в странах Западной Европы она колеблется от 3,0 до 3,5 т/га. В 2017 г. отмечен рост урожайности почти по всем федеральным округам; средняя урожайность рапса по РФ составила 1,56 т/га, в 2016 г. – 1,1 т/га. Низкая продуктивность культуры объясняется не только биоклиматическими условиями, но и потерями при возделывании культуры из-за использования материально и морально устаревшей сельскохозяйственной и сушильно-очистительной техники. Увеличение валового сбора в 2017 г.

до 1600 тыс. т способствовало росту экспортных возможностей производителей маслосемян, особенно в Сибирском регионе, который значительно увеличил поставки рапса в Китай и Монголию.

В Красноярском крае отмечается похожая тенденция. Агроклиматические условия Восточной Сибири позволяют возделывать только яровой рапс с более низкой урожайностью, чем у озимого. Возделывание рапса в Сибири сдерживалось из-за недостаточной приспособленности культуры к суровым условиям, однако создание и использование скороспелых сортов сибирской селекции позволяет решить эту проблему [8, 9]. На рисунке 2 показана динамика роста посевных площадей и увеличение объемов производства семян рапса в Красноярском крае.

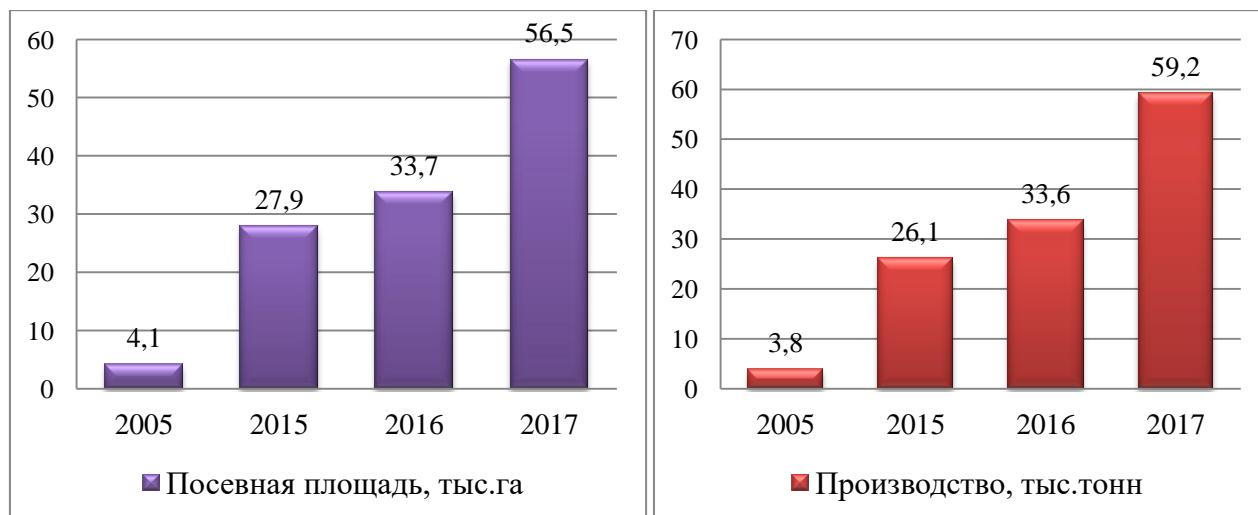


Рис. 2. Динамика посевных площадей под рапсом и производство маслосемян в Красноярском крае

Необходимо отметить более высокий рост площадей под культуру в крае – в 13,8 раза, а также

значительное увеличение объемов производства семян – в 15,6 раза в 2017 г. по сравнению с 2005 г.

Даже по сравнению с 2015 г. посевные площади были увеличены в 2 раза, а объем производства – в 2,3 раза. В 2018 г. площадь ярового рапса по предварительным данным в хозяйствах края увеличилась по сравнению с 2017 г. еще почти в 2 раза и составила 114,0 тыс. га. Большое влияние на расширение производства маслосемян оказывает не только внутренний спрос, но также и внешний. Китай является основным экспортным потребителем семян рапса.

На сегодняшний день выращиванием ярового рапса на территории края занимаются 130 субъектов АПК (в 2017 г. – 76, в 2016 г. – 65), что составляет 200 % к уровню 2016 г.

По данным Красноярскстата средняя урожайность ярового рапса в 2017 г. в регионе составила 12,0 ц/га, что сопоставимо со средней урожайностью по РФ. Девяносто шесть субъектов АПК края, занимающихся выращиванием ярового рапса, имеют урожайность ниже средней краевой. Максимальная урожайность ярового рапса зафиксирована 33,83 ц/га (ООО «Кентавр», Уярский район).

По данным филиала ФГБУ «Россельхозцентр», по Красноярскому краю в 2018 г. от общего объема высеванных семян, соответствующих требованиям стандарта, высевано 78,8 %, из них элитных семян – 28,7 %, репродукционных (РС1-3) – 50,1 %. В системе добровольной сертификации ФГБУ «Россельхозцентр» по Красноярскому краю в регионе зарегистрировано 2 семеноводческих хозяйства по выращиванию ярового рапса: ФГУП «Михайловское» Ужурского района по выращиванию и реализации элитных семян ярового рапса сорта Надежный 92 и ООО Ермак по выращиванию и реализации элитных семян ярового рапса сортов Аккорд и Флагман.

Общая площадь ярового рапса категории суперэлиты в ФГУП «Михайловское» Ужурского района в 2018 г. составила 100 га сорта Надежный 92. В ООО «Ермак» 368 га, из которого 338 га сорт Аккорд и 30 га сорт Флагман.

По данным филиала «Россельхозцентр», по Красноярскому краю общая потребность края в семенном рапсе составляет 737,7 т, в том числе элитном яровом рапсе для сельскохозяйственных организаций (на площадь 114 тыс. га) при ежегодной сортосмене (5 %) – около 37 т.

Обеспеченность края в семенном рапсе составляет 621,1 т, или 84,2 %, от общей потребности. В том числе 178,2 т – категории ОС и ЭС, или 24,2 % от общей потребности; 442,9 т – категории РС, или 60,0 % от общей потребности.

Всего из урожая 2017 г. элитпроизводящими хозяйствами края было реализовано 141,45 т элитных семян ярового рапса, в том числе ФГУП «Михайловское» – 59,9 т, ООО «Ермак» – 71,55 т и филиалом ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва – 10 т. Объем приобретенных элитных семян ярового рапса сельскохозяйственными товаропроизводителями в 2018 г. составил 192,95 т, в том числе 51,5 т (26,7 % от всего объема приобретенных семян) закуплено за пределами региона, по состоянию на июль 2018 г. просубсидировано 192,95 т.

Сельскохозяйственные товаропроизводители возделывают сорта как отечественной селекции, так сорта и гибриды импортной селекции, в основном немецкого производства. На рисунке 3 показана структура посевных элитных семян в 2018 г. на территории Красноярского края.



Рис. 3. Структура используемых элитных семян рапса в Красноярском крае в 2018 году, %

На территории края в 2018 г. возделывают следующие сорта отечественной селекции: Надежный 92 (Новосибирск); Аккорд (Липецк); Ермак (Липецк); Флагман (Липецк); Сибирский (Новосибирск) и другие.

Возделываются также следующие сорта и гибриды западной селекции: Герос (Германия); Хайлайт (Германия); Траппер (Германия); Белинда (Герма-

ния); Брандер (Германия). На рисунке 4 показана структура посадочного материала элитных сортов рапса в Красноярском крае.

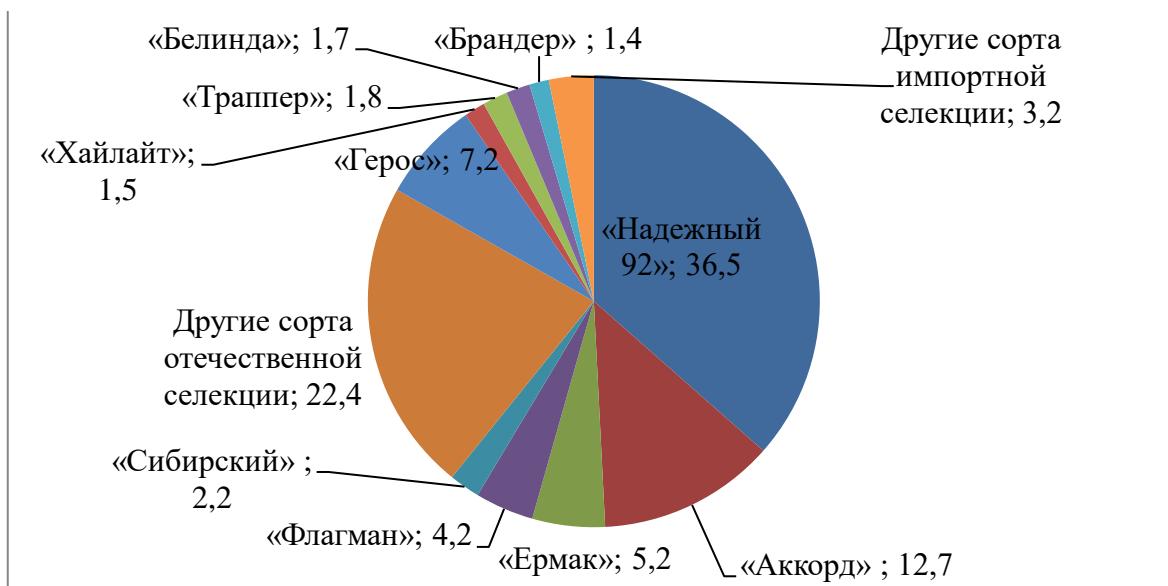


Рис. 4. Структура используемых семян рапса по сортам в 2018 г. на территории Красноярского края, %

Основными поставщиками семян ярового рапса на территорию Красноярского края являются: Новосибирская область (ФГБНУ «СибНИИ кормов», ООО НПС «Корма», ООО «Семена Приобья»), Липецкая область (ФГБНУ «ВНИИ рапса»), Красноярский край (ФГУП «Михайловское» и ООО «Ермак»).

Благодаря раннеспелости, хорошей урожайности сорта сибирской селекции (Надежный, Сибирский) более надежно вызревают в лесостепной, подтаежной и таежной зонах Сибири, чем зарубежные сорта и гибриды F1.

Рапс способен стать альтернативным возобновляемым источником энергии, рапсовое масло является сырьем для производства биодизеля и глицерина, а отходы производства (солома и органический сор) могут стать сырьем для производства этилового спирта и использоваться как автомобильное топливо [5]. Биодизель – это смесь рапсового масла с метиловым спиртом и щелочью, которая является экологическим топливом для дизельных двигателей. При средней урожайности маслосемян в крае 1,1–1,5 т/га и масличности в 38–40 % с одного гектара можно получить до 550 кг биодизеля и до 75 кг побочного продукта – первичного глицерина. Очищенный глицерин незаменим в фармацевтической и косметологической отраслях. Биодизель, полученный из рапсового масла, отличается более высоким цетановым числом, чем нефтяной дизель (56.58 вместо 50.52), хорошей воспламеняемостью и экологической чистотой (при сгорании выделяется на 50 % меньше сажи и на 10 % – двуокиси углерода).

В Красноярском крае планируется строительство завода по переработке маличных культур в Сухобу-

зимском районе, что позволит увеличить рентабельность и эффективность производства маслосемян, изменит структуру экспорта с сырьевой основы на продукты их переработки. Российское рапсовое масло остается высоковостребованным экспортно-ориентированным товаром, а рапсовый жмых и шрот становятся все более ориентированными на внутренний рынок, из-за увеличения поголовья свиней и КРС в сельхозпредприятиях. Использование рапса (зеленой массы и жмыха) на корм животным позволяет снизить потребность животноводства в зернофураже, что обеспечит снижение себестоимости животноводческой продукции и повышение рентабельности отрасли.

Заключение. Рапс является очень пластичной и универсальной культурой, его неприхотливость в природно-климатических условиях и создание новых продуктивных сортов и гибридов 00-типа способствуют расширению географии возделывания культуры и объемов ее производства. Повышенный интерес сельскохозяйственных товаропроизводителей к рапсу обусловлен стабильно высокими ценами на товарные маслосемена на протяжении нескольких лет. Возможность безотходного использования маслосемян рапса обеспечивает высокую рентабельность возделывания этой культуры.

В Красноярском крае сельскохозяйственные товаропроизводители стали активно включать в севообороты масличные культуры, особенно яровой рапс. Использование рапса в севооборотах способствует удобрению и улучшению структуры почвы, благодаря развитой корневой системе. В последние 4 года посевные площади под рапсом увеличились в

4,4 раза, производство маслосемян – в 5,4 раза. Можно отметить и постепенное увеличение урожайности культуры, в связи с применением высокоурожайных сортов и гибридов рапса и использованием интенсивных технологий их возделывания. Еще одним источником увеличения продуктивности культуры должно стать материальное перевооружение сельскохозяйственных предприятий и использование современной сельскохозяйственной и сушильно-очистительной техники.

Маслосемена рапса являются высокорентабельным экспортным товаром, особенно для стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Строительство завода по переработке масличных культур на территории края будет способствовать увеличению спроса на маслосемена, расширению ассортимента продуктов питания, увеличению кормовой базы для сельскохозяйственных животных и птицы.

Литература

1. Суворова Ю.Н. Изменчивость важнейших хозяйственно-ценных показателей семян яровой суперцизы при репродуцировании и ее использование в селекционно-семеноводческом процессе: дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2006. – 124 с.
2. Оробченко В.П. Рапс. – М.: Сельхозгиз, 1933. – 35 с.
3. Кашеваров Н.И., Нурлыгаянов Р.Б., Ахметгareев Р.Ф. Развитие производства ярового рапса в Западной Сибири. – 2015. – 185 с.
4. Курсакова В.С., Афанасьева О.В. Влияние препаратов ризосферных бактерий на урожайность ярового рапса в степной зоне Алтайского края // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 3. – С. 89–94.
5. Лобова Т.В., Субботина М.А. Рапс – перспективная культура Сибири // Новая наука: опыт, традиции, инновации: междунар. науч. периодическое издание по итогам междунар. науч.-практ. конф. (12 сентября 2016 г., г. Омск). – Стерлитамак: АМИ, 2016. – С. 82–84.
6. Халипский А.Н., Ведров Н.Г., Рябцев А.А. Жирнокислотный состав растительного масла сортов ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 3. – С. 90–94.
7. Бородуліна А.А. и др. Биохимическая характеристика семян производственных и перспективных сортов и гибридов масличных культур // Вопросы биохимии масличных культур в связи с задачами селекции: сб. науч. работ / ВНИИМК. – Краснодар, 1981. – 136 с.
8. Осипова Г.М., Познахарева О.А. Особенности селекции и перспективы использования нового сорта ярового рапса 00-типа Сибирский // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 7, № 4. – С. 151–157.
9. Создание новых сортов ярового рапса, разработка технологий их возделывания и использование на корм в Сибири / Н.И. Кашеваров, В.П. Данилов, Г.М. Осипова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 6. – С. 36–41.

Literatura

1. Suvorova Ju.N. Izmenchivost' vazhnejshih hozjajstvenno-cennyh pokazatelej semjan jarovoij surepicy pri reproducirovaniii i ee ispol'zovanie v selekcionno-semenovodcheskom processe: dis. ... kand. s.-h. nauk. – Omsk, 2006. – 124 s.
2. Orobchenko V.P. Raps. – M.: Sel'hozgiz, 1933. – 35 s.
3. Kashevarov N.I., Nurlygajanov R.B., Ahmetgareev R.F. Razvitiye proizvodstva jarovogo rapsa v Zapadnoj Sibiri. – 2015. – 185 s.
4. Kursakova V.S., Afanas'eva O.V. Vlijanie preparatov rizosfernnyh bakterij na urozhajnost' jarovogo rapsa v stepnoj zone Altajskogo kraja // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 3. – S. 89–94.
5. Lobova T.V., Subbotina M.A. Raps – perspektivnaja kul'tura Sibiri // Novaja nauka: opyt, tradicii, innovacii: mezhdunar. nauch. periodicheskoe izdanie po itogam mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (12 sentyabrya 2016 g., g. Omsk). – Sterlitamak: AMI, 2016. – S. 82–84.
6. Halipskij A.N., Vedrov N.G., Rjabcev A.A. Zhirkokislotnyj sostav rastitel'nogo masla sortov jarovogo rapsa v usloviyah Krasnojarskoj lesostepi // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 3. – S. 90–94.
7. Borodulina A.A. i dr. Biohimicheskaja harakteristika semjan proizvodstvennyh i perspektivnyh sortov i gibridov maslichnyh kul'tur // Voprosy biohimii maslichnyh kul'tur v svyazi s zadachami selekcii: sb. nauch. rabot / VNIIMK. – Krasnodar, 1981. – 136 s.
8. Osipova G.M., Poznahareva O.A. Osobennosti selekcii i perspektivy ispol'zovaniija novogo sorta jarovogo rapsa 00-tipa Sibirskej // Uspehi sovremennoj nauki i obrazovanija. – 2017. – T. 7, № 4. – S. 151–157.
9. Sozdanie novyh sortov jarovogo rapsa, razrabotka tehnologij ih vozdeljivanija i ispol'zovanie na korm v Sibiri / N.I. Kashevarov, V.P. Danilov, G.M. Osipova [i dr.] // Dostizhenija nauki i tekhniki APK. – 2009. – № 6. – S. 36–41.

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.619

А.М. Третьяков, П.И. Евдокимов, С.С. Бурдуковский

ЭПИЗООТОЛОГИЯ БЕШЕНСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

A.M. Tretyakov, P.I. Evdokimov, S.S. Burdukovsky

THE EPISOOTOLOGY OF RABIES IN THE REPUBLIC OF BURYATIA

Третьяков А.М. – д-р вет. наук, доц. каф. паразитологии, эпизоотологии и хирургии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Евдокимов П.И. – д-р вет. наук, проф., зам. начальника Бурятской республиканской станции по борьбе с болезнями животных, г. Улан-Удэ. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Бурдуковский С.С. – асп. каф. паразитологии, эпизоотологии и хирургии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Приведены результаты эпизоотологического мониторинга бешенства в Республике Бурятия за период 37 лет. В течение 1981–2011 гг. Республика Бурятия являлась благополучным по бешенству регионом Российской Федерации. В 2011 г. бешенство было зарегистрировано у трех коров в одном из населенных пунктов Закаменского района Республики Бурятия. Предварительный диагноз на бешенство был поставлен на основании классических клинических признаков и далее подтвержден лабораторными исследованиями. Проведенный в ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» филогенетический анализ изолятов вируса бешенства показал, что выделенный вирус принадлежит к группе, широко распространенной в степной и лесостепной зонах Евразии и экологически связан преимущественно с лисицами. Вирус с данной нуклеотидной последовательностью гена N (1353 п.н.) ранее выделялся у животных Монголии. В следующие 3 года вирус бешенства распространялся с запада на восток среди диких плотоядных и сельскохозяйственных животных по долине р. Джида. В период с 2014 по 2016 г. регион оставался благополучным по бешенству. В 2017–2018 гг. в Мухоршибирском районе зарегистрировано 48 очагов, в Заиграевском районе – 3, Тарбагатайском – 2, Закаменском – 2, Бичурском и Джидинском районах – по 1 очагу бешенства. Из общего числа положительных проб, зарегистрированных за 2011–2018 гг., более половины (55 %) приходится на лис. Данный факт свидетельствует о

Tretyakov A.M. – Dr. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Parasitology, Epizootiology and Surgery, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, Ulan-Ude. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Evdokimov P.I. – Dr. Vet. Sci., Prof., Deputy-Chief, Buryat Republican Station on Fight against Animals Diseases, Ulan-Ude. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Burdukovsky S.S. – Post-Graduate Student, Chair of Parasitology, Epizootiology and Surgery, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, Ulan-Ude. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

том, что данный вид семейства псовых является основным природным резервуаром рабочего вируса и подтверждает природно-очаговый характер данной болезни. Домашние плотоядные животные (собаки) в эпизоотическом процессе болезни занимают 2,5 %. Это указывает, что они не играют большой роли как резервуары бешенства, а являются индикаторным показателем неблагополучия данной территории.

Ключевые слова: бешенство, Бурятия, эпизоотологический мониторинг, эпизоотический процесс.

The results of epizootological monitoring of rabies in the Republic of Buryatia during 37 years are given in the study. During 1981–2011 the Republic of Buryatia was the region of the Russian Federation, safe on rabies. In 2011 rabies was registered in three cows in one of settlements of Zakamensky area of the Republic of Buryatia. The preliminary diagnosis on rabies was made on the basis of classical clinical signs and further was confirmed with laboratory researches. Phylogenetic analysis of isolates of the virus of rabies carried out at FSBI "Federal Center of Health Protection of Animal's showed that allocated virus belonged to group, widespread in steppe and forest-steppe zones of Eurasia and was ecologically connected mainly with foxes. The virus with this nucleotide sequence of a gene of N (1353 items of N) earlier it was allocated in animals of Mongolia. In the next 3 years the virus of rabies extended from the West on the East among wild carnivorous and farm

animals on the valley of river of Dzhid. During the period from 2014 to 2016 the region remained safe on rabies. In 2017–2018 in Mukhorshibirsky area 48 centers, in Zaigrayevsky area – 3, by Tarbagataysk – 2, Zakamensky – 2, Bichursky and Dzhidinsky areas – on 1 center of rabies were registered. From total number of positive tests registered for 2011–2018, more than a half (55 %) was the share of foxes. This fact testifies that this type of family of canids is the main natural reservoirs of rabies virus and confirms natural and focal character of this illness. Domestic carnivores (dogs) in epizootic process of the illness occupy 2.5 %. It specifies that they do not play a big role as rabies reservoir, and are indicators of the trouble of the territory.

Keywords: rabies, Buryatia, epizootological monitoring, epizootic process.

Введение. Бешенство является одной из самых опасных и тяжелых болезней для животных и людей, которая характеризуется поражением центральной нервной системы и заканчивается, как правило, летально.

В настоящее время эпизоотическая и эпидемиологическая ситуации во многих странах мира и Российской Федерации по бешенству характеризуются повышением напряженности эпизоотического процесса, увеличением числа неблагополучных пунктов, видов животных [1–3].

Цель исследования: мониторинг видового и количественного состава животных, имевших подтвержденные случаи заболевания бешенством в Республике Бурятия за 2011–2018 годы.

Материалы и методы исследования. В качестве исходных материалов были использованы данные БУ ветеринарии РНПВЛ и ФГБУ «Центр ветеринарии» г. Владимира. Официальные данные дополнялись собственных наблюдений и исследований по интенсивным и экстенсивным показателям эпизоотического процесса.

Исследования проведены в соответствии с методическими рекомендациями «Система эпизоотологического мониторинга особо опасных, экзотических и малоизученных, в том числе зооантропонозных, болезней животных» (2001) [4].

Результаты исследования. В результате сравнительно-исторического исследования установлено, что в период с 1981 по 2011 г. Республика Бурятия являлась благополучным по бешенству регионом. В 1981 г. бешенство было зарегистрировано в Еравнинском районе республики у собаки, которой был покусан и впоследствии умер мальчик.

В 2011 г. бешенство было зарегистрировано у трех коров в одном из населенных пунктов в Закаменском районе Республики Бурятия (табл. 1), расположенному в территориальной близости от государственной границы с Монгoliей. Предварительный диагноз на бешенство был поставлен на основании классических клинических признаков, наблюдавшихся у заболевших животных, в числе которых отмечалась обильная саливация, ничем не объяснимая агрессия, приступы возбуждения, частые посыпи к мочеиспусканию. Далее диагноз был подтвержден в БУ ветеринарии РНПВЛ, лабораторными исследованиями РИФ. Со слов животноводов лисы начали появляться вблизи населенных пунктов задолго до появления первых случаев болезни, у лис отмечалось отсутствие страха перед человеком и домашними животными. В результате лабораторных исследований биопроб от животных бешенство было подтверждено у 7 рыжих лисиц, 1 волка, 1 барсука, 1 собаки и у 3 коров.

Проведенный в ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» филогенетический анализ изолятов вируса бешенства показал, что выделенный вирус принадлежит к группе, широко распространенной в степной и лесостепной зонах Евразии. Схожий вирус был выделен от Поволжья до Монголии и экологически связан преимущественно с лисицами, вирус с данной нуклеотидной последовательностью гена N (1353 п. н.) ранее выделялся у животных Монголии.

В 2012 г. болезнь была вновь зарегистрирована на территории Закаменского района в двух эпизоотических очагах, бешенство было зарегистрировано у 4 коров, 1 собаки и 2 лисиц (табл. 1).

В 2013 г. бешенство было зарегистрировано в 3 эпизоотических очагах на территории двух административных районов (Закаменский и Джидинский), в эпизоотический процесс были вовлечены дикие плотоядные животные.

Таким образом, на протяжении 3 лет вирус бешенства распространялся с запада на восток среди диких плотоядных и сельскохозяйственных животных по долине р. Джиды.

В рамках проведения мониторинга по бешенству с 2014 по 2016 г. были исследованы 419 проб от разных видов плотоядных животных, в том числе в 2016 г. исследовано 120 проб, из них 38 – от волков, 51 – от лис, 20 – от собак, 9 – от соболей, 1 – от кошек, 1 – от корсака, – все пробы на бешенство были отрицательными.

Таблица 1

Эпизоотическая ситуация по бешенству в Республике Бурятия (2011–2018 гг.)

Год	Количество неблагополучных районов	Количество эпизоотических очагов	Число заболевших животных (дикие, домашние, с.-х.)
2011	1	2	КРС – 3, собаки – 1, дикие плотоядные – 9
2012	1	2	КРС – 4, собаки – 1, дикие плотоядные – 2
2013	2	3	Дикие плотоядные – 3
2017	6	28	КРС – 18, собаки – 1, дикие плотоядные – 24
2018	6	56	КРС – 17, МРС – 1, лошади – 2, дикие плотоядные – 9

В ноябре 2017 г. бешенство было зарегистрировано в Мухоршибирском районе Республики Бурятия у лисиц. Первый случай был установлен на животноводческой стоянке, на территории сельского поселения Хошун-Узурское, где произошло нападение лисы на сторожевую собаку, которая впоследствии заболела.

В течение ноября и декабря 2017 г. в этом же районе зарегистрированы неоднократные случаи появления вблизи населенных пунктов лис, которые безбоязненно приближались к животноводческим стоянкам, сельскохозяйственным животным, пред-

ставляя угрозу для животных и людей. К середине декабря неблагополучными по бешенству было зарегистрировано 57 эпизоотических очагов в 6 административных районах республики – Мухоршибирский, Тарбагатайский, Джидинский, Бичурский, Закаменский и Заиграевский.

В период 2017–2018 гг. в Мухоршибирском районе зарегистрировано 48 очагов; Заиграевском районе – 3; Джидинском районе – 1; Тарбагатайском районе – 2; Закаменском районе – 2; Бичурском районе – 1 очаг.

Таблица 2

Структура заболеваемости по видам животных на территории Республики Бурятия (2011–2018 гг.)

Район	Дикие охотничье-промышленные животные	Домашние животные	Сельскохозяйственные животные
Закаменский	13	2	8
Джидинский	1	1	
Мухоршибирский	31		45
Тарбагатайский	1		8
Заиграевский	5	1	
Бичурский	–	–	2

Таким образом, за период с 2011 по 2018 г. в Республике Бурятия лабораторно подтверждено 118 случаев заболевания животных бешенством, из них 42 случая бешенства – у КРС, 2 – у лошадей, 1 – у овец, 3 – у собак и 68 случаев заболевания диких животных (лисица – 65, волк – 2, барсук – 1) (рис. 1).

Из общего числа положительных проб более половины (55 %) приходится на лисицу (табл. 2). Это свидетельствует о том, что данный вид семейства псовых является основным природным резервуаром

рабического вируса и подтверждает природно-очаговый характер данной болезни. Домашние плотоядные животные (собаки) в эпизоотическом процессе болезни занимают 2,5 %, что указывает на то, что собаки не являются резервуаром бешенства, а представляют собой индикаторный показатель неблагополучия данной территории. Заболевание одного барсука, по нашему мнению, стоит рассматривать как казуистический случай.

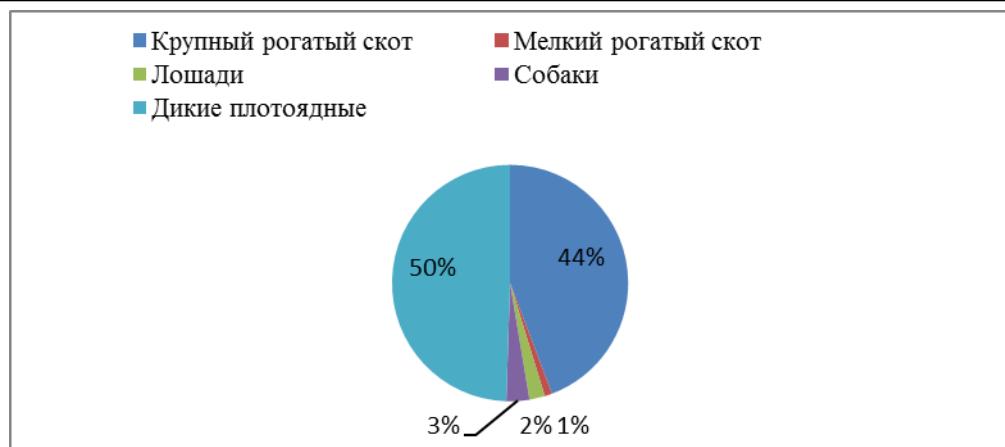


Рис. 1. Видовое распределение заболевания бешенством животных в Республике Бурятия (2011–2018 гг.)

На долю крупного рогатого скота пришлось 35,5 % случаев бешенства, исходя из чего данный вид животных можно рассматривать в качестве вида – показателя напряженности эпизоотического процесса в регионе.

Таким образом, ключевым фактором в борьбе с бешенством является постоянный контроль популяции диких животных (лисиц), проведение мониторинговых исследований в наиболее неблагополучных районах.

Численность лисиц на территории Республики Бурятия (рис. 2) до 2008 г. была на одном уровне – в пределах примерно 3 200 особей. За последние годы численность этих плотоядных после некоторого повышения до 6 244 особей в 2010 г. стала вновь снижаться (в 2012 г. число особей равно 5 290). В зимний и ранневесенний периоды года значительно ухудшается кормовая база, что способствует сезонной миграции плотоядных к населенным пунктам и

животноводческим стоянкам. В такое время число особей лисиц и плотность их на определенных территориях увеличивается. Этому также способствует снижение охотничьего промысла, которое стало малопривлекательным для местных охотников вследствие экономической невыгодности (отсутствие спроса на лисий мех, невысокая стоимость шкурок и др.).

В настоящее время плотность лисицы на 1000 га территории лесных угодий составляет 0,02; на полевых угодьях – 0,2; на болоте – 0,24. Действующая норма МЭБ – не менее 4 лисиц/100км²/в год. При благоприятных экологических условиях среды обитания число лисиц может увеличиваться и, соответственно, увеличится плотность их на определенных территориях. Наличие и поддержание таких природных резервуаров и источников инфекции может повысить риск новых вспышек природного бешенства.

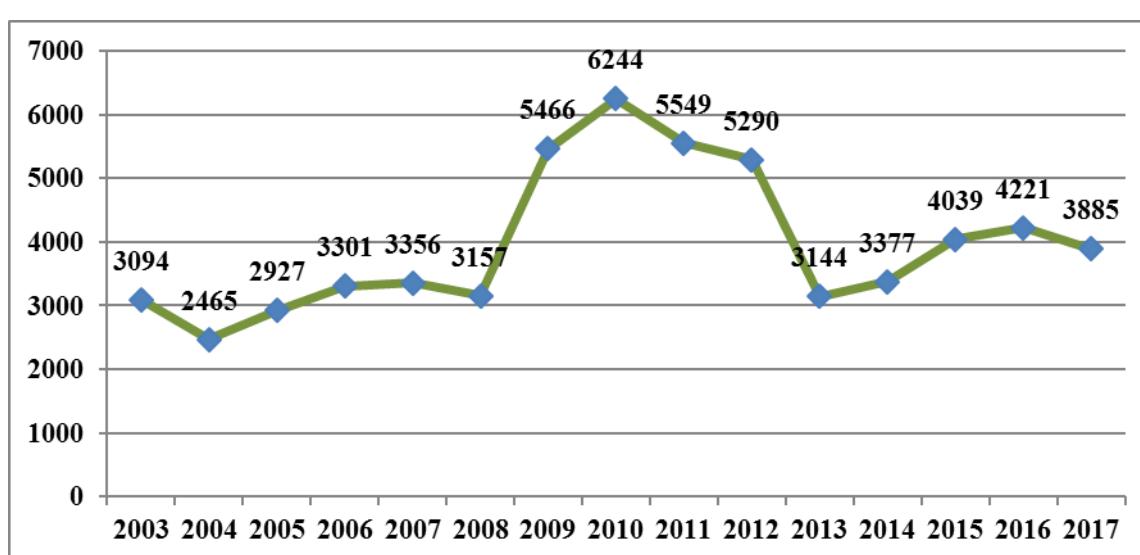


Рис. 2. Динамика численности лисицы на территории Республики Бурятия по годам

Природным очагам лисьего бешенства свойственны лесостепная приуроченность, трех- и четырехлетняя цикличность, осенняя и зимне-весенняя сезонность, стационарность, стойкость природных очагов, определяемых экологией лисицы – главного резервуара и вектора инфекции. В отдельных природных очагах бешенство может повторяться и через более короткие временные промежутки (1–2 года), что подтверждено новыми спорадическими вспышками болезни в Республике Бурятия в 2017–2018 гг. с вовлечением в эпизоотический процесс волков [1, 2].

Время, необходимое для такого процесса или цикла, определяется как интервал между подъемами эпизоотии и зависит от скорости нарастания и численности восприимчивых животных. Это число может нарастать медленно и постепенно, но это не исключает периодичности, что характерно для бешенства [1–3].

За период наблюдения 2011–2018 гг. в эпизоотической ситуации по бешенству в Республике Бурятия наблюдали 2 циклических подъема (2011, 2017), интервал между подъемами составил в первом случае 30 лет, во втором – 3 года. По-видимому, это связано с заносом возбудителя резервуарными хозяевами в первом случае с приграничной территории Монголии, во втором случае – с территории соседнего Забайкальского края, что подтверждается молекулярно-генетическим родством выделенных возбудителей болезни.

Эффективность проводимых антирабических мероприятий всецело зависит от качества проводимых мониторинговых исследований, постоянного эпизоотологического обследования потенциально неблагополучных и угрожаемых территорий, правильно выбранной стратегии иммунопрофилактики у домашних и сельскохозяйственных животных и информационно-разъяснительной работы с населением.

Выводы

1. При эпизоотологическом анализе установлено, что основным резервуаром вируса бешенства и главным вектором распространения болезни в Республике Бурятия являются лисы.

2. Установлено, что зоны эпизоотического неблагополучия бешенства перемещаются при миграции лисиц, которые являются основными распространителями и резервуарами возбудителя болезни.

3. Активизация эпизоотического процесса бешенства происходит в связи с увеличением популяции диких плотоядных, что было зафиксировано в 2010–2012 гг. на территории Республики Бурятия.

4. Основным эффективным методом профилактики «дикого бешенства» на сегодняшний день

является регулирование численности диких плотоядных животных с обязательной материальной заинтересованностью охотников.

5. Проведение объективного зимнего маршрутного учета диких плотоядных животных позволяет прогнозировать и оценивать степень вероятности возникновения бешенства.

Литература

1. Дудников С.А. Особенности проявления бешенства в России // Биолог.-эколог. пробл. заразных болезней диких животных и их роль в патологии с.-х. животных // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. – Покров: Изд-во ВНИИВ-ВиМ, 2002. – С. 107–110.
2. Краевая эпизоотология Нечерноземной зоны РСФСР: монография / Л.А. Балова [и др.]; под ред. В.П. Урбана, М.Г. Таршиса. – М.: Колос, 1980. – 208 с.
3. Муруева Г.Б., Ринчиков Д.Б. Бешенство в Забайкальском крае // Актуальные probl. соврем. вет. науки и практики: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Краснодар. НИВИ. – Краснодар, 2016. – С. 314–317.
4. Система эпизоотологического мониторинга особо опасных, экзотических, малоизученных, в том числе зооантропонозных болезней животных / И.А. Бакулов [и др.]. – Покров: Изд-во ВНИИВ-ВиМ, 2001. – 72 с.

Literatura

1. Dudnikov S.A. Osobennosti projavlenija beshenstva v Rossii // Biologo-jekolog. probl. zaraznyh boleznej dikh zhivotnyh i ih rol' v patologii s.-h. zhivotnyh // Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Pokrov: Izd-vo VNIIVVIM, 2002. – S. 107–110.
2. Kraevaja jepizootologija Nechernozemnoj zony RSFSR: monografija / L.A. Balova [i dr.]; pod red. V.P. Urbana, M.G. Tarshisa. – M.: Kolos, 1980. – 208 s.
3. Murueva G.B., Rinchikov D.B. Beshenstvo v Zabajkal'skom krae // Aktual'nye probl. sovrem. vet. nauki i praktiki: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashhh. 70-letiju Krasnodar. NIVI. – Krasnodar, 2016. – S. 314–317.
4. Sistema jepizootologicheskogo monitoringa osobopasnyh, jekzoticheskikh, maloizuchennyh, v tom chisle zooantropoznyh boleznej zhivotnyh / I.A. Bakulov [i dr.]. – Pokrov: Izd-vo VNIIVVIM, 2001. – 72 s.

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
ПРЕПАРАТОВ «ПРОВАГЕНА» И «ЛАКТУСАНА»

K.A. Danilova

MEAT EFFICIENCY OF BROILER CHICKENS RECEIVING
MEDECINES "PROVAGEN" AND "LACTUSAN"

Данилова К.А. – соискатель каф. частной зоотехнии Донского государственного аграрного университета, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский, технолог ОАО «Агрофирма “Приазовская”, Ростовская обл., Кагальницкий р-н, с. Новобатайск. E-mail: kristina_nalivayko@mail.ru

Цель исследования – определение биологического действия пробиотика «Проваген» и пребиотика «Лактусан» на мясную продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров кросса Ross 308 в условиях ОАО АФ «Приазовская» Кагальницкого района Ростовской области с 2014 по 2016 г. Методом аналогов было сформировано три опытные группы и одна контрольная, по 1000 гол. в каждой. Все подопытные цыплята в период проведения опыта получали основной рацион, применяемый на птицефабрике. Цыплятам 1-й опытной группы в дополнение к основному рациону вместе с питьевой водой давали пробиотик «Проваген» с 1-го по 10-й день жизни в дозе 0,0002 г/г, с 11-го по 21-й день опыта – 0,0005 г/г; птице 2-й опытной группы – пребиотик «Лактусан» из расчета 5 мл/г в течение первых трех недель выращивания; бройлерам 3-й опытной группы одновременно выпаивали «Проваген» и «Лактусан» в аналогичных дозировках. Для оценки влияния исследуемых препаратов на организм цыплят были изучены такие показатели, как динамика живой массы, убойные качества цыплят-бройлеров, морфологический состав тушек и химический состав, питательная и энергетическая ценность мяса. Препараты положительно влияют на живую массу цыплят-бройлеров, а также на морфологический состав тушек птиц. Использование биологически активных веществ в комплексе позволило повысить убойный выход построенных тушек цыплят на 0,8 %, выход продукции первой категории на 4 %, содержание мышечной ткани в тушках птиц на 1,19 % в сравнении с контрольной группой. Наиболее эффективно совместное применение препаратов.

Ключевые слова: «Проваген», «Лактусан», пробиотик, пребиотик, цыплята-бройлеры, мясная продуктивность, химический состав мяса, экологически чистые препараты, живая масса птицы.

Danilova K.A. – Applicant, Chair of Private Zootechnics, Don State Agrarian University, Rostov Region, Oktyabrsky District, S. Persianovsky, Technologist of JSC 'Priazovskaya Agricultural Firm', Rostov Region, Kagalnitsky District, V. Novobataysk. E-mail: kristina_nalivayko@mail.ru

The research objective was the definition of biological effect of probiotic of "Provagen" and Laktusan prebiotic on meat efficiency and the quality of meat of broilers of cross-country of Ross 308 in the conditions of JSC AF Priazovskaya of Kagalnitsky area, Rostov Region from 2014 to 2016. The method of analogs created three experimental groups and one control, 1000 heads in each. All experimental chickens during the experiment received the main diet applied on poultry farm. The chickens of the 1st experimental group in addition to the main diet together with drinking water were given a probiotic of "Provagen" from the 1st to the 10th day of life in a dose of 0.0002 g/g, from the 11th to the 21st day of experiment – 0.0005 g/g; to a bird of the 2nd experimental group – Lactusan prebiotic at the rate of 5 ml/g within the first three weeks of growth; the broilers of the 3rd experimental group at the same time of "Provagen" and "Lactusan" were given in similar dosages. For the assessment of the influence of studied preparations on the organism of chickens such indicators as dynamics of live weight, lethal qualities of broilers, morphological structure of carcasses and chemical composition, nutritional and power value of meat were studied. The preparations positively influence the live mass of broilers, and also morphological structure of birds' carcasses. Using biologically active agents in a complex allowed raising slaughter-out percentage of gutted carcasses of chickens to 0.8 %, an exit of production of the first category to 4 %, the content of muscular tissue in carcasses of birds for 1.19 % in comparison with control group. The most effective is combined use of preparations.

Keywords: "Provagen", "Lactusan", probiotic, prebiotic, chicken broilers, meat efficiency, meat chemical composition, environmentally pure preparations, live mass of a bird.

Введение. Экологическая безопасность продукции животноводства имеет большое значение, так как данные о способах поддержания качества и продолжительности жизни привели к увеличению спроса на полноценные по биологическим качествам животноводческие продукты [2].

В последнее время накоплено большое количество информации о потенциальной опасности остаточных количеств антибиотиков в мясе и яйцах животных. Помимо этого, образование устойчивых штаммов к антибиотическим веществам может привести к изменению качественного и количественного пейзажа нормальной микрофлоры и болезням птицы, так как действие антибиотика губительно не только для патогенной микрофлоры, но и для полезной [3, 5, 6, 14].

В решении этих острых проблем во всем мире все большее значение приобретает применение биологически активных веществ с лечебно-профилактической целью [1, 8, 11, 15]. Особого внимания заслуживают пробиотики и пребиотики.

Пробиотики – препараты микробиологического происхождения, состоящие из живых непатогенных микроорганизмов или продуктов их ферментации, обладающие антагонистической активностью по отношению к патогенной и нежелательной микрофлоре кишечника человека или животных.

Экологическая безопасность пробиотиков обусловлена их натуральным происхождением. Отсутствие побочных эффектов и урона здоровью конечного потребителя продукции является отличительной чертой продуктов биотехнологии [4].

Для увеличения сохранности, мясной и воспроизводительной продуктивности животных и сельскохозяйственной птицы ученые, ведущие зоотехники и ветеринарные врачи рекомендуют применять пребиотические препараты [7, 8, 10, 12].

Пребиотики – химические соединения, стимулирующие естественную микрофлору; не перевариваются и не всасываются в желудке и тонком отделе кишечника, а практически в неизменном виде попадают в толстый отдел кишечника, где используются в качестве питательной среды для представителей нормальной микрофлоры [13].

Таким образом, поиск экологически чистых препаратов, способных оказывать комплексное воздействие на организм птицы, а также разработка эффективных схем их применения являются актуальными для решения основных проблем птицеводства.

Цель исследования: определение биологического действия пробиотика «Проваген» и пребиотика «Лактусан» на мясную продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров кросса Ross 308.

Материал и методы исследования. Исследование по применению биологически активных добавок пробиотика «Проваген» и пребиотика «Лактусан» при выращивании цыплят – бройлеров кросса Ross 308 проводилось в ОАО АФ «Приазовская» Кагальницкого района Ростовской области с 2014 по 2016 г.

Было сформировано четыре группы, три опытные и одна контрольная, по 1000 гол. в каждой. Все подопытные цыплята в период проведения опыта получали основной рацион, применяемый на птицефабрике. Цыплятам 1-й, 2-й, 3-й опытных групп в дополнение к основному рациону вместе с питьевой водой давали препараты согласно дозировке, приведенной в схеме опыта (табл. 1). Препараты вводили через медикатор путем растворения в теплой воде (37–38 °C). Условия содержания, кормления и поения были одинаковыми и соответствовали рекомендациям ВНИТИП. Срок выращивания составил 42 дня.

Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Условия кормления
Контрольная	Основной рацион (ОР), г/гол.
1-я опытная	ОР + «Проваген» в дозе: 1–10 дн. – 0,0002 г/гол.; 11–21 дн. – 0,0005 г/гол.
2-я опытная	ОР + «Лактусан» в дозе 5 мл/гол. в течение первых 3 недель
3-я опытная	ОР + «Проваген» + «Лактусан»: 1–10 дн. – 0,0002 г/гол. + 2,5 мл/гол.; 11–21 дн. – 0,0005 г/гол. + 2,5 мл/гол.

Для оценки общего влияния пробиотика «Проваген» и пребиотика «Лактусан» на организм цыплят по общепринятым методикам были изучены такие показатели, как динамика живой массы, убойные качества цыплят-бройлеров и химический состав, питательная и энергетическая ценность мяса.

Взвешивание проводили в утренние часы до кормления, по 100 голов из каждой группы.

Убойные качества цыплят-бройлеров определяли в 42-дневном возрасте путем контрольного

убоя 10 голов из каждой группы (в соответствии с рекомендациями ВНИТИП) [9].

Химический состав мяса, его питательную и энергетическую ценность определяли в возрасте 42 суток. При этом изучалось содержание влаги, жира, белка, золы. Калорийность мяса определяли расчетным путем по химическому составу и калорическим коэффициентам: 1 г жира = 9,3 ккал, 1 г белка = 4,1 ккал. Энергетическую ценность мяса (кДж) рассчитывали, исходя из того, что 1 ккал соответствует 4,186 кДж.

Цифровой материал исследований обрабатывали с использованием персонального компьютера, пакета программ Microsoft office и определением критерия достоверности разности по t-критерию Стьюдента. Результаты считали достоверными при $*p < 0,05$, $**p < 0,01$.

Результаты исследования и обсуждение. Результаты еженедельных индивидуальных взвешиваний показывают (табл. 2), что цыплята-бройлеры всех опытных групп в суточном возрасте не имели различий по живой массе, это свидетельствует об

идентичности сформированных групп. К 7-дневному возрасту начало проявляться превосходство цыплят 3-й опытной группы по живой массе относительно контрольной, 1-й и 2-й опытных групп и составило 19,8, 7,4 и 10,5 г соответственно. К 2-недельному возрасту это превосходство составило 26,1; 18,2 и 18,5 г. В возрасте 21 суток живая масса птицы, получавшей в дополнение к основному рациону пробиотик «Проваген» и пребиотик «Лактусан», была больше, чем в контрольной группе, на 76,9 г, или 8,53 % ($p < 0,01$); на 11,4 г, или 1,27 %, чем в 1-й опытной, и на 20,7 г, или 2,3 %, чем во 2-й опытной группах. На протяжении оставшегося анализируемого периода разница по живой массе увеличивалась и к 42-дневному возрасту составила 125,7 г, или 5,15 %; 101,3 г, или 4,15 %, и 103,7 г, или 4,25 %, в сравнении с контрольной, 1-й и 2-й опытными группами. Это свидетельствует о положительном влиянии выпаивания пробиотика «Проваген» совместно с пребиотиком «Лактусан».

В ходе проведения опыта был расчитан среднесуточный прирост живой массы (табл. 2).

Таблица 2
Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г

Возраст, дней	Показатель, г	Группа			
		Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
1	Живая масса	42,3±1,1	42,3±1,1	42,3±0,9	42,3±1,1
7	Живая масса	173,9±2,5	186,3±3,9**	183,2±2,5**	193,7±3,2**
	Среднесуточный прирост	18,8	20,6	20,1	21,6
14	Живая масса	432,2±8,8	440,1±14,3**	439,8±17,6**	458,3±15,6**
	Среднесуточный прирост	36,9	36,3	36,7	37,8
21	Живая масса	824,2±16,3	889,7±2,6**	880,4±20,9**	901,1±23,1**
	Среднесуточный прирост	56,0	64,2	62,9	63,3
28	Живая масса	1290,4±32,8	1335,8±35,8**	1312,3±34,7**	1370,1±29,6**
	Среднесуточный прирост	66,6	63,7	61,7	67,0
35	Живая масса	1803,0±51,5	1834,2±46,3**	1819,8±46,0*	1888,8±41,4**
	Среднесуточный прирост	73,2	71,2	72,5	74,1
42	Живая масса	2314,4±55,1	2338,8±43,7**	2336,4±49,7**	2440,1±44,6**
	Среднесуточный прирост	73,1	72,1	73,8	78,8
1-42	Среднесуточный прирост	54,1	54,7	54,6	57,1

Здесь и далее: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Показатели интенсивности среднесуточного прироста свидетельствуют, что цыплята-бройлеры 3-й опытной группы характеризовались стабильно высокой энергией роста на протяжении всего периода выращивания. Как видно из данных таблицы 2, среднесуточный прирост живой массы был наиболее высоким в 3-й опытной группе. В среднем за 42 дня проведения опыта данный показатель птицы этой опытной группы составил 57,1 г, что на 3,0; 2,4

и 2,5 г выше, чем у аналогов из контрольной, 1-й и 2-й опытных групп соответственно.

При изучении показателей мясной продуктивности бройлеров было установлено (табл. 3), что «Проваген» совместно с «Лактусаном» в рационах цыплят-бройлеров способствует повышению выхода потрошенной тушки до 73,9 %, что на 0,8 % выше, чем в контроле.

Таблица 3
Убойные качества и морфологический состав тушек цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Предубойная масса, г	2300,78±3,7	2312,05±1,9**	2315,91±3,9**	2401,54±2,5**
Средняя масса потрошенной тушки, г	1681,83±3,5	1708,61±1,5**	1706,75±2,1**	1774,74±2,3**
Убойный выход потрошенной тушки, %	73,1±0,13	73,9±0,1	73,7±0,1	73,9±0,1
Категория, %: 1	91	93	93	95
2	9	7	7	5
Масса мышечной ткани, г	1054,49±1,48	1078,13±1,7**	1085,62±3,5**	1133,93±3,3**
% от массы потрошенной тушки	62,7±0,07	63,1±0,1	63,6±0,2	63,9±0,2
Кожа с подкожным жиром, г	206,9±1,96	203,34±0,8**	203,16±1,7**	199,03±1,0**
% от массы потрошенной тушки	12,3±0,1	11,9±0,1	11,9±0,1	11,2±0,1
Костная ткань, г	370,32±1,39	375,9±1,3**	369,05±3,4	387,24±1,2**
% от массы потрошенной тушки	22,0±0,11	22,0±0,1	21,6±0,1	21,8±0,1
Внутренняя жировая ткань, печень, почки, г	50,12±1,85	51,24±1,9	48,92±2,6	54,54±3,7**
% от массы потрошенной тушки	3,0±0,1	3,0±0,1	2,9±0,1	3,1±0,2

У птиц, получавших дополнительно к основному рациону «Проваген», показатель убойного выхода потрошенной тушки также составил 73,9 %, а у цыплят, получавших «Лактусан», – 73,7 %. Данный показатель всех опытных групп был на достаточно высоком уровне. Однако следует отметить, что применение биологически активных препаратов способствует повышению качества полученной продукции. Включение в рацион цыплят пробиотика «Проваген» позволило повысить выход продукции первой кате-

гории на 2 %, пробиотика «Лактусан» – на 2 % и «Провагена» совместно с «Лактусаном» – на 4 % в сравнении с контрольными значениями соответственно.

Анализ морфологического состава тушек цыплят-бройлеров свидетельствует, что масса мышечной ткани и процент ее выхода от массы потрошенной тушки составили 1054,49 г и 62,7 % в контрольной группе (табл. 3). «Проваген» способствует развитию мышечной ткани на 0,4 %, «Лактусан» – на 0,91 %,

совместное применение исследуемых препаратов – на 1,19 %. Масса кожи с подкожным жиром в тушках бройлеров находилась в пределах от 199,03 г в 3-й опытной группе до 206,9 г в контрольной. По содержанию костной ткани в процентах от массы потрошенной тушки во всех группах показатели были на одном уровне – 21,62–22,02 %. В тушках бройлеров 3-й опытной группы в сравнении с контрольными значениями отмечено достоверное ($p < 0,01$) повышение выхода внутренней жировой ткани, печени и почек на 0,09 %. Данный показатель в тушках цыплят 1-й и 2-й опытных групп не имел достоверной разницы в сравнении с аналогами из контрольной группы.

Как видно из данных таблицы 4, биологически активные вещества способствуют снижению количества влаги в бедренных мышцах бройлеров. Так, у птицы 2-й и 3-й опытных групп данный показатель был ниже контрольных значений на 0,33 % ($p < 0,05$) и на 0,5 % ($p < 0,01$) соответственно. Содержание влаги в бедренной мышце цыплят 1-й опытной группы находилось примерно на одинаковом уровне со значениями аналогов из контроля. На этом фоне наблюдалось повышение количества белка в 1-й, 2-й и 3-й группах соответственно на 0,73 % ($p < 0,01$), 0,94 ($p < 0,01$) и 1,74 % ($p < 0,01$).

Таблица 4

Химический состав, питательная и энергетическая ценность мяса цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Бедренные мышцы				
Влага, %	74,73±0,26	74,72±0,39	74,4±0,39*	74,23±0,45**
Белок, %	19,86±0,15	20,59±0,18**	20,8±0,12**	21,6±0,24**
Жир, %	2,91±0,08	2,79±0,13*	2,75±0,13**	2,37±0,09**
Зола, %	2,48±0,11	1,89±0,17**	2,03±0,1**	1,79±0,13**
Питательная ценность 100 г мякоти, ккал	108,45±0,69	110,41±1,83**	110,87±1,39**	110,6±1,28**
Энергетическая ценность 100 г мякоти, кДж	454,06±2,88	462,25±7,66**	464,18±5,82**	463,08±5,35**
Грудные мышцы				
Влага, %	71,83±0,41	71,7±0,27	72,54±0,31**	71,81±0,26
Белок, %	20,8±0,21	21,81±0,16**	21,98±0,13**	22,87±0,2**
Жир, %	2,79±0,05	2,34±0,1**	2,42±0,11**	2,21±0,12**
Зола, %	4,56±0,13	4,14±0,11**	3,07±0,1**	3,1±0,1**
Питательная ценность 100 г мякоти, ккал	111,25±0,84	111,17±1,16	112,57±1,19*	114,3±1,56**
Энергетическая ценность 100 г мякоти, кДж	465,78±3,5	465,45±4,87	471,32±4,99*	478,56±6,53**

Количество жира в образцах бедренных мышц цыплят-бройлеров опытных групп, напротив, уменьшилось на 0,12 % ($p < 0,05$), 0,16 % ($p < 0,01$) и 0,54 % ($p < 0,01$). Кроме того, уменьшилось и содержание золы в бедренных мышцах 1-й, 2-й и 3-й опытных групп на 0,59; 0,45 и 0,69 % соответственно.

По содержанию влаги грудные мышцы цыплят контрольной, 1-й и 3-й опытных групп находились на одном уровне и достоверных различий не имели. Однако данный показатель 2-й опытной группы был выше контроля на 0,71 %. Установлено, что применение исследуемых препаратов способствовало повы-

шению количества белка в грудных мышцах подопытной птицы. Максимальное количество белка было зафиксировано в «белом мясе» цыплят-бройлеров 3-й опытной группы на уровне 22,87±0,2 %, что на 2,07 % больше, чем у аналогов, получавших основной рацион. Под действием биологически активных препаратов в грудных мышцах цыплят снижалось содержание жира и золы на 0,45 и 0,42 % в 1-й опытной группе, на 0,37 и 1,49 % – во 2-й опытной группе и на 0,58 и 1,46 % – в 3-й опытной группе.

Важным показателем при характеристике мяса птицы является питательная и энергетическая цен-

ность. Расчеты показали (см. табл. 4), что питательная и энергетическая ценность 100 г мякоти бедренных мышц цыплят-бройлеров 1-й, 2-й и 3-й опытных групп были выше, чем у контрольной группы птицы, на 1,96 ккал и 8,19 кДж ($p < 0,01$); 2,42 ккал и 10,12 кДж ($p < 0,01$) и 2,15 ккал и 9,02 кДж ($p < 0,01$) соответственно. Наибольшей питательной и энергетической ценностью обладали грудные мышцы цыплят, получавших «Проваген» совместно с «Лактусаном». Данные показатели были выше контрольных значений на 3,05 ккал и 12,78 кДж, значений 1-й опытной группы – на 3,13 ккал и 13,11 кДж и значений 2-й опытной группы – на 1,73 ккал и 7,24 кДж.

Выводы. Результаты исследований, полученные при выпаивании «Провагена» совместно с «Лактусаном» по разработанной схеме, свидетельствуют о том, что препараты положительно влияют на живую массу цыплят-бройлеров, а также на морфологический состав тушек птиц.

Использование биологически активных веществ в комплексе позволило повысить убойный выход потрошенных тушек цыплят на 0,8 %, выход продукции первой категории – на 4 % в сравнении с контрольной группой. Скармливание препаратов позволило повысить содержание мышечной ткани в тушках птиц на 1,19 %.

Литература

1. Бессарабов Б.Ф. Незаразные болезни птиц: учеб. для вузов. – М.: Колос, 2007. – 175 с.
2. Данилевская Н.В. Фармакостимуляция продуктивности животных пробиотическими препаратами: автореф. дис. ... д-ра вет. наук. – М., 2007. – 40 с.
3. Кабисов Р., Цучкиев Б., Хознев А. и др. Использование штаммов лактобактерий при выращивании бройлеров // Птицеводство. – 2010. – № 5. – С. 40–41.
4. Карпуть И.М., Бабина М.П. Формирование иммунного статуса цыплят-бройлеров // Ветеринария. – 2001. – № 6. – С. 28–30.
5. Келлер С., Паркер Д. Новая экспозивная кормовая добавка для повышения продуктивности бройлеров // Животноводство России. – 2013. – № 9. – С. 14–17.
6. Кощаев А.Г., Кобыляцкая Г.В., Миченга Е.И. и др. Применение моно- и полиштамповых пробиотиков в птицеводстве для повышения продуктивности // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2013. – Вып. 3 (42). – С. 98–102.
7. Кулкова А.В., Хохлова А.В. Влияние пихтовита на продуктивность и антиоксидантный статус бройлеров // Ветеринария. – 2007. – № 2. – С. 12–15.
8. Лысенко С.Н. и др. Повышение эффективности яичного птицеводства при использовании пробиотиков. – п. Персиановский, 2009. – 147 с.
9. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц: метод. руководство / под общ. ред. В.С. Лукашенко; ВНИТИП. – Сергиев Посад, 2013. – 35 с.
10. Мухина Н.В., Зайцев Ф.Н., Мартынова И.А. и др. Биологически активные кормовые добавки нового поколения // Мат-лы VI Междунар. вет. конгресса по птицеводству. – М., 2010. – С. 195–200.
11. Очнёв С.П., Краснокутский Р.С. Пробиотик «Муцинол» в рационах птицы // Птицеводство. – 2015. – № 1. – С. 37–40.
12. Толмачев А.Н., Кулакова Т.М., Малинин Р.В. и др. Новые ферментные препараты для животных // Ветеринария. – 2016. – № 1. – С. 51–52.
13. Ушакова Н.А., Некрасов Р.В., Правдин В.Г. и др. Новое поколение пробиотических препаратов кормового назначения // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 1. – С. 184–192.
14. Швыдков А., Жбанова С., Комлярова О. Поиск альтернативы антибиотикам в бройлерном птицеводстве // Птицеводство. – 2012. – № 11. – С. 35–38.
15. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella* / I. Giannenas, P. Florou-Paneri, M. Papazahariadou, E. Christaki // Archives of Animal Nutrition 57. – 2003. – P. 99–106.

Literatura

1. Bessarabov B.F. Nezaraznye bolezni ptic: ucheb. dlja vuzov. – M.: Kolos, 2007. – 175 s.
2. Danilevskaja N.V. Farmakostimulacija produktivnosti zhivotnyh probioticheskimi preparatami: avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk. – M., 2007. – 40 s.
3. Kabisov R., Cuchkiev B., Hoznev A. i dr. Ispol'zovanie shtammov laktobakterij pri vyrashhivanii brojlerov // Pticevodstvo. – 2010. – № 5. – S. 40–41.
4. Karput' I.M., Babina M.P. Formirovanie immunnogo statusa cypljat-brojlerov // Veterinarija. – 2001. – № 6. – S. 28–30.
5. Keller S., Parker D. Novaja jekspozivnaja kormovaja dobavka dlja povyshenija produktivnosti brojlerov // Zhivotnovodstvo Rossii. – 2013. – № 9. – S. 14–17.
6. Koshhaev A.G., Kobyljackaja G.V., Michenga E.I.

- i dr. Primenenie mono- i polishtampovyh prebiotikov v pticevodstve dlja povyshenija produktivnosti // Tr. Kuban. gos. agrar. un-ta. – 2013. – Vyp. 3 (42). – S. 98–102.
7. Kulikova A.V., Hohlova A.V. Vlijanie pihtovita na produktivnost' i antioksidantnyj status brojlerov // Veterinarija. – 2007. – № 2. – S. 12–15.
8. Lysenko S.N. i dr. Povyshenie jeffektivnosti jaichnogo pticevodstva pri ispol'zovanii probiotikov. – p. Persianovskij, 2009. – 147 s.
9. Metodika provedenija anatomicheskoy razdelki tushek, organolepticheskoy ocenki kachestva mjasa i jaic sel'skohozajstvennoj pticy i morfologii jaic: metod. rukovodstvo / pod obshh. red. V.S. Lukashenko; VNITIP. – Sergiev Posad, 2013. – 35 s.
10. Muhina N.V., Zajcev F.N., Martynova I.A. i dr. Biologicheski aktivnye kormovye dobavki novogo pokolenija // Mat-ly VI Mezhdunar. vet. kongressa po pticevodstvu. – M., 2010. – S. 195–200.
11. Ochnov S.P., Krasnokutskij R.S. Probiotik «Mucinol» v racionah pticy // Pticevodstvo. – 2015. – № 1. – S. 37–40.
12. Tolmachev A.N., Kulakova T.M., Malinin R.V. i dr. Novye fermentnye preparaty dlja zhivotnyh // Veterinarija. – 2016. – № 1. – S. 51–52.
13. Ushakova N.A., Nekrasov R.V., Pravdin V.G. i dr. Novoe pokolenie probioticheskikh preparatov kormovogo naznachenija // Fundamental'nye issledovaniya. – 2016. – № 1. – S. 184–192.
14. Shvydkov A., Zhbanova S., Kotlyarova O. Poisk al'ternativy antibiotikam v brojlernom pticevodstve // Pticevodstvo. – 2012. – № 11. – S. 35–38.
15. Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella* / I. Giannenas, P. Florou-Paneri, M. Papazahariadou, E. Christaki // Archives of Animal Nutrition 57. – 2003. – P. 99–106.

УДК:636.3.033:636.082.266

**Б.С. Иолчиев, Ф.Д. Шералиев,
П.М. Кленовицкий, В.А. Багиров,
И.Н. Шайдуллин, М.А. Жилинский**

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГИБРИДОВ АРХАРА И РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ

**B.S. Iolchiev, F.D. Sheraliev, P.M. Klenovitsky, V.A. Bagirov,
I.N. Shaydullin, M.A. Zhilinsky**

MEAT PRODUCTIVITY OF HYBRIDS OF ARGALI WITH ROMANOV BREED

Иолчиев Б.С. – д-р биол. наук, вед. науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: baylar2@mail.ru

Шералиев Ф.Д. – асп. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: sheraliev_88@list.ru

Кленовицкий П.М. – д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: klenpm@mail.ru

Iolchiev B.S. – Dr. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: baylar2@mail.ru

Sheraliiev F.D. – Post-Graduate Student, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: sheraliev_88@list.ru

Klenovitsky P.M. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chief Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: klenpm@mail.ru

Багиров В.А. – д-р биол. наук, проф., чл.-корр. РАН, зав. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: vugarbagirov@mail.ru

Шайдуллин И.Н. – д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: ovismgavm@mail.ru

Жилинский М.А. – науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: naitkin888@mail.ru

Цель исследования – изучение показателей, характеризующих мясные качества гибридов архара с романовской породой и их чистопородных аналогов в сравнительном аспекте. Задачи исследования: определить живую массу в группах гибридов и их чистопородных аналогов; провести контрольный убой; изучить показатели, характеризующие мясную продуктивность, и химический состав мяса. Исследование проведено в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста» Московской области. Для изучения мясной продуктивности и качества мяса были сформированы три группы по 10 голов в каждой. Контрольная группа состояла из чистопородных романовских баранчиков, II группа – гибриды второго поколения с $\frac{1}{4}$ кровностью по архару и $\frac{3}{4}$ по романовской породе, III группа – гибриды с $\frac{1}{8}$ кровностью по архару и $\frac{7}{8}$ по романовской породе. Контрольный убой проводили по 3 головы с каждой группы в 4-месячном возрасте. Убой и оценка мясной продуктивности подопытных животных проводились по методике ВИЖа (1978). Были изучены убойные качества, физико-химические свойства мяса, включая содержание влаги, жира, белка. Биологическую ценность белков в изучаемых образцах оценивали по белково-качественным показателям (БКП), аминокислотным индексам. Масса парной туши гибридов с $\frac{1}{8}$ кровностью по архару на 16,2 % ($P > 0,95$) больше, чем у гибридов F_2 , и на 8,7 % больше, чем у чистопородных баранчиков. В мясе гибридов с $\frac{1}{4}$ кровностью по архару содержится белка на 1,14 % ($P > 0,99$) больше, чем у чистопородных романовских баранчиков. Таким образом, исследование мясной продуктивности и качества мяса показывает, что гибриды по основным показателям, ха-

Bagirov V.A. – Dr. Biol Sci., Prof., Corr. RAS, Head, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: vugarbagirov@mail.ru

Shaydullin I.N. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chief Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: ovismgavm@mail.ru

Zhilinsky M.A. – Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: naitkin888@mail.ru

рактеризующим мясные качества, превосходят чистопородные романовские аналоги.

Ключевые слова: мясная продуктивность, гибриды архара, баранчики, романовская порода, качество мяса, кровность по архару.

The aim of the research was to study the indicators characterizing meat quality of argali hybrids with Romanov breed and their purebred counterparts in comparative aspect. The research problems were to determine live weight in the groups of hybrids and their purebred analogs; to carry out control slaughter; to study the indicators characterizing meat productivity and chemical meat composition. The research was conducted at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding RRIFAGB named after academician L.K. Ernst", Moscow Region. Three groups containing 10 heads in each were formed to study meat productivity and meat quality. Control group consisted of purebred Romanov sheep, group II – hybrids of the second generation with $\frac{1}{4}$ blood on argali and $\frac{3}{4}$ on Romanov breed, and group III – hybrids with $\frac{1}{8}$ blood on argali and $\frac{7}{8}$ on Romanov breed. Control slaughter was performed taking 3 heads from each group at the age of 4 months. The slaughter and evaluation of meat productivity of experimental animals were carried out by the method of RRIFAGB (1978). Slaughter qualities, physical and chemical properties of meat, including moisture, fat and protein content were studied. Biological value of proteins in studied samples was estimated by protein-quality indicators (PQI), amino acid indices. The mass of the pair of hybrids with $\frac{1}{8}$ blood on argali for 16.2 % ($P > 0.95$) was more, than in hybrids of F_2 and 8.7 % more, than purebred rams. The meat of hybrids with $\frac{1}{4}$ blood content of argali contained protein by 1.14 % ($P > 0.99$) more than purebred rams. Thus, the researches of meat productivity and quality of meat show that the hybrids on the main

indicators characterizing meat qualities surpass pure-bred Romanov analogs.

Keywords: meat productivity, hybrids of argali, rams, Romanov breed, the quality of the meat, argali blood.

Введение. Овцеводство является одной из древнейших отраслей сельского хозяйства. Это обусловлено многообразием получаемой продукции (шерсть, смушки, мясо, молоко и др.). По численности среди продуктивных домашних животных овцы занимают одно из ведущих мест. Для овец свойственна высокая адаптационная способность, что позволяет разводить их в самых разнообразных природно-климатических условиях. Ареал распространения овец охватывает все континенты и природно-климатические зоны земли [1, 2].

Продолжительный период основной товарной продукцией овцеводства являлась шерсть, поэтому особое внимание уделялось разведению овец тонкорунного направления продуктивности. С развитием химической промышленности произошла замена шерсти синтетическим волокном, что привело к снижению спроса на шерсть. По данным ФАО за последние 10 лет (с 2006 по 2016 г.) объем производства шерсти в мире снизился на 3,6 %. В нашей стране данный показатель за этот отрезок времени уменьшился на 18 %. Снижение производства шерсти не привело к снижению численности овец, наоборот, за последние 5 лет поголовье овец в мире увеличилось на 5,5 %. В нашей стране в динамике численности овец также наблюдается положительная тенденция. Данный показатель возрос на 3,06 % [3, 4]. Положительная динамика численности овец, как в нашей стране, так и в мире, обусловлена ростом спроса на баранину. За последние годы произошло изменение в структуре производства продукции отраслей овцеводства и численности разводимых пород. В настоящее время во многих странах преимущественно разводят овец комбинированного направления продуктивности или мясных пород [5–7].

В настоящее время большое внимание уделяется развитию отрасли. Об этом свидетельствуют государственные программы, которые направлены на экономическое поддержание овцеводства. Одним из важнейших показателей, влияющих на эффективность отрасли овцеводства, является порода. Территория Российской Федерации отличается многообразием природно-климатических условий, следовательно, для разведения в разных зонах требуются хорошо акклиматизированные высокопродуктивные породы. При создании новых пород или товарных стад используются разные методы разведения, такие как скрещивание и отдаленная гибридизация [8–10].

Мясная продуктивность и состав мяса зависит от многочисленных факторов: генетических, таких как порода, вид, и паратипических факторов – состав

кормов и уровень кормления, условия содержания и др. [11–12].

Цель исследования: изучение показателей, характеризующих мясо и мясные качества гибридов архара с романовской породой и их чистопородных аналогов в сравнительном аспекте.

Задачи исследования:

- определить живую массу в группах гибридов и их чистопородных аналогов;
- провести контрольный убой;
- изучить показатели, характеризующие мясную продуктивность;
- изучить химический состав мяса.

Материалы и методы исследования. Экспериментальные исследования проведены в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста». Объектом исследования были чистопородные романовские баранчики (I группа), гибриды архара второго (II группа) и третьего поколения (III группа). Контрольный убой проводили по 3 головы с каждой группы в 4-месячном возрасте. Убой и оценка мясной продуктивности подопытных животных проводились по методике ВИЖ (1978), при этом изучали убойные качества, морфологический и сортовой состав туш. Были изучены физико-химические свойства мяса, включая содержание влаги, жира, белка. Изучали аминокислотный состав мышечной ткани, биологическую ценность белков, исследуемые образцы оценивали по белково-качественным показателям (БКП), аминокислотным индексам. Значение БКП определяли, как отношение содержания аминокислоты триптофана к оксипролину. Значение аминокислотного индекса НАК/ЗАК рассчитывали, как отношение незаменимых аминокислот (НАК) к заменимым аминокислотам (ЗАК).

Статистическую обработку выборки проводили с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение.

Показатели мясной продуктивности гибридных баранчиков и их чистопородных аналогов в 4-месячном возрасте представлены в таблице 1. Как видно из таблицы 1, между чистопородными баранчиками и гибридными ягнятами статистически достоверная разница по предубойной массе не установлена, однако гибриды второго поколения по этому показателю уступали чистопородным романовским баранчикам более чем на 5 % и гибридам третьего поколения на 7,1 %.

Важнейшим показателем мясной продуктивности является масса парной туши и убойный выход. Результаты контрольных убоев показали, что масса парной туши гибридов третьего поколения была

больше на 16,2 % ($P > 0,95$), чем у гибридов второго поколения, и на 8,7 %, чем у чистопородных баранчиков.

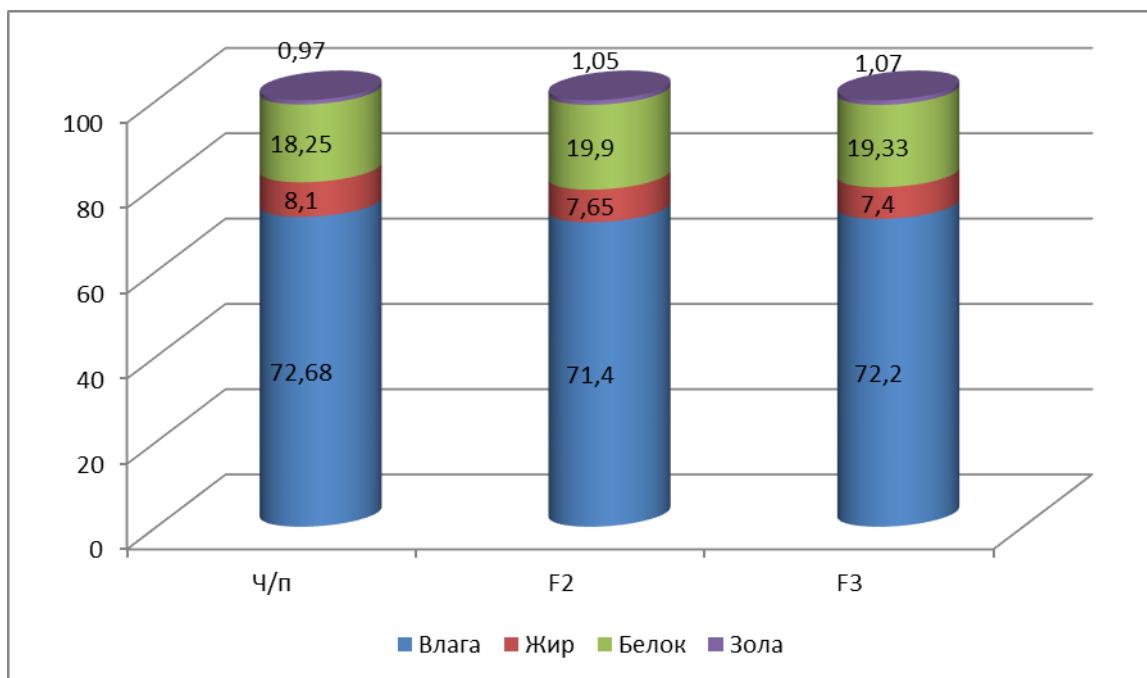
Гибриды третьего поколения превосходили своих сородичей из других групп и по убойному выходу: чистопородных баранчиков – на 3,28 % ($P > 0,95$), гибридов второго поколения – на 3,96 ($P > 0,95$).

Таблица 1
Мясная продуктивность гибридов и чистопородных аналогов

Показатель	Группа		
	Чистопородные	F ₂	F ₃
Предубойная живая масса, кг	18,53±0,54	17,60±0,75	18,85±0,90
Масса парной туши, кг	8,76±0,37	8,20±0,29	9,53±0,57*
Масса внутреннего жира, кг	0,26±0,03	0,17±0,01	0,25±0,02
Убойный выход, %	47,27±0,89	46,59±1,32	50,55±1,34*

Физико-химические свойства мяса являются основными показателями, характеризующими мясную продуктивность. Важнейшими химическими компонентами мяса являются вода, белок, жир, минеральные вещества. Гибриды первого и второго поколения превосходили своих сородичей по содержанию белка в мясе. Наивысшее содержание белка установлено в мясе гибридов с ¼ кровностью по архару, этот показатель на 1,14 % ($P > 0,99$) больше, чем у романовских баранчиков (рис.). Разница между

гибридами второго и третьего поколения незначительная и статистически не достоверная. В мясе романовских баранчиков по сравнению с гибридными аналогами с ¼ и ⅓ кровностью по архару содержится больше жира на 0,45 и 0,7 % соответственно. В мясе гибридных животных содержится больше минеральных веществ, чем у чистопородных аналогов. Гибриды третьего поколения превосходили чистопородных сверстников на 0,1 %, разница между группами статистически не достоверна.



Химический состав мяса

Одним из важнейших показателей, характеризующих качество мяса, является полноценность белков. Результаты исследования белково-качественных показателей мяса баранчиков в зависимости от гено-

типа показывают, что высоким содержанием триптофана отличается мясо гибридов и, соответственно, у этих групп биологическая ценность выше, чем у чистопородных аналогов (табл. 2).

Белково-качественный показатель мяса баранчиков в зависимости от генотипа

Показатель	Чистопородные	F ₂	F ₃
Триптофан, %	1,70	1,75	1,82
Оксипролин, %	0,72	0,70	0,71
БКП	2,36	2,5	2,56
Аминокислотный индекс	0,87	0,87	0,90***

Выводы. Таким образом, исследования мясной продуктивности и качества мяса показывают, что гибриды по основным показателям, характеризующим мясные качества, превосходят чистопородные романовские аналоги. Убойный выход гибридов F₃ составляет 50,55 %, что превышает показатели чистопородных баранчиков на 3,28 % (P > 0,95), а гибридов второго поколения на 3,96 % (P > 0,95). От гибридов получают постное мясо, содержание жира в мясе гибридов второго поколения на 0,45 %, а F₃ – на 0,7 % меньше, чем у чистопородных аналогов.

Литература

- Селионова М.И. Из истории Российского овцеводства и его научного сопровождения. – М., 2017. – 250 с.
- Белогурова В.И., Ладыш И.А., Сметанкина В.Г. Адаптационные способности и хозяйственно-полезные признаки овец разных пород в условиях Донбасса // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения заслуж. деятеля науки РФ, д-ра с.-х. наук, проф. В.М. Куликова / гл. ред. А.С. Овчинников. – Луганск, 2015. – С. 245–248.
- URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QL>.
- URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy.
- Абонеев В.В., Шумаенко С.Н. Мясная продуктивность и интерьерные особенности ярок различного происхождения // Сб. науч. тр. Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. – Ставрополь, 2012. – С. 9–12.
- Двалишвили В.Г. Некоторые резервы увеличения производства баранины // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2015. – № 4. – С. 21–23.
- Дондокова Е.Б., Вершинина В.А. Организационные и экономические приоритеты развития овцеводства в регионе // Вестн. ВСГУТУ. – 2016. – № 5. – С. 110–116.
- Багиров В.А., Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С. Отдаленная гибридизация в овцеводстве / Сб. науч. тр. Ставропольского научно-исследовательского ин-та животноводства и кормопроизводства. – 2012. – Т. 2, № 1. – С. 15–25.
- Багиров В.А., Кленовицкий П.М., Иолчиев Б.С. и др. Цитогенетическая характеристика архара *ovis ammon ammon*, снежного барана *O. nivicola borealis* и их гибридов // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 6. – С. 43–48.
- Насибов Ш.Н., Иолчиев Б.С., Кленовицкий П.М. и др. Криосохранение и рациональное использование генетических ресурсов овец и коз // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 9. – С. 50–51.
- Сазонова И.А. Аминокислотный состав мяса баранчиков Правобережья Саратовской области // Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО: мат-лы межд. науч.-практ. конф. / под ред. В.Н. Храмовой; Волгоград. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2013. – С. 124–126.
- Филатов А.С., Забелина М.В., Белова М.В. и др. Мясная продуктивность и химический состав мяса молодняка овец и коз // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2011. – № 3. – С. 67–69.

Literatura

- Selionova M.I. Iz istorii Rossiskogo ovcevodstva i ego nauchnogo soprovozhdenija. – M., 2017. – 250 s.
- Belogurova V.I., Ladysh I.A., Smetankina V.G. Adaptacionnye sposobnosti i hozjajstvenno-poleznye priznaki ovec raznyh porod v uslovijah Donbassa // Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashhh. 90-letiju so dnja rozhdenija zasluzh. dejatelja nauki RF, d-ra s.-h. nauk, prof. V.M. Kulikova / gl. red. A.S. Ovchinnikov. – Lugansk, 2015. – S. 245–248.
- URL: <http://www.fao.org/faostat/ru/#data/QL>.
- URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/economy.
- Aboneev V.V., Shumaenko S.N. Mjasnaja produktivnost' i inter'ernye osobennosti jarok razlichnogo proishozhdenija // Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo NII zhivotnovodstva i kormoprovodstva. – Stavropol', 2012. – S. 9–12.
- Dvalishvili V.G. Nekotorye rezervy uvelichenija proizvodstva baraniny // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. – 2015. – № 4. – S. 21–23.

Сельскохозяйственные науки

-
7. Dondokova E.B., Vershinina V.A. Organizacionnye i jekonomicheskie priorityty razvitiya ovcevodstva v regione // Vestn. VSGUTU. – 2016. – № 5. – S. 110–116.
 8. Bagirov V.A., Klenovickij P.M., Iolchiev B.S. Otdalennaja gibridizacija v ovcevodstve / Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo in-ta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva. – 2012. – T. 2, № 1. – S. 15–25.
 9. Bagirov V.A., Klenovickij P.M., Iolchiev B.S. i dr. Citogeneticheskaja harakteristika arhara ovis ammon ammon, snezhnogo barana O. nivicola borealis i ih gibridov // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 2012. – № 6. – S. 43–48.
 10. Nasibov Sh.N., Iolchiev B.S., Klenovickij P.M. i dr. Krioso-hranenie i racional'noe ispol'zovanie geneticheskikh resursov ovec i koz // Dostizhenija nauki i tekhniki APK. – 2010. – № 9. – S. 50–51.
 11. Sazonova I.A. Aminokislotnyj sostav mjasa baranchikov Pravo-berezh'ja Saratovskoj oblasti // Innovacionnye tehnologii v proiz-vodstve i pererabotke sel'skohozjajstvennoj produkciu v uslovijah VTO: mat-ly mezhd. nauch.-prakt. konf. / pod red. V.N. Hramovoj; Vol-gograd. gos. tehn. un-t. – Volgograd, 2013. – S. 124–126.
 12. Filatov A.S., Zabelina M.V., Belova M.V. i dr. Mjasnaja produk-tivnost' i himicheskij sostav mjasa molodnjaka ovec i koz // Ovcy, kozy, sherstjanoe delo. – 2011. – № 3. – S. 67–69.
-

УДК 619:616.831:636.96:599.323.45

E.G. Турицына, Е.А. Пронина

КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРАЖЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕКОРАТИВНЫХ КРЫС

E.G. Turitsyna, E.A. Pronina

CLINICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF BRAIN DISEASE IN DECORATIVE RATS

Турицына Е.Г. – д-р вет. наук, проф. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: turitcyna@mail.ru

Пronина Е.А. – студ. 4-го курса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: hvost24@mail.ru

Изучены клинико-морфологические особенности проявления поражений головного мозга у декоративных крыс в естественных условиях. Объект исследований – 36 декоративных крыс, в том числе 23 самки и 13 самцов, с клиническими признаками поражения головного мозга. Животные содержались в качестве домашних питомцев у частных владельцев в городе Красноярске. Исследования проведены с использованием клинических, патолого-анатомических и гистологических методов. Клинический метод заключался в наблюдении за поведенческими реакциями, двигательной активностью и координацией движения. После гибели животных проведено патолого-анатомическое исследование. Для гистологических исследований отобран головной мозг, включая гипофиз. На основании клинических наблюдений крысы были разделены на 3 группы. У животных первой группы на-

Turitsyna E.G. – Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: turitcyna@mail.ru

Pronina E.A. – 4-Year Student, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: hvost24@mail.ru

блюдали постепенное нарастание симптомов с последующим резким ухудшением и быстрым впадением в состояние сопора. Продолжительность жизни крыс составляла до 6–10 месяцев. Во второй группе заболевание началось резко, в тяжелой форме с быстрым впадением в состояние сопора. Продолжительность жизни составляла 3–7 дней. В третьей группе наблюдалось медленное ухудшение клинического состояния. Продолжительность жизни – до 2 месяцев. На основании патолого-анатомических и гистологических исследований у крыс первой группы выявлена адено-ма гипофиза, преимущественно хромофорбная. У животных второй группы выявлен геморрагический инсульт. Третья группа включала отогенный абсцесс, менингиому и энцефалит. Наиболее распространенным поражением являлся геморрагический инсульт. Второе место занимали аденоны

гипофиза. Самцы более подвержены инсультам, заболевают в раннем возрасте. У самок инсульт и аденома гипофиза встречается с равной вероятностью. Дифференцировать поражения головного мозга у крыс можно на основании клинических проявлений заболевания.

Ключевые слова: декоративные крысы, патологии головного мозга, аденома гипофиза, инсульт.

Clinical and morphological features of manifestations of brain lesions in decorative rats under natural conditions were studied. The objects of the study were 36 decorative rats, 23 females and 13 males with clinical signs of brain damage. The animals were kept as domestic pets by private owners in the city of Krasnoyarsk. The studies were carried out using clinical, pathological and anatomical and histological methods. Clinical method consisted in observing behavioral reactions, motor activity and coordination of movement of sick animals. After death of animals, pathological and anatomical study was performed. For histological studies, the brain and pituitary gland were selected. Basing on the characteristics of the disease, the animals were divided into 3 groups. The first group had a gradual increase in the symptoms followed by sharp deterioration and rapid confluence into the state of sopor. The lifespan of these rats was from 6 to 10 months. In the second group, the disease began sharply, in severe form with a rapid confluence into the state of sopor. Life expectancy was 3–7 days. In the third group slow deterioration in clinical state was observed. Life expectancy was up to 2 months. Basing on pathological and anatomical and histological studies in rats of the first group, there was found adenoma of pituitary gland, mainly chromophobic. Hemorrhagic stroke was detected in animals of the second group. The third group included otogenic abscess, meningioma and encephalitis. It was found that the most common lesion was hemorrhagic stroke. The second place was occupied by adenomas of pituitary gland. Males were more susceptible to strokes, became ill at an earlier age. In females, stroke and pituitary adenoma occurred with equal probability. Cerebral lesions in rats were differentiated on the basis of clinical manifestations of the disease.

Keywords: decorative rats, brain pathologies, pituitary adenoma, stroke.

Введение. В практике медико-биологических исследований крысы традиционно рассматриваются как экспериментальный объект для изучения различных моделируемых патологических состояний. В ходе опытов различные патологические состояния вызываются искусственным путем. Такой подход не дает представления о проявлении и механизмах

протекания естественных заболеваний этих животных. Крысы выгодно отличаются очень высокой способностью к обучению и развитым интеллектом относительно других мелких грызунов [1, 2]. Эти качества делают крыс все более популярными в качестве домашних питомцев. За последние 20 лет число декоративных крыс, содержащихся в качестве домашних питомцев, значительно увеличилось и продолжает расти, выводятся новые фенотипические разновидности животных. В связи с этим в ветеринарных клиниках значительно выросло количество таких нетрадиционных пациентов, как декоративные крысы. Для оказания быстрой и качественной ветеринарной помощи необходимы данные об особенностях течения и клинико-морфологическом проявлении распространенных и редких естественных заболеваний этих животных. Но в данный момент информации о их заболеваниях крайне мало [3].

Цель исследования: изучить клинико-морфологические особенности проявления поражений головного мозга у декоративных крыс в естественных условиях.

Для реализации данной цели поставлены следующие **задачи**: изучить клиническое проявление патологий головного мозга у больных крыс; провести дифференциацию симптомов при поражениях головного мозга различной этиологии; выявить патолого-анатомические изменения у павших животных; исследовать гистологические особенности выявленных заболеваний.

Объект и методы исследования. Исследование проведено 2015–2018 гг. на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского ГАУ. Объектом исследования являлись 36 декоративных крыс с клиническими признаками поражения головного мозга в возрасте от 1,4 года до 3,3 лет, содержащиеся у частных владельцев в городе Красноярске в качестве домашних питомцев. Среди наблюдавшихся животных 23 самки, массой тела 300–400 г, и 13 самцов, массой 600–750 г.

Исследования проведены комплексно, с использованием клинических, патолого-анатомических и гистологических методов. Клинический метод заключался в наблюдении за поведенческими реакциями больных животных, их двигательной активностью и координацией движения. После гибели всех наблюдавших больных животных проведено патолого-анатомическое вскрытие. Материалом для гистологических исследований являлся головной мозг, в том числе гипофиз. Орган фиксировали в 10 %-м нейтральном формалине, заливали в парафин и на микротоме (МЗ 17-01 «ТехноМ», готовили срезы толщиной 8–10 мкм по общепринятым методикам [4]. Срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха, эози-

зином и по Пикро-Маллори с помощью готовых наборов красителей (производство «ЭргоПродакш», Санкт-Петербург).

Результаты исследования и их анализ. Клинические изменения у больных животных с подозрением на поражение головного мозга имели разную степень выраженности (от легкой до тяжелой) и продолжительности. Они характеризовались следующими признаками: заторможенностью реакций на внешние раздражители; апатией и дезориентацией в пространстве; повышенной секрецией гардеровых желез; нарушением моторики передних конечностей, вплоть до полной невозможности удерживать в них пищу и предметы; нарушением моторики языка, что проявлялось невозможностью слизывать пищу и пить из шариковой поилки. Так, мягкую пюреобразную пищу, которую здоровые животные слизывают, больные крысы пытались кусать.

В ряде случаев у животных наблюдался дискомфорт при поглаживании в области головы в виде отталкивания руки бодательными движениями и светобоязнь, что косвенно могло свидетельствовать о наличии головных болей. У некоторых заболевших крыс наблюдалась гиперемия сосудов ушных раковин и кистей, что характерно для повышенного артериального давления. Взгляд больных крыс расфокусированный и слегка косящий.

По клиническим признакам все наблюдаемые животные разделены на 3 группы. У животных первой группы наблюдалось постепенное нарастание симптомов поражения головного мозга с последующим резким ухудшением состояния и быстрым впадением в состояние сопора. Во второй группе отмечалось резкое проявление симптомокомплекса в тяжелой форме с быстрым впадением в состояние сопора. Для животных третьей группы характерно медленное ухудшение клинического состояния.

Животные первой группы имели выраженный положительный отклик на применение неспецифической терапии в период медленного нарастания клинических признаков поражения головного мозга. У самок этой группы часто отмечались прозрачные либо беловатые слизистые выделения из половых органов, что косвенно указывало на вовлечение в патологический процесс эндокринной системы организма. Период нарастания симптомов продолжался от 1 до 6–10 месяцев. Затем наступало резкое ухудшение клинического состояния. Оказываемое лечение не давало результатов и животные погибали.

Больные крысы второй группы в подавляющем большинстве не имели положительного отклика на проводимую терапию, гибель наступала в течение

3–7 дней от появления первых признаков поражения головного мозга.

У животных третьей группы длительность течения заболевания составляла до 2 месяцев, проведение неспецифической терапии не давало положительных результатов. Все наблюдаемые больные животные погибли.

При патолого-анатомическом вскрытии павших крыс первой группы (14 голов) обнаружено резкое переполнение кровеносных сосудов твердой и мягкой мозговых оболочек и значительное увеличение размеров гипофиза (рис. 1). Гипофиз темновишневого цвета, мягкой консистенции, его размеры варьировались от 5 до 13 мм. В то же время, по данным Е.Ю. Бессаловой (2011), в норме у взрослой крысы гипофиз сероватого цвета, размером $3,07 \times 1,20$ мм у самцов и $3,46 \times 1,58$ мм у самок [6]. На основании выявленных патоморфологических изменений установлено, что непосредственной причиной смерти животных первой группы являлось кровоизлияние в гипофиз, обусловленное прессорным действием опухоли на окружающие ткани.

При вскрытии черепа павших крыс второй группы (19 голов) обнаружено резкое переполнение кровеносных сосудов твердой и мягкой оболочек головного мозга. У большинства животных наблюдалась очаговые кровоизлияния в субарахноидальном пространстве между мягкой и паутинной оболочками головного мозга, в коре больших полушарий, густки крови в полости четвертого мозгового желудочка и диапедезные кровоизлияния в мозжечке, продолговатом мозге и больших полушариях. Очаговые кровоизлияния имели размер от 3 до 11 мм. У некоторых крыс отмечены очаговые и диапедезные кровоизлияния в гипофиз. При этом орган не изменен в размерах либо незначительно увеличен.

При вскрытии павших животных третьей группы (3 головы) наблюдали интенсивное кровенаполнение сосудов мозговых оболочек. В одном случае наблюдалось скопление плотных зеленоватых масс в полости барабанного пузыря справа, что характерно для гнойного воспаления среднего и внутреннего уха, и участок размягчения в правой височной доли мозга размером около 4 мм, что характерно для отогенного абсцесса. Во втором случае зафиксировано новообразование, представленное ограниченным узлом диаметром около 4 мм, сероватого цвета, плотной консистенции, спаянным с твердой мозговой оболочкой. В третьем случае видимых изменений головного мозга, за исключением гиперемии сосудов мозговых оболочек, не наблюдалось.

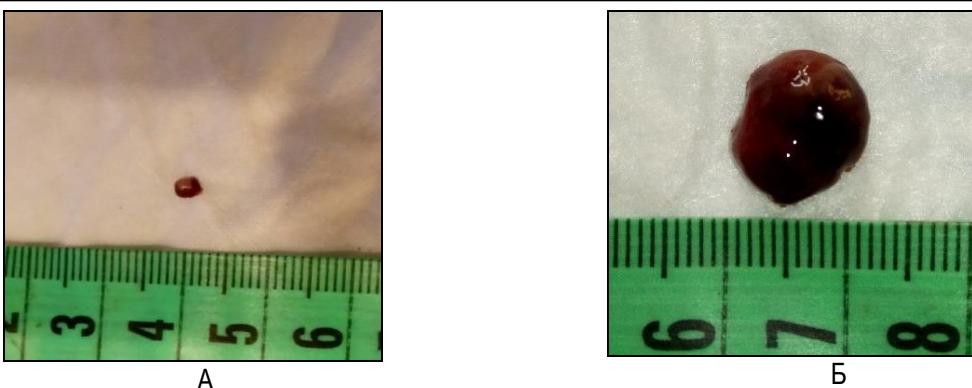


Рис. 1. Внешний вид гипофиза декоративных крыс: А – размеры гипофиза у здорового животного; Б – увеличенный гипофиз самки крысы из первой группы

В норме гипофиз состоит из трех частей – передней, промежуточной и задней. Передняя и промежуточная доли образованы эпителиальной тканью и вместе составляют аденогипофиз. Задняя доля образована нервной тканью и называется нейрогипофиз. Аденогипофиз и нейрогипофиз разделены гипофизарной щелью (карман Ратке) [6]. Строма гипофиза представлена тонкой соединительнотканной капсулой. Паренхима состоит из клеток двух типов – хромофильтных и хромофорбных. Хромофильтные клетки в зависимости от восприятия гистологических красителей делятся на ацидофильтные, окраивающиеся кислыми красителями, и базофильтные, реагирующие с основными красителями. Пролиферация тех или иных клеточных элементов при опухолевых процессах легла в основу классификации аденом – базофильтных, ацидофильтных, смешанных или хромофорбных [7].

При гистологическом исследовании гипофиза крыс первой группы на малом увеличении хорошо выражена гипофизарная щель и деление на переднюю и заднюю доли. Однако характерная тканевая структура долей не выражена, что указывало на наличие в пораженном органе тканевого атипизма. Все доли гипофиза однородного вида состояли из диффузных скоплений хромофорбных клеток и незначительного количества ацидофильтных и базофильтных аденоцитов (рис. 2, А). Основными клетками нейрогипофиза являлись хромофорбные клетки, среди которых встречалось незначительное количество пигментированных клеток. На большом увеличении хромофорбные клетки неправильной многоугольной формы, с крупными округлыми ядрами с мелкими глыбками хроматина, цитоплазма узкая, бледная, плохо окрашена. Мелкие сосуды расширены и кровенаполнены. Ядра эндотелиальных клеток выступали в просвет сосудов в виде «частокола», соединительнотканые волокна сосудистой стенки набухшие и размыты. Повсеместно встречались скопления эритроцитов без признаков гемолиза за пределами мелких сосудов, что соответствовало кровоизлиянию, появившемуся незадолго до гибели животного. Данная гистологическая картина соответствовала хромофорб-

ной аденоме гипофиза с кровоизлиянием в ткань опухоли.

Другой тип патологических изменений характеризовался увеличением размеров и однородным видом органа, диапедезными кровоизлияниями с повышенным содержанием базофильтных клеток. По данным А.А. Пойденко, в норме количество базофильтных клеток в гипофизе крысы составляет $4,60 \pm 0,33$ клеток [8]. В рассматриваемом случае количество базофильтных клеток достигало несколько десятков. Наблюдаемая гистологическая картина соответствовала базофильтной аденоме гипофиза. Тканевой атипизм, слабо выраженный клеточный атипизм и низкая митотическая активность клеток свидетельствовали о доброкачественном характере протекавших процессов.

При гистологическом исследовании головного мозга крыс второй группы установлено типичное тканевое и клеточное строение гипофиза и головного мозга [2, 9]. В пораженных участках наблюдалась обширные скопления эритроцитов без признаков гемолиза либо диапедезные мелкоочаговые кровоизлияния (рис. 2, Б). Согласно определению З.А. Суслиной и М.А. Пирадова (2009), «инсульт – это клинический синдром, представленный очаговыми неврологическими и/или общемозговыми нарушениями, развивающийся внезапно вследствие острого нарушения мозгового кровообращения, сохраняющийся не менее 24 часов или заканчивающийся смертью» [10]. Под геморрагическим инсультом В.И. Скворцова и В.В. Крылов (2005) подразумевают внутричерепные геморрагии (кровотечения) вследствие приобретенных изменений и (или) пороков развития кровеносных сосудов. Авторы выделяют два механизма развития внутричерепных кровотечений: по типу разрыва патологически измененного или аномального сосуда с образованием гематомы и по типу диапедеза, обусловленного выходом эритроцитов из мелких артериол, вен и капилляров [11]. Таким образом, патологово-анатомическая и гистологическая картина, наблюдавшаяся нами у крыс второй группы, соответствовала геморрагическому инсульту.

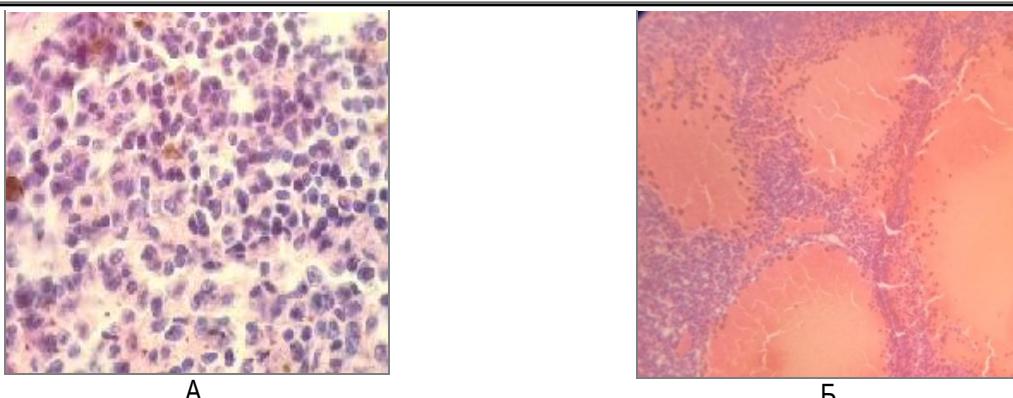


Рис. 2. Патоморфологическая картина поражений головного мозга у декоративных крыс:
А – хромофонная аденома гипофиза; Б – обширные кровоизлияния в гипофиз.
Окраска гематоксалин-эозином, ув. 90 (А) и 40 (Б)

У третьей группы животных при гистологическом исследовании выявилось 3 типа изменений. В первом случае зарегистрированы гноино-некротические изменения ткани мозга с признаками абсцесса, вокруг которого наблюдались клеточные инфильтраты из нейтрофилов и лимфоцитов, интенсивные вблизи абсцесса и рыхлые в отдалении от него; периваскулярные инфильтраты, преимущественно из лимфоцитов и плазматических клеток.

Во втором случае зафиксировано новообразование, состоящее из фибробластоподобных клеток с вытянутыми ядрами, располагавшихся параллельно друг другу, складывавшихся в пучки, содерявшие соединительнотканные клетки. Патоморфологиче-

ская картина соответствовала фиброзной менингиоме. В третьем случае в ткани мозга наблюдалась слабо выраженная пролиферация глиальных клеток с образованием периваскулярных кольцевидных инфильтратов, что указывало на развитие продуктивного энцефалита [2, 9, 12].

На основании проведенных исследований установлено, что поражения головного мозга у декоративных крыс можно разделить на 3 группы: аденомы гипофиза, кровоизлияния (инсульты) и поражения головного мозга различной этиологии (табл. 1). Наиболее распространенными являются инсульты (вторая группа). Заболевание характеризуется острым течением (3-4 дня) и быстрым наступлением смерти.

Таблица 1
Клинико-морфологическая характеристика поражений головного мозга у декоративных крыс

Группа	Течение болезни	Патоморфологический диагноз	Локализация поражений	Кол-во животных
1	2	3	4	5
1	Медленное нарастание симптомов с резким ухудшением состояния и быстрым впадением в состояние сопора	Хромофонная аденома гипофиза с кровоизлиянием	Гипофиз	12
		Базофильная аденома гипофиза с кровоизлиянием		2
2	Резкое проявление симптомокомплекса в тяжелой форме с быстрым впадением в состояние сопора	Инсульт	Субарахноидальное кровоизлияние	4
			Кровоизлияние в полость желудочков головного мозга	1
			Гипофиз	9
			Продолговатый мозг и мозжечок	3
			Височно-теменная область мозга	1
			Мягкая мозговая оболочка	1

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
3	Постепенное медленное ухудшение	Фиброзная менингиома головного мозга	Правое полушарие	1
		Энцефалит	Головной мозг	1
		Гнойный отит, отогенный абсцесс	Правая височная доля мозга	1

Наиболее часто поражения головного мозга у декоративных крыс встречались в возрасте от 24 до 29 месяцев (табл. 2). У самцов чаще регистрировались инсульты, у самок с равной вероятностью – инсульты и аденомы гипофиза. У самцов поражения голов-

ного мозга отмечались в более раннем возрасте. В нашем исследовании на втором месте по распространенности стояли аденомы гипофиза, преимущественно хромофорбные.

Таблица 2

Распределение больных животных по половым и возрастным характеристикам

Возраст, мес.	Группа 1		Группа 2		Группа 3	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
12–17	1	2	1	–	–	–
18–23	–	2	4	2	–	–
24–29	1	6	3	5	2	–
30 и старше	–	2	–	4	1	–
Итого	2	12	8	11	3	–

Выводы. Таким образом, прижизненную дифференциальную диагностику поражений головного мозга у декоративных крыс можно проводить на основании особенностей клинического проявления и скорости течения заболевания.

Литература

1. Aaron P. Blaisdell, Kosuke Sawa, Kenneth J. Leising, Michael R. Waldmann. Causal Reasoning in Rats // Science. 2006. V. 311.
2. Robin A. Murphy, Esther Mondragón, Victoria A. Murphy. Rule Learning by Rats // Science. 28 March 2008. – V. 319. – P. 1849–1851.
3. Грызуны и хорьки: пер. с англ. / под общ. ред. Э. Кимбл, А. Мередит. – М.: Аквариум Принт, 2013. – 392 с.
4. Гистологическая техника: учеб. пособие / В.В. Семченко, С.А. Барашкова, В.Н. Ноздрин [и др.]. – Омск, 2006. – 290 с.
5. Практика гистолога. – URL: <http://practicagystologa.ru> (дата обращения: 12.07.2018).
6. Бессалова Е.Ю. Возрастная макро-микроанатомия гипофизов белых крыс // Морфология. – 2011. – Т. 5, № 3. – С. 41–45.
7. Морозова Т.А., Зборовская И.А. Аденомы гипофиза: классификация, клинические проявления, подходы к лечению и тактике ведения больных // Лекарственный вестник. – 2006. – № 7. – С. 19–21.
8. Пойденко А.А. Гистологическая характеристика гипофиза крыс при стрессе и его коррекции пробиотическим препаратом: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Благовещенск, 2011. – 21 с.
9. Кюнель В. Цветной атлас по цитологии, гистологии и микроскопической анатомии: пер. с англ. – М.: ACT, 2007. – 533 с.
10. Инсульт: диагностика, лечение, профилактика / под ред. З.А. Суслиной, М.А. Пирадова. – 2-е изд. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 288 с.
11. Геморрагический инсульт: практ. руководство / под. ред. В.И. Скворцовой, В.В. Крылова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 160 с.
12. Атлас патологической гистологии / И.И. Старченко, Б.М. Филенко Н.В. Ройко [и др.]; Украин. мед. стоматол. академия. – Полтава, 2017. – 150 с.

Literatura

1. Aaron P. Blaisdell, Kosuke Sawa, Kenneth J. Leising, Michael R. Waldmann. Causal Reasoning in Rats // Science. 2006. V. 311.
2. Robin A. Murphy, Esther Mondragón, Victoria A. Murphy. Rule Learning by Rats // Science. 28 March 2008. V. 319. P. 1849–1851
3. Gryzuny i hor'ki: per. s angl. / pod obshh. red. Je. Kimbl, A. Meredit / – M.: Akvarium Print, 2013. – 392 s.
4. Gistologicheskaja tehnika: ucheb. posobie / V.V. Semchenko, S.A. Barashkova, V.N. Nozdrin [i dr.]. – Omsk, 2006. – 290 s.

-
5. Praktika histologa. – URL: <http://practica-gistologa.ru> (data obrashhenija: 12.07.2018).
 6. Bessalova E.Ju. Vozrastnaja makro-mikroanatomija gipofizov belyh krys // Morfologija. – 2011. – T. 5, № 3. – S. 41–45.
 7. Morozova T.A., Zborovskaja I.A. Adenomy gipofiza: klassifikacija, klinicheskie projavlenija, podhody k lecheniju i taktike vedenija bol'nyh // Lekarstvennyj vestnik. – 2006. – № 7. – S. 19–21.
 8. Pojdenko A.A. Histologicheskaja harakteristika gipofiza krys pri stresse i ego korrekciij probioticheskim preparatom: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Blagoveshchensk, 2011. – 21 s.
 9. Kjunel' V. Cvetnoj atlas po citologii, histologii i mikroskopicheskoy anatomii: per. s angl. – M.: AST, 2007. – 533 s.
 10. Insul't: diagnostika, lechenie, profilaktika / pod red. Z.A. Soslinoj, M.A. Piradova. – 2-e izd. – M.: MEDpress-inform, 2009. – 288 s.
 11. Gemorragicheskij insul't: prakt. rukovodstvo / pod. red. V.I. Skvorcovoj, V.V. Krylova. – M.: GJeOTAR-Media, 2005. – 160 s.
 12. Atlas patologicheskoy histologii / I.I. Starchenko, B.M. Filenko N.V. Rojko [i dr.]; Ukrain. med. stomatol. akademija. – Poltava, 2017. – 150 s.



УДК.576.895.122

Я.М. Сеидли, Ш.А. Гулиев, А.М. Насиров

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ
В МИНГАЧАУРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Ya.M. Seidli, Sh.A. Guliev, A.M. Nasirov

**CURRENT STATE OF PARASITHOFAUNA OF PLANT-AND-VEGETABLE FISH
IN THE MINGACHAUR RESERVOIR**

Сеидли Я.М. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: yashar.seyidli@mail.ru

Гулиев Ш.А. – канд. биол. наук, доц., ст. науч. сотр. Института зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: sh.quliyew@mail.ru

Насиров Н.А. – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. Института зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: nasirov.a50@mail.ru

Seidli Ya.M. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: yashar.seyidli@mail.ru

Guliev Sh.A. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof, Senior Staff Scientist, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: sh.quliyew@mail.ru

Nasirov N.A. – Dr. Biol. Sci., Chief Staff Scientist, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: nasirov.a50@mail.ru

Цель исследования: определение видового состава паразитов растительноядных рыб в природных водоемах. Объект исследования – паразитологические материалы, собранные из рыб белого амура (*Cengopharyngodon idella*) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), обитающих в Мингачевирском водохранилище в 2016–2017 гг. Были исследованы 42 экземпляра рыб методом полного паразитологического вскрытия. В результате исследования у этих рыб были обнаружены 6 видов ихтиопаразитов. Из них 1 вид относится к инфузориям, 3 вида – к моногенеям, 1 вид – к trematodам, 1 вид – к ракообразным. Фиксация, хранение и обработка собранного материала проводились по

общепринятым методам. Для исследования были использованы только свежие уснувшие рыбы. Все ткани и органы были исследованы компрессорным методом при помощи бинокулярной лупы МБС-9 при увеличении × 25. Из каждого органа делались мазки на предметных стеклах и исследовались под микроскопом Amplival при увеличении ×1000. Для диагностики всех паразитических групп были проведены измерения и с помощью аппарата RA-4 были получены изображения. Для оценки уровня зараженности были использованы следующие параметры: инвазионная интенсивность, инвазионная экстенсивность и индекс обилия. По сравнению с белым толстолобиком у белого амура видовой состав паразитов более богат. У обеих

исследованных рыб были отмечены *Diplostomum chromatophorum* и *Lernea cyprinacea*. Но заражение ракообразным *Lernea cyprinacea* у белого амура наблюдалось более выраженным. У всех исследованных рыб белого амура встречались метацеркарии *Diplostomum chromatophorum*, которые вызывают катаракту у рыб. Встречаемость в водохранилище патогенного паразита *Lernea cyprinacea* свидетельствует о потенциальной опасности, которую следует учитывать при эксплуатации данного водоема и создании водохранилищ подобного типа.

Ключевые слова: белый амур, белый толстолобик, рыба, паразит, водохранилище, акклиматизация.

The research objective was the definition of specific structure of parasites of herbivorous fishes in natural reservoirs and the development of methods of fight against various diseases of fish on farms, and also using the material at fish farms creation. The object of the research was parasitological materials collected from fishes of a grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and a white silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) living in the Mingachevirsky reservoir in 2016–2017. 42 fish specimens were investigated by the method of complete parasitological dissection. As a result of research 6 types of ichthyoparasites were found in these fishes. From them 1 species refers to infusoria, 3 species to monogeneans, 1 species to trematodes, 1 species to crustaceans. Fixing, storage and processing of collected material were carried out by standard methods. For the research fresh fallen asleep fishes were used only. All tissues and bodies were investigated by a compressor method by means of binocular magnifying glass of MBS-9 increasing × 25. The dabs on subject glasses were made of each body and were investigated under Amplival microscope at the increase ×1000. For diagnostics of all parasitic groups the measurements were taken and by means of the device RA-4 images were received. For the assessment of level of contamination the following parameters were used: invasive intensity, invasive extensiveness and the index of abundance. In comparison with a white silver carp in a grass carp specific structure of parasites was richer. In both studied fishes *Diplostomum chromatophorum* and *Lernea cyprinacea* were noted. But infection with the crustacean of *Lernea cyprinacea* in a grass carp was observed more expressed. In all studied fishes of white cupid metacercaria of *Diplostomum chromatophorum* causing cataract in fishes met. The occurrence in a reservoir of pathogenic parasite of *Lernea cyprinacea* testifies to potential danger which should be considered at operation of this reservoir and creation of reservoirs of this type.

Keywords: grass carp, silver carp, fish, parasite, reservoir, acclimatization.

Введение. Для того чтобы полностью удовлетворить спрос на рыбные продукты в Азербайджанской Республике, проводилась большая работа в искусственном озере рыболовстве по выращиванию некоторых видов рыб. В Азербайджане есть множество водоемов, имеющих большие возможности для развития рыбного хозяйства. Одним из таких водоемов является Мингачаурское водохранилище, построенное в 1953 г. в средней части реки Кура, где разводили растительноядных рыб белый амур и белый толстолобик.

Актуальность изучения акклиматизированных рыб с паразитологической точки зрения в водоеме состоит в том, как воздействовали паразиты, принесенные этими же рыбами, на экологические особенности местной паразитофауны. Изучение паразитофауны является одной из важнейших задач, оно позволяет вовремя предотвратить некоторые заболевания, вызванные паразитами, и использовать рациональные методы при борьбе с ними.

Для успешного выращивания рыбы в рыбоводческих хозяйствах республики является особо актуальным определение видового состава их паразитов в природных водоемах и процесс предотвращения ущерба, причиняемого паразитами.

Цель исследования: определение видового состава паразитов растительноядных рыб в природных водоемах.

Материал и методика исследования. Исследовательская работа основана на паразитологических материалах, собранных из белого амура (*Ctenopharyngodon idella*) и белого толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), обитающих в Мингачевирском водохранилище в 2016–2017 гг.

В настоящее время для определения видового состава паразитов и распространения по хозяевам были исследованы 42 экз. рыб методом полного паразитологического вскрытия. В результате исследования у этих рыб было обнаружено 6 видов ихтиопаразитов. Из них 1 вид относится к инфузориям, 3 вида – к моногенеям, 1 вид – к третатодам, 1 вид – к ракообразным. Фиксация, хранение и обработка собранного материала проводились по общепринятым методам [2–4, 9, 13]. Для исследования были использованы только свежие уснувшие рыбы. Все ткани и органы были исследованы компрессорным методом при помощи бинокулярной лупы МБС-9 при увеличении × 25. Из каждого органа делались мазки на предметных стеклах и исследовались под микроскопом Amplival при увеличении ×1000.

Для диагностики всех паразитических групп были проведены измерения и с помощью аппарата RA-4 были получены изображения.

Для оценки уровня зараженности были использованы следующие параметры: инвазионная интенсивность, инвазионная экстенсивность и индекс обилия.

Результаты исследования. Белый амур акклиматизирован в водоемах Азербайджана в 1962 г. [1]. В основном он питается растительностью.

Обычно при акклиматизации рыбы теряют своих паразитов, и за счет местной паразитофауны у них формируется новая паразитофауна. Полным паразитологическим вскрытиям подвергались 22 экз. белого амура. И у этих рыб обнаружили 5 видов ихиопаразитов. В жабрах белого амура из инфузорий найден 1 вид *Trichodinella epizootica*. У 2 экз. рыб в жабрах были найдены моногенеи *Dactylogyurus ctenopharhyngodonis*, у других 2 экз. – *D. lamellatus* (табл.).

Паразиты белого амура и толстолобика, исследованные в Мингечаурском водохранилище

Паразит	<i>Ctenopharyngodon idella</i>			<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		
	И.Э., %	И.И., экз.	И.О., экз.	И.Э., %	И.И., экз.	И.О., экз.
<i>Trichodinella epizootica</i>	4,5 ±4,42	—	0,50	—	—	—
<i>Dactylogyurus Ctenopharhyngodonis</i>	9,1± 13,16	2-3	0,2	—	—	—
<i>D. lamellatus</i>	9,1±13,16	1-2	0,1	—	—	—
<i>Gyrodactylus sp.</i>	—	—	—	4,76±21,29	2	0,1
<i>Diplostomum chromatophorum</i>	9,1±13,16	1-2	0,1	9,52±29,35	4-5	0,4
<i>Lernaea cyprinacea</i>	50,0±50,0	2-5	0,5	4,76±21,29	3	0,1

Примечание: И.Э. – инвазионная экстенсивность; И.И. – инвазионная интенсивность; И.О. – индекс обилия.

У 2 экз. рыб белого амура в стекловидном теле глаз были обнаружены метацеркарии *Diplostomum chromatophorum*, жизненный цикл которых проходит с участием промежуточных хозяев. У белого амура одним из обнаруженных паразитов был *Lernea cyprinacea*. Этот паразит встречался у половины исследованных рыб и считается патогенным.

Сравнивали свои результаты с результатами других исследователей [5, 8, 10, 11]. По результатам наших исследований выяснилось, что количество паразитов в Мингачаурском водохранилище невелико.

По результатам научных исследований, проведенных учеными ранее, 3 паразита белого амура – *Dactylogyurus ctenopharhyngodonis*, *D. lamellatus* и *Botriocephalus gowkongensis* – являются амурского происхождения. При наших исследованиях из этих паразитов были найдены у белого амура специфические паразиты – *Dactylogyurus ctenopharhyngodonis* и *D. lamellatus*. *Botriocephalus gowkongensis* встречается и у других рыб тоже из-за своей наибольшей специфичности.

Другая растительноядная рыба, послужившая основой для исследования, – это белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*). Но как она оказалась в водохранилище – не понятно, по одной из версий – в 1962 г. из Грузии по реке Куре.

Из-за благоприятных условий этот вид рыбы приобретал большой вес и крупные размеры. Рацион пищи белого толстолобика – в основном фито-

планктон. Белый толстолобик считается мелиоратором, который препятствует «расцветанию» воды. Данные о паразитофауне данного вида очень малы. Ученые Х.А. Пашаев (1968) и Ш.Р. Ибрагимов в этом виде рыбы паразитов не отмечали. Но А. Сулейманова в озере Забрат отмечает 9 видов паразитов в белом толстолобике [12].

В Мингачаурском водохранилище из исследованных нами 21 экз. белого толстолобика были обнаружены 3 вида паразитов. Из них в плавниках одной рыбы отмечали *Gyridactylus sp.*, а на теле другой рыбы – *Lernea cyprinacea*. В хрусталиках 3 рыб мы обнаружили метацеркарии нематода *Diplostomum chromatophorum*. Из-за малого количества материала *Gyridactylus sp.* не определен до уровня вида.

Как видно из данных исследования, у белого толстолобика наблюдалось самое наименьшее число паразитов. По сравнению с другими рыбами этот вид исследован достаточно хорошо, но обнаружены только вышеупомянутые паразиты. Это может быть связано с тем, что исследовались только молодые особи и что у этих рыб иммунитет к паразитам более высокий, чем у других.

По сравнению с белым толстолобиком у белого амура видовой состав паразитов более богат. У обеих исследованных видов были отмечены *Diplostomum chromatophorum* и *Lernea cyprinacea*. Но заражение ракообразным, *Lernea cyprinacea*, у белого амура наблюдалось более сильно.

Паразит в форме науплиус, а иногда в форме ко-

пеподит, встречался в коже и основе грудных плавников. Но у рыб более опасными были взрослые формы паразита.

У всех исследованных рыб белого амура встречались метацеркарии *Diplostomum chromatophorum*. Заражение этим паразитом может происходить при плавании рыб между растениями. Промежуточными хозяевами этого паразита являются водные моллюски. Жаркий климат создает условия для размножения растений и моллюсков. В этом периоде наблюдается выход церкарий диплостоматидов из моллюсков. И поэтому рыбы, которые плавают среди растений и питаются растениями, заражаются этим паразитом. Церкарии активно входят в тело рыб. Этот паразит вызывает катараракту у рыб, и они при этом становятся слепыми, плохо питаются и ослабевают. Это доказывает и опустошенность кишечника таких рыб.

У белого амура по видовым количествам из найденных паразитов первое место занимают моногенеи. Они становились специфическими паразитами этой рыбы.

У белого амура и белого толстолобика не обнаружены паразиты, которые заражают рыб при приеме пищи.

Незараженность паразитами, у которых промежуточными хозяевами являются планктоны и бентосные организмы, доказывает, что планктон и бентос как пища не представляют особого интереса у этих видов.

Паразиты, отмеченные у белого амура и белого толстолобика, развиваются без промежуточных хозяев. Это в основном связано с тем, что они питаются растениями.

Заражение *Diplostomum chromatophorum* доказывает пребывание рыб в местах водохра-нилища, где собираются брюхоногие моллюски, которые, в свою очередь, являются промежуточными хозяевами этого паразита.

Встречаемость в водохранилище патогенного паразита *Lernea cyprinacea* предупреждает о потенциальной опасности. По этой причине в этом водохранилище и в других, которые будут созданы поблизости, следует учитывать этот факт и принимать своевременные меры по предотвращению заболеваний, вызванных данным паразитом.

Выводы

1. В Мингечаурском водохранилище у исследованных 42 экз. растительноядных рыб было обнаружено 6 видов паразитов. Из них 1 вид относится к инфузориям, 3 вида – моногенеям, 1 вид – trematодам, 1 вид – ракообразным.

2. По сравнению с белым амуром у белого толстолобика наблюдалось меньшее число паразитов,

что предположительно связано с иммунитетом к паразитам.

3. Заражение *Diplostomum chromatophorum* доказывает пребывание рыб в местах водохра-нилища, где собираются брюхоногие моллюски, которые, в свою очередь, являются промежуточными хозяевами этого паразита.

4. Обнаружение в водохранилище патогенного паразита *Lernea cyprinacea* свидетельствует о его потенциальной опасности.

Литература

1. Абдурахманов Ю.А. Рыбы пресных вод Азербайджана. – Баку: Изд-во АН АзССР, 1962. – 406 с.
2. Быховская-Лавловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 122 с.
3. Гусев А.Б. Методика сбора и обработка материалов по моногенеям, паразитирующим у рыб. – Л.: Наука, 1983. – 47 с.
4. Ибрагимов Ш.Р. Паразиты и болезни рыб Каспийского моря (эколого-географический анализ, эпизоотологическая и эпидемио-логическая оценка). – Баку: Элм, 2012. – 400 с.
5. Казиева Н.Ш. Паразиты рыб Варваринского водохранилища: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Баку, 1984. – 20 с.
6. Кандилов Н.К. Эктопаразитические простейшие рыб бассейна реки Куры // Тр. Ин-та зоологии АН АзССР. – Баку, 1964. – Т. 13. – С. 134–149.
7. Микаилов Т.К. Паразитофауна рыб водоемов Азербайджана (систематика, динамика, происхождение). – Баку: Элм, 1975. – 299 с.
8. Mikayilov T.K., Kazieva N.Ş.Varvara su anbarının parazitoloji durumu. Kürətrafi göllərin biologoyası. – Bakı: Elm, 2001. – 297 s.
9. Маркевич А.П. Методика и техники паразитологического обследования у рыб. – Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1950. – 24 с.
10. Seyid-Rzayev M.M., Yusibova S.C. Mingəçevir su anbarı baliqları öyrənilməsinə dair yeni məlumatlar. Zool. İstitutunun əsərləri. XXVIII cild. Bakı, Elm, 2006-ci il, s. 818–827.
11. Пашаев Г.А. К изучению гельминтозов рыб в Малом Гызылагачском нерестово-вырастном хозяйстве // Тр. АзНИВИ. – Баку, 1968. – Т. 24. – С. 155–157.
12. Süleymanova A.V. Abşeron balıq-əmtəə təsərrüfatı və Zabrat göllərində balıq parazitlərinin epizootoloji və epidemioloji durumu. Namizədlik dissertasiyasının avtoreferati: Bakı, 2007, 20 s.
13. Klein B. Reaktion des Silberlinien-sistemy auf Shadlichkeiten.1. – Ann. Ins. Sup. Arg., Milano, 1931, 4. s. 71–73.

- | Literatura | |
|------------|---|
| 1. | <i>Abdurahmanov Ju.A. Ryby presnyh vod Azerbajdzhana.</i> – Bakı: Izd-vo AN AzSSR, 1962. – 406 s. |
| 2. | <i>Byhovskaja-Pavlovskaja I.E. Parazity ryb: rukovodstvo po izucheniju.</i> – L.: Nauka, 1985. – 122 s. |
| 3. | <i>Gusev A.B. Metodika sbora i obrabotka materialov po monogenejam, parazitirujushhih u ryb.</i> – L.: Nauka, 1983. – 47 s. |
| 4. | <i>Ibragimov Sh.R. Parazity i bolezni ryb Kaspijskogo morja (jekologo-geograficheskij analiz, jepizootologicheskaja i jepidemiologicheskaja ocenka).</i> – Bakı: Jelm, 2012. – 400 s. |
| 5. | <i>Kazieva N.Sh. Parazity ryb Varvarinskogo vodohranilishha: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk.</i> – Bakı, 1984. – 20 s. |
| 6. | <i>Kandilov N.K. Jektoparaziticheskie prostejshie ryb bassejna reki Kury // Tr. In-ta zoologii AN AzSSR.</i> – Bakı, 1964. – T. 13. – S. 134–149. |
| 7. | <i>Mikailov T.K. Parazitofauna ryb vodoemov Azerbajdzhana (sistematika, dinamika, proishozhdenie).</i> – Bakı: Jelm, 1975. – 299 s. |
| 8. | <i>Mikayilov T.K., Kazieva N.Ş.Varvara su anbarının parazitoloji durumu. Kürətrafi göllərin biologoyası.</i> – Bakı: Elm, 2001. – 297 s. |
| 9. | <i>Markevich A.P. Metodika i tehniki parazitologicheskogo obsledovanija u ryb.</i> – Kiev: Izd-vo Kiev. gos. un-ta, 1950. – 24 s. |
| 10. | <i>Seyid-Rzayev M.M., Yusibova S.C. Mingəçevir su anbarı balıqları öyrənilməsinə dair yeni məlumatlar. Zool. İstututunun əsərləri. XXVIII cild.</i> Bakı, Elm, 2006-cı il, s. 818–827. |
| 11. | <i>Pashaev G.A. K izucheniju gel'mintozov ryb v Malom Gyzylagachskom nerestovo-vyrastnom hozjajstve // Tr. AzNIVI.</i> – Bakı, 1968. – T. 24. – S. 155–157. |
| 12. | <i>Süleymanova A.V. Abşeron balıq-əmtəə təsərrüfatı və Zabrat göllərində balıq parazitlərinin epizootoloji və epidemioloji durumu. Namizədlilik dissertasiyasının avtoreferatı:</i> Bakı, 2007, 20 s. |
| 13. | <i>Klein B. Reaktion des Silberlinien-sistemy auf Shadlichkeiten.1. – Ann. Ins. Sup. Arg., Milano, 1931, 4. s. 71–73.</i> |

УДК 619:615:03

A.A. Ельцова, Т.В. Бойко

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ
НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ**

A.A. Eltsova, T.V. Boyko

**THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF FACTORS DETERMINING RATIONAL DESIGNATION
OF NONSTEROID ANTI-INFLAMMATORY MEDICINAL DRUGS FOR ANIMALS**

Ельцова А.А. – асп. каф. диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: aa_eltsova360601@omgau.org

Бойко Т.В. – д-р вет. наук, зав. каф. диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: tv.boyko@omgau.org

Представлены результаты анкетирования специалистов ветеринарных лечебных учреждений Западно-Сибирского Федерального округа по вопросу рационального назначения нестероидных противовоспалительных лекарственных препаратов животным. Обработано 109 анкет, заполненных врачами в период с 2016 по 2017 г. Определены характеристики респондентов, наиболее часто

Eltsova A.A. – Post-Graduate Student, Chair of Diagnostics, Internal Noncontagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: aa_eltsova360601@omgau.org

Boyko T.V. – Dr. Vet. Sci., Head, Chair of Diagnostics, Internal Noncontagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,, Omsk. E-mail: tv.boyko@omgau.org

назначаемые НПВП для ветеринарного применения, факторы их выбора, степень информированности о рациональном использовании НПВП для животных. Установлено, что наиболее популярными и часто называемыми НПВП являются препараты на основе карпрофена (Римадил 5 %) и кетопрофена (Кетофен). При этом препараты на основе карпрофена вызывали чаще нежелатель-

ные эффекты, чем препараты на основе кетопрофена. При использовании препаратов в 17,7 % случаев ветеринарные врачи наблюдали развитие нежелательных реакций у животных: прогрессирующее угнетение, атаксию, острую почечную недостаточность, кожные аллергические реакции, токсический гепатит, постинъекционную инфильтрацию, геморрагический гастроэнтерит и анафилактический шок. Основными показаниями для назначения НПВП животным (более 90 % из числа опрошенных специалистов) являлись заболевания опорно-двигательного аппарата, болевой синдром при травматическом повреждении и в постоперационном периоде, лихорадка, колики. НПВП чаще комбинируют с антибиотиками (23,3 %), артропротекторами (16,1 %), препаратами витаминов и минералов (13,3 %), а также средствами для наркоза (10,3 %). Редки случаи совместного применения НПВП с блокаторами H₂-гистаминовых рецепторов (8 %), антигистаминными препаратами (7,3 %) спазмолитиками (6,2 %), глюкокортикоидами (4,6 %), диуретиками (2 %) и ингибиторами протонной помпы (0,6 %). Предпочтительными способами введения НПВП ветеринарные врачи считают внутримышечный (34,5 %), подкожный (32,8 %) и пероральный способы (20,8 %). Важным критерием для всех опрошенных является эффективность препарата, только 26,4 % врачей учитывают противопоказания к применению и 12,3 % обращают внимание на нежелательные реакции НПВП, отдавая предпочтение ЛП импортного производства (68,7 %).

Ключевые слова: нестероидные противовоспалительные средства, НПВС, рациональное применение животным, респонденты, анкетирование.

The results of the survey of the specialists of veterinary medical institutions of West Siberian Federal District concerning rational prescription of nonsteroid anti-inflammatory drugs given to animals were presented. 109 questionnaires completed with doctors during the period from 2016 to 2017 were processed. The characteristics of respondents most often using NSAIDs in veterinary medicine, the factors of their choice, the degree of knowledge of rational use of NSAIDs for animals were defined. It was established that NSAIDs preparations on the basis of carprofen (Rimadyl 5 %) and ketoprofen (Ketofen) were most popular most often prescribed. Thus preparations on the basis of carprofen caused more often undesirable effects, than preparations on the basis of a ketoprofen. When using preparations in 17.7 % of cases the development of undesirable reactions in animals were observed by the veterinary surgeons: the progressing oppression, ataxy, sharp renal failure, skin allergic reactions, toxic hepatitis, post-

injection infiltration, hemorrhagic gastroenteritis and anaphylactic shock. The main indications for NSAIDs prescription to animals (more than 90 % among the interrogated experts) were the diseases of the musculoskeletal system, syndrome with traumatic injury and postoperative period, fever, colic. NSAIDs are often combined with antibiotics (23.3%), arthroprotectants (16.1%), vitamins and minerals (13.3%), and anesthesia agents (10.3%). Rare uses of NSAIDs with H₂-histamine receptor blockers (8 %), antihistamine drugs (7.3 %), spasmolytic (6.2 %), glucocorticosteroids (4.6 %), diuretics (2%) and proton pump inhibitors (0.6 %). The methods of transferring of NSAIDs are intramuscular (34.5 %), subcutaneous (32.8 %) and oral methods (20.8 %) are preferred by the veterinarians. The effectiveness of the drug is an important factor for all the respondents, only 26.4 % of doctors take into account the contraindications in using and 12.3 % pay attention to unwanted reactions of NSAIDs, preferring LPs of imported production (68.7 %).

Keywords: nonsteroidal anti-inflammatory drugs, NSAIDs, rational application to animals, respondents, questioning.

Введение. Купирование болевого синдрома у животных является одной из важных задач ветеринарной медицины. Базовыми препаратами анальгетической терапии для животных являются нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) [1, 2]. Широкое назначение НПВС в ветеринарии обусловлено сочетанием противо-воспалительного, обезболивающего и жаропонижающего эффектов, обеспечивающих действенное купирование основных симптомов заболеваний, прежде всего, опорно-двигательного аппарата у животных. Наряду с неоспоримыми достоинствами НПВС при воспалительных процессах в организме применение некоторых препаратов приводит к развитию серьезных нежелательных реакций со стороны желудочно-кишечного тракта [3, 4]. При этом в гуманитарной медицине имеется достаточное количество работ, отражающих сравнительную эффективность и безопасность применения НПВП для человека, что служит врачам очевидным ориентиром при выборе препаратов [4]. Подобные исследования в ветеринарии ранее не были проведены.

Цель исследования: проведение анализа факторов, определяющих рациональное назначение НПВП для животных.

Материалы и методы исследования. Для изучения факторов, влияющих на рациональное поведение ветеринарных врачей на этапе назначения и применения НПВП, было проведено анкетирование специалистов, работающих в ветеринарных частных и государственных клиниках Западно-Сибирского

округа (города Омск, Барнаул, Тюмень, Новокузнецк, Томск, Кемерово, Ханты-Мансийск, Красноярск, Петропавловск). Всего опрошено 109 респондентов. В результате анкетирования определены характеристики респондентов, наиболее часто назначаемые НПВП для животных, факторы их выбора, степень информированности о rationalном использовании препаратов. В процессе исследования были использованы общенаучные методы, а именно логический, социологический (анкетирование), статистический.

Результаты исследования. Большинство респондентов (95 %), принявших участие в исследовании, имели должность ветеринарного врача. Среди респондентов преобладали врачи общей практики (80,2 %), без узкой направленности специализации. Из числа опрошенных 13,08 % являлись ассистентами и 9,81 % – работниками стационаров. Всего в ветеринарной клинике работали 78,7 % из числа опрошенных, частной практикой занимались 11,2 % специалистов, в зоопарках – 5,6 %, в государственных ветеринарных учреждениях – 2,5 %, врачи, занимающие управляющую должность, составили 2 %.

По мнению респондентов, наиболее известными и часто назначаемыми НПВП выбраны следующие препараты: Римадил (88,07 %), Кетофең (77,9 %), Норокарб (58,7 %), Капродил (43,1 %), Айнил и Флексопрофен (по 33,9 %), Кетоквин (28,4 %), Кетопроф (16,5 %), Кетоксим (11 %) и Нефотек (5,5 %). Следует отметить, что ветеринарные врачи в своей практической деятельности отдают предпочтение препаратам на основе карпрофена (84,4 % из числа опрошенных), несмотря на то, что ассортимент НПВП на основе кетопрофена представлен более широкой линейкой. Данная закономерность может быть обусловлена ценой препаратов, активной рекламой, возможно степенью выраженности у препаратов нежелательных эффектов.

Более 90 % из числа опрошенных специалистов считают основными показаниями для назначения НПВП заболевания опорно-двигательного аппарата у животных. Для купирования травматической и послеоперационной боли препараты данной группы назначали 77,9 % врачей; при лихорадочных состояниях у животных – 46,7; при грыжах межпозвонковых дисков – 35,7; при коликах – 11,9 %.

По результатам анкетирования курс лечения НПВП при различных заболеваниях значительно варьирует. Так, при болезнях опорно-двигательного аппарата у животных терапию НПВП ветврачи проводили от 3-5 дней (44,03 %) до нескольких недель (21,1 %). По мнению опрошенных респондентов (41,2 %), травматическую и послеоперационную боль можно купировать в течение недели. При гипертермии у животных 45,8 % ветеринарных врачей используют НПВП однократно, аналогичную схему

применяют для купирования колик (58,3 % из числа опрошенных специалистов). При грыжах межпозвонковых дисков курс лечения обычно составлял 10 дней (64,5 %).

На вопрос о частоте встречаемости нежелательных реакций у пациентов после применения НПВП установлено, что наиболее часто нежелательные эффекты вызывали следующие препараты: Римадил (36,3 %), Кетофең (32,5 %), Айнил (12,5 %), Кетоджект, Кетоквин, Нефотек, Кетоксим, Капродил, Флексопрофен и Кетопроф – менее 10 % от ассортимента лекарственных препаратов. При назначении препарата Римадил врачи чаще у животных наблюдали рвоту, потерю аппетита, диарею, кровь в кале, а также рвоту с кровью и аллергические реакции, отек и боль в месте инъекции. В 17,7 % случаев ветеринарные врачи отмечали прогрессирующую угнетение, атаксию и острую почечную недостаточность, токсический гепатит, анафилактический шок. В связи с этим предупреждение владельцев о существующем риске развития воспаления желудочно-кишечного тракта и необходимости контроля общего состояния животного и периодического исследования кала на наличие крови является обязательной мерой мониторинга осложнений при длительном назначении НПВП.

Являясь средствами патогенетической и симптоматической терапии, НПВП часто назначают в комплексе с препаратами других фармакологических групп. Результаты анкетирования показали, что чаще ветеринарные врачи НПВП комбинируют с антибиотиками (23,3 %), артропротекторами (16,1 %), препаратами витаминов и минералов (13,3 %), средствами для наркоза (10,3 %), блокаторами H₂-гистаминовых рецепторов (8 %), антигистаминными препаратами (7,3 %), спазмолитиками (6,2 %), глюкокортикоидами (4,6 %), диуретиками (2 %), а также ингибиторами протонной помпы (0,6 %). При оперативных вмешательствах разной степени тяжести и локализации НПВП совместно применяют с препаратами для наркоза и седации. Наиболее часто врачи используют комбинацию НПВП с Золетилом (40,4 %), что обусловлено высокой эффективностью и относительной безопасностью препарата при проведении оперативных вмешательств. Далее по убыванию следуют препараты Пропофол (22,4 %), Ксилаzина гидрохлорид (21,3 %), Ветранквил и Телазол (по 5,6 %), а также Медитин (4,4 %). Относительно высокий процент респондентов назначают НПВП в комплексе с артропротекторами (16,1 %), а также препаратами витаминов и минералов (13,3 %), что обусловлено комплексным подходом в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата у животных. К сожалению, низкий процент совместного применения НПВП с блокаторами H₂-гистаминовых

рецепторов (8 %) и ингибиторами протонной помпы (0,6%) свидетельствует о недостаточном уровне исследований данного вопроса и, соответственно, о высоком риске развития нежелательных эффектов. Настороживает тот факт, что некоторые ветеринарные врачи одновременно назначают НПВП с препаратами глюокортикоидных гормонов (ГКС). В литературе описаны случаи совместного применения НПВП и ГКС, которые приводили к гастроудоernalным кровотечениям у собак, вплоть до развития у них летального исхода [5, 6].

При оценке факторов, определяющих применение и назначение для амбулаторного лечения НПВП ветеринарными врачами, были учтены приоритеты при выборе обезболивающего препарата, предпочтаемая лекарственная форма, а также способ введения. Наиболее предпочтительными способами введения НПВП ветеринарные врачи считают внутримышечный (34,5 %), подкожный (32,8 %) и пероральный способ (20,8 %). Внутривенно НПВП предпочитают вводить 10,1 % из числа респондентов и 1,8 % – ректально. Препараты, предложенные для выбора в анкете, согласно инструкции для применения, в большей степени назначаются подкожно и внутримышечно, но не внутривенно. Интересным фактом явилось то, что НПВП ветеринарные врачи назначают ректально, несмотря на отсутствие ректальных форм НПВП для животных. Данное обстоятельство можно объяснить назначением для лечения животных детских форм суппозиториев, содержащих в качестве действующего вещества НПВП.

В заключение респондентам было предложено указать в анкете параметры, которыми они руководствуются при выборе НПВП. Наиболее важным критерием для всех опрошенных является эффективность препарата, 26,4 % врачей также учитывают противопоказания к применению НПВП. Из числа опрошенных только 12,3 % ветеринарных врачей обращают внимание на нежелательные реакции НПВП, при этом респонденты, для которых важна безопасность препарата, чаще отдают предпочтение ЛП импортного производства (68,7 %).

Несомненно, одним из важных критериев при выборе НПВП для врача и владельца животных является его стоимость. Респонденты, для которых значимость фактора стоимости ЛП выше остальных критериев, больше отдают предпочтение препаратам отечественного производства (31,3 %).

Выходы. Анализ результатов анкетирования ветеринарных специалистов лечебных учреждений Западно-Сибирского ветеринарного округа показал, что наиболее популярными и часто назначаемыми НПВП являются препараты на основе карпрофена и кетопрофена. При этом препараты на основе карпрофена, вызывали чаще нежелательные эффекты,

чем препараты на основе кетопрофена. При использовании препаратов в 17,7 % случаев ветеринарные врачи наблюдали развитие нежелательных реакций у животных: прогрессирующее угнетение, атаксию, острую почечную недостаточность, кожные аллергические реакции, токсический гепатит, постинъекционную инфильтрацию, геморрагический гастроэнтрит и анафилактический шок.

Основными показаниями для назначения НПВП животным (более 90 % из числа опрошенных) являлись заболевания опорно-двигательного аппарата, болевой синдром при травматическом повреждении и в послеоперационном периоде, лихорадка, колики.

В комплексной терапии многих заболеваний животных ветеринарные врачи НПВП чаще комбинируют с антибиотиками (23,3 %), артропротекторами (16,1 %), препаратами витаминов и минералов (13,3 %), а также средствами для наркоза (10,3 %). Имели место случаи совместного применения НПВП с блокаторами H₂-гистаминовых рецепторов (8 %), антигистаминными препаратами (7,3 %), спазмолитиками (6,2 %), глюокортикоидами (4,6 %), диуретиками (2 %) и ингибиторами протонной помпы (0,6 %).

Предпочтительными способами введения НПВП ветеринарные врачи считают внутримышечный (34,5 %), подкожный (32,8 %) и пероральный способы (20,8 %).

Важным критерием для всех опрошенных является эффективность препарата, только 26,4 % врачей учитывают противопоказания к применению и 12,3 % обращают внимание на нежелательные реакции НПВП, отдавая предпочтение ЛП импортного производства (68,7 %).

Таким образом, при рациональном выборе НПВП следует принимать во внимание наличие и характер факторов риска побочных эффектов, наличие сопутствующих заболеваний у животных, а также совместимость НПВП с препаратами других фармакологических групп.

Литература

1. Ельцова А.А., Бойко Т.В., Чуднов И.Е. и др. Обзор фармацевтического рынка нестероидных противовоспалительных препаратов, предназначенных для лечения животных // Мат-лы науч.-практ. (заочной) конф. с междунар. участием.– Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2015. – С. 105-109.
2. Скотт Х. Современные методы медикаментозного лечения остеоартрита у собак и кошек. – URL: file:///C:/Users/ZALMAN/Downloads /sovremennoye-metody-medikamentoznogo-lecheniya-oste-oartrita-u-sobak-i-koshek.pdf.
3. Лапина Т.Л. Гастропатии, индуцированные нестероидными противовоспалительными препа-

- ратами: клиническое значение, лечение, профилактика // Consilium medicum. – 2001. – Т. 3. – № 9. – С. 438–442.
4. Карамаев А.Е. Нестероидные противовоспалительные препараты при лечении мышечной боли: время «золотой середины». – URL: file:///C:/Users/ZALMAN/Downloads/nesteroidnye-protivovospalitelnye-preparaty-pri-lechenii-myshechno-skeletnoy-boli-vremya-zolotoy-serediny.pdf.
5. Пульняшенко П.Р. Некоторые осложнения со стороны желудочно-кишечного тракта у мелких домашних животных при лечении болевого синдрома с использованием нестероидных противовоспалительных препаратов и глюокортикоидов // Ветеринария Кубани. – 2007. – № 5. – С. 25–29.
6. Sharkey M., Brown M. Wilmot Adice to Dog Owners Whose Pets Take NSAID // FDA Veterinarian Newsletter. – 2006. – Vol. 21, № 1. – P. 1255–1258.

Literatura

1. El'cova A.A., Bojko T.V., Chudnov I.E. i dr. Obzor farmacevticheskogo rynka nesteroidnyh protivovospalitel'nyh preparatov, prednазначеных dlya lecheniya zhivotnyh // Mat-ly nauch. prakt. (zaochnoj) konf. s mezhdunar. uchastiem.– Omsk: Izd-vo IP Maksheevoj E.A., 2015. – S. 105–109.
2. Scott H. Sovremennye metody medikamentoznogo lechenija osteoartrita u sobak i koshek. – URL: file:///C:/Users/ZALMAN/Downloads/sovremennye-metody-medikamentoznogo-lecheniya-osteoartrita-u-sobak-i-koshek.pdf.
3. Lapina T.L. Gastropatii, inducirovannye nesteroidnymi protivovospalitel'nyimi preparatami: klinicheskoe znachenie, lechenie, profilaktika // Consilium medicum. – 2001. – Т. 3. – № 9. – S. 438–442.
4. Karataev A.E. Nesteroidnye protivovospalitel'nye preparaty pri lechenii myshechnoj boli: vremja «zolotoj serediny». – URL: file:///C:/Users/ZALMAN/Downloads/nesteroidnye-protivovospalitelnye-preparaty-pri-lechenii-myshechno-skeletnoy-boli-vremya-zolotoy-serediny.pdf.
5. Pul'njashenko P.R. Nekotorye oslozhnenija so storony zheludochno-kishechnogo trakta u melkih domashnih zhivotnyh pri lechenii bolevogo sindroma s ispol'zovaniem nesteroidnyh protivovospalitel'nyh preparatov i gljukokortikoidov // Veterinarija Kubani. – 2007. – № 5. – S. 25–29.
6. Sharkey M., Brown M. Wilmot Adice to Dog Owners Whose Pets Take NSAID // FDA Veterinarian Newsletter. – 2006. – Vol. 21, № 1. – P. 1255–1258.



МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТУЧНЫХ КЛЕТОК В ПЛАЦЕНТЕ СВИНЫ
ПРИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ БЕРЕМЕННОСТИ

A.A. Lazareva, L.I. Drozdova

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MAST CELLS IN PIGS' PLACENTA
AT PHYSIOLOGICAL AND PATHOLOGICAL PREGNANCY

Lazareva A.A. – Asst., Chair of Morphology, Expertise and Surgery, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg. E-mail:pvlazareva@yandex.ru

Drozdova L.I. – Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Morphology, Expertise and Surgery, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg. E-mail: drozdova43@mail.ru

Цель исследования – изучить морфофункциональное состояние тучных клеток плаценты свиньи в норме и патологически протекающей беременности. Приведены результаты гистологического и ультрамикроскопического исследования тканей плаценты свиньи при физиологически протекающей и осложненной беременности. Материал отбирали в фермерском хозяйстве Дергачевой (Свердловская область, г. Полевской). Исследование было проведено на кафедре морфологии, экспертизы и хирургии Уральского государственного аграрного университета. Были исследованы плаценты от 25 свиней, с патологией мертворождения, мумификации и сочетанной патологией. Даны оценка морфологических изменений при мертворождении и мумификации по трем компонентам плаценты: синцитио- и цитотрофобласта, сосудистого звена и соединительной ткани. Произведена количественная и качественная оценка тучных клеток в плаценте свиньи. Установлено, что при патологически протекающей беременности отмечается укорочение ворсин хориона, пролиферативная активность эпителия, некроз участков ворсин, отложение фибринOIDа в межворсинчатом пространстве. Сосудистая реакция проявляется в перерастяжении кровеносных сосудов, массовом диапедезе эритроцитов, слущивании клеток эндотелия, внутрисосудистом гемолизе эритроцитов, формировании внутрисосудистых тромбов. У свиней с сочетанной патологией в зонах некротического распада тканей были локализованы очаги кровоизлияний. Со стороны соединительнотканного компонента у свиней с мертворождением наблюдался отек стромы ворсин. Выявлено, что популяция тучных клеток на единицу площади возрастает при наличии патологии плодоношения.

Лазареева А.А. – ассист. каф. морфологии, экспертизы и хирургии Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург. E-mail:pvlazareva@yandex.ru

Дроздова Л.И. – д-р вет. наук, проф. каф. морфологии, экспертизы и хирургии Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург. E-mail: drozdova43@mail.ru

При физиологическом течении беременности единичные мастоциты локализованы в основном периаскулярно. Реакция тучных клеток на патологический очаг проявляется в виде активной дегрануляции. Наиболее высокая степень дегрануляционной активности наблюдается при наличии мумифицированных плодов. Секреция носит направленный характер в сторону очагов некроза.

Ключевые слова: свиньи, беременность, мумификация, гистологическое исследование, тучные клетки.

The research objective was to study a morphofunctional condition of mast cells of placenta in pigs, in the norm and during pathologically proceeding pregnancy. The results of histological and ultramicroscopic research of pigs' placenta tissues at physiologically proceeding and complicated pregnancy were given. The material was selected on the farm of Dergacheva (Sverdlovsk Region, Polevskoy town). The research was conducted at the Department of Morphology, Examination and Surgery of Ural State Agrarian University. The placentae from 25 pigs, with pathology of stillbirth, mummification and combined pathology were investigated. The estimation of morphological changes was made in stillbirth and mummification for three components of placenta: syncytiotrophoblast, vascular link and connective tissue. Quantity and quality standard of mast cells in placenta of pig was made. It was established that at pathologically proceeding pregnancy the shortening of the villi of the chorion, epithelial proliferative activity, areas of necrosis of the villi, the deposition of fibrinoid in major since space were marked. Vascular reaction was manifested in the overgrowth of blood vessels, mass diapedesis of red blood cells, endothelial cell exfoliation, intravascular hemolysis of red blood cells

and the formation of intravascular blood clots. In pigs with combined pathology in the zones of necrotic disintegration of tissues the centers of hemorrhages were localized. From the side of connective tissue component in pigs with stillbirth edema of the villous stroma was observed. It was revealed that the population of mast cells per unit area increased in the presence of pathology of fruiting. In physiological course of pregnancy, single mastocytes were localized. At physiological course of pregnancy, single mastocytes were localized mainly perivascular. The reaction of mast cells to pathological focus was manifested in the form of active degranulation. The highest degree of degranulation activity was observed in the presence of mummified fruits. The secretion was of directed character towards necrosis centers.

Keywords: *pigs, pregnancy, mummification, histological examination, mastocytes.*

Введение. Одной из первоочередных задач ветеринарных специалистов свиноводческих комплексов является получение здорового приплода. Основную роль в развитии эмбриона и рождении жизнеспособного потомства играет плацента [11]. Ссылаясь на учение о гистогематических барьерах, плацентарный барьер является единственным в своем роде непостоянным образованием, связывающим два, по сути чужих в антигенном плане, организма, – матери и плода [9, 10]. Принимая во внимание экспрессию клетками трофобласта чужеродных антигенов, обнаружено отсутствие взаимного отторжения плаценты и плода [6]. Вопрос проявления резидентных тучных клеток в иммунологии плаценты животных представляет большой интерес и остается открытым. Данный тип клеток широко представлен во многих органах и тканях и выполняет ряд модулирующих физиологических реакций, вырабатывая гепарин, гистамин, специфические и неспецифические протеазы. В состав гранул тучных клеток также

входят: гиалуроновая кислота, факторы роста, производные ненасыщенных жирных кислот, серотонин, хемоаттрактанты нейтрофилов, дофамин, нейропептиды, протамин, хондроитинсульфат, иммунорегуляторные цитокины, фосфолипиды, окислительные ферменты (супероксиддисмутаза и пероксидаза) [3, 8]. Разнообразный биохимический состав mastоцитов позволяет им индуцировать воспалительный процесс, координировать врожденные и адаптивные реакции.

Плацента, являясь иммунологически привилегированым органом, локализует в себе множество иммунокомпетентных клеток: CD56 + NK-клетки (80 %), Т-лимфоциты (CD3+) (10 %) и CD14 + макрофаги (10 %) [4]. Тучные клетки детально описаны в тканях плаценты человека при гестозах [1]. В ветеринарной медицине сведения о проявлении mastоцитов в тканях плаценты малочисленны, что и послужило поводом к их изучению.

Цель исследования: изучение морфофункционального состояния тучных клеток плаценты свиньи в норме и патологически протекающей беременности.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на кафедре морфологии, экспертизы и хирургии Уральского ГАУ, КФХ Дергачевой С.И. (г. Полевской) в 2015–2017 гг. В качестве объекта исследования служила эпителиохориальная плацента свиней ($n = 25$), от которых был отобран материал. В зависимости от наличия либо отсутствия патологии плодоношения выделяли 4 группы плацент: без патологии, мертворождение, мумификация, сочетанная патология мертворождения и мумификации. Процентное соотношение нормального и патологического родового периода представлено на рисунке 1.

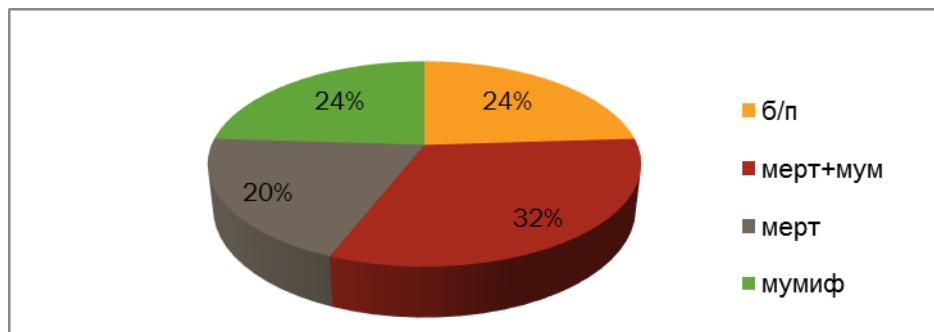


Рис.1. Процентное соотношение нормы и патологии в родовом периоде

Кусочки плаценты размером 1,5×1,0×0,5 фиксировали в 10 %-м водном растворе нейтрального формалина, заливали в парафин. Срезы готовили на санном микротоме MC-3, толщина срезов составила 5–7 мкм.

Окрашивание препаратов проводили по традиционным методикам гематоксилином и эозином для общей оценки полноценности развития и морфологического состояния тканей плаценты. Для выявления уникальной тучноклеточной реакции применяли специфическое метахроматическое окрашивание толуидиновым синим и окрашивание Азуром II. Фотографирование и анализ полученных препаратов проводили на световом микроскопе Leica DM750 (Германия) с применением фотокамеры ICC50.

Для проведения ультрамикроскопических измерений материал отбирали при помощи бритвенного лезвия в форме пластинки толщиной 0,09 см и помещали в предварительно очищенный раствор глутарового альдегида 2,5 %-й концентрации. В этом растворе пластиинки разрезали на фрагменты величиной 0,1 мм³ и фиксировали в другой порции этого раствора в течение 4–5 ч. Далее кусочки тканей промывали в фосфатном буфере и обрабатывали осмивым фиксатором в течение 2 ч при температуре +4 °С. В качестве сред для заливки нами использованы аралдит и эпон идентичных фирм. Срезы получа-

ли на ультратоме LKB-III, контрастировали 2 %-м спиртовым раствором уралнилацетата в течение 15 мин и цитратом свинца по Рейнольдсу. Препараты просматривали на электронном микроскопе Morgagni 280 D с увеличением от 1 800 до 44 000 [7].

Оценку морфологических изменений в тканях плаценты проводили по трем основным компонентам: изменения эпителия ворсин хориона (синцитио- и цитотрофобласт), сосудистого звена и соединительнотканного компонента.

Число мастоцитов определяли на 1 мм² [2]. Для высчитывания индекса дегрануляции (ИД) тучных клеток пользовались формулой Линднера: ИД = (А×0 + Б×1 + В×2 + Г×3)/n, где А – неактивные мастоциты (рис. 2, а); Б – слабо дегранулирующие мастоциты (рис. 2, б); В – умеренно дегранулирующие мастоциты (рис. 2, в); Г – сильно дегранулирующие мастоциты (рис. 2, г); n – суммарное количество проанализированных тучных клеток. Полученные значения индекса дегрануляции представляют в условных единицах (у.е.) [5].

Степень дегрануляции оценивали как отношение числа сильнодегранулирующих тучных клеток к общему числу анализируемых клеток, выраженное в процентах [2].

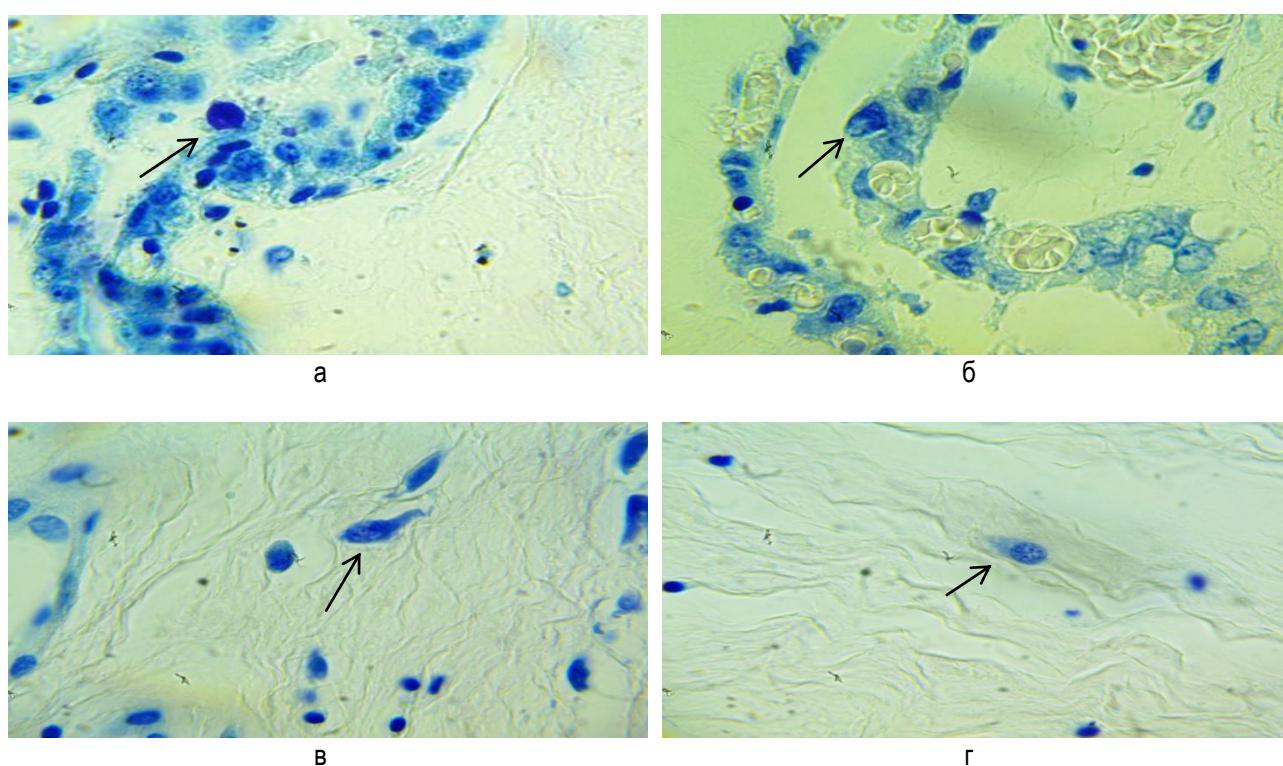


Рис. 2. Степень дегрануляции тучных клеток в плаценте свиньи: а – неактивная тучная клетка; б – слабо дегранулирующая тучная клетка; в – умеренно дегранулирующие тучные клетки; г – сильно дегранулирующая тучная клетка. Окрашивание Азур II, ув. 1000

Приведенные в тексте анатомические и гистологические термины соответствуют международным и медицинским терминам.

Результаты исследования. При гистологическом исследовании плаценты свиней, у которых ди-

агностировали мумификацию одного или нескольких плодов, мертворожденных поросят, отмечалось общее укорочение ворсин хориона в сравнении с плацентами без патологии беременности (рис. 3, 4).

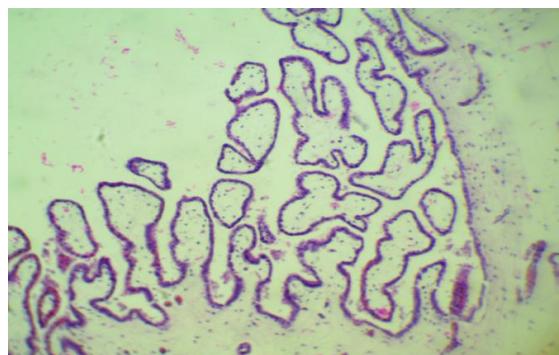


Рис. 3. Плацента свиньи с патологией мертворождения (окрашивание г.-э., ув. 100)

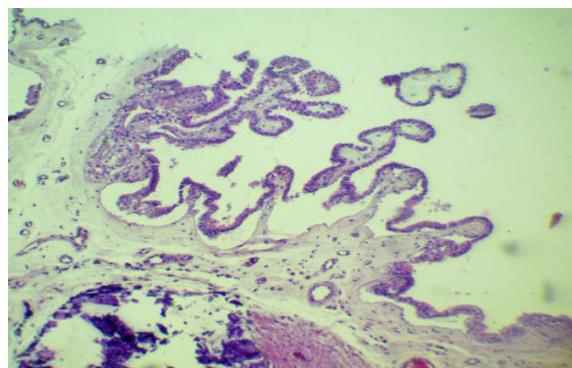


Рис. 4. Плацента свиньи с патологией мертворождения и мумификации (окрашивание г.-э., ув. 100)

Со стороны синцитио- и цитотрофобласта наблюдалась пролиферативная активность эпителия, гиперплазия, слущивание верхних слоев клеток, локальный некроз фрагментов ворсин (рис. 5). В некоторых случаях одновременно наблюдалась вакуолизация с очагами некроза эпителия цитотрофобласта и синцитиотрофобласта. Отложение фибринOIDА в межворсинчатом пространстве в большом количестве наблюдалось у свиней с патологией мумификации (рис. 6). Отмечалось незначительное отложение фибринOIDА у свиноматок без патологии беременности.

В сосудистом звене отмечалось перерастяжение кровеносных сосудов, массовый диапедез эритроцитов. В просвет сосудов регистрировалось слущивание клеток эндотелия, внутрисосудистый гемолиз эритроцитов, активное образование внутрисосудистых тромбов. У свиней с сочетанной патологией в зонах некротического распада тканей были локализованы очаги кровоизлияний. Со стороны соединительнотканного компонента у свиней с мертворождением наблюдался отек стромы ворсин.

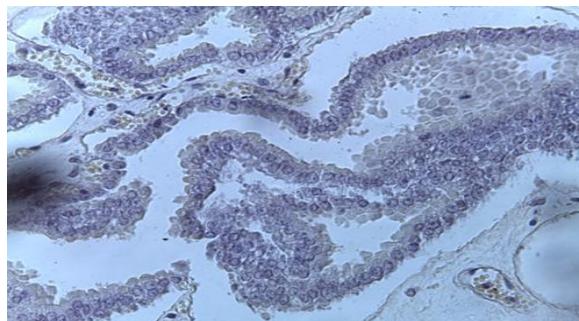


Рис. 5. Плацента свиньи. Гиперплазия и некроз эпителия ворсин хориона (окрашивание г.-э., ув. 400)

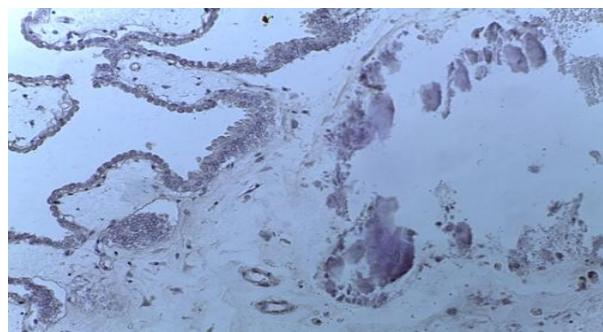


Рис. 6. Плацента свиньи. Отложение фибринойда в межворсинчатом пространстве (окрашивание г.-э., ув. 200)

Анализируя количественный и качественный состав мастоцитов, выявили, что популяция тучных клеток свиней без патологии плодоношения ха-

теризуется относительно небольшой величиной по сравнению со свиньями с патологией плодоношения (табл.).

Количество (кл/1 мм²) и функциональная характеристика тучных клеток в плаценте свиноматок

Показатель	Без патологии	Мертворожденные	Мумифицированные	Мертворожденные и мумифицированные
Сильнодегранулирующие ТК (0)	9,8±3,56	25±8,71	30,4±6,45	47,37±13,3*
Умеренно дегранулирующие ТК (+)	6±1,58	8,4±3,43	14,85±4,29	25,75±6,11*
Слабо дегранулирующие ТК (++)	4,8±3,34	11,8±3,27	11,28±3,94	19±6,84*
Неактивные ТК (+++)	19,2±0,83	29,25±7,36	27,7±6,39	40,12±8,91
Общее кол-во, S = 1 мм ²	39,8±6,09	71,8±13,8*	84,28±7,67*	132,25±19,86*
Степень дегрануляции, %	23,8±6,3	34,4±11,08	35,8±8,2	35,5±7,5
Индекс дегрануляции, у.е.	1,14±0,16	1,43±0,32	1,56±0,22	1,6±0,15

* Разница с 1-й группой достоверна ($p < 0,01$).

Наибольшее количество тучных клеток на единицу площади регистрируется у свиней с сочетанной патологией беременности. Реакция мастоцитов на

мертворождение и мумификацию носит однонаправленный характер (рис. 7).

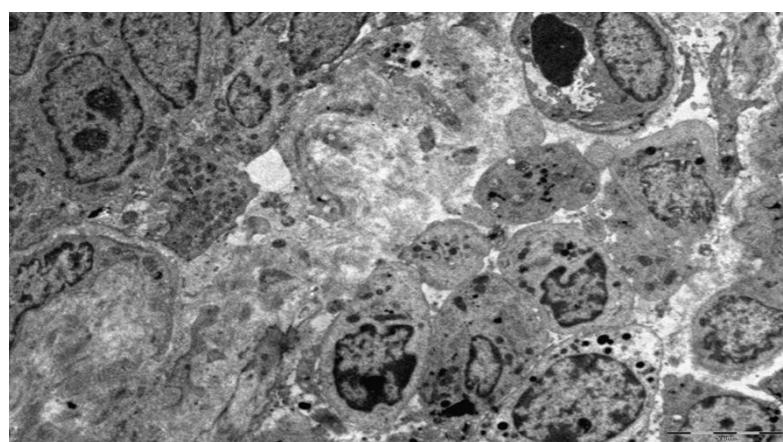


Рис. 7. Ворсина плаценты свиньи при рождении мумифицированных плодов. Дегрануляция тучных клеток (ув. 2200)

Выводы

1. Общие морфологические изменения в тканях плаценты животных с различной патологией беременности характеризуется хроническими дистрофическими, а также некробиотическими и сосудисто-стромальными процессами.

2. Плотность тучных клеток на единицу площади в тканях плаценты всех видов животных возрастает при наличии патологии плодоношения. При физиологическом течении беременности единичные тучные клетки локализованы в основном периваскулярно.

3. Реакция тучных клеток на патологический очаг проявляется в виде активной дегрануляции. Наиболее высокая степень дегрануляционной активности наблюдается при наличии мумифицированных плодов либо резорбционного эмбриона. Секреция носит направленный характер в сторону очагов некроза.

Литература

7. Дроздова Л.И., Татарникова Н.А. Морфология гистогематических барьера при хламидиозе свиней: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во ПГСХА, 2003. – 205 с.
8. Кундрюкова У.И. Морфологические изменения фабрициевой бурсы цыплят при специфической профилактике болезни Гамборо разными вакцинами: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Омск, 2013. – 20 с.
9. Милованов А.П. Патология системы «мать-плацента-плод»: руководство для врачей. – М.: Медицина, 1999. – 448 с.
10. Шубина О.С., Смертина Н.А., Мельникова Н.А. О взаимоотношении плаценты и амниотической оболочки // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 2. – С. 173–178.
11. Satoshi Furukawa, Seigo Hayashi, Koji Usuda, Masayoshi Abe, SoichiroHagio, and Izumi Ogawa – Toxicological Pathology in the Rat Placenta. J Toxicol Pathol 2011; 24: 95–111.

Literatura

1. Ajlamazjan Je.K., Poljakova V.O., Kvetnoj I.M. Funkcional'naja morfologija placenty cheloveka v norme i pri patologii (nejroimmunoendokrinologicheskie aspekty). – SPb., 2012. – 176 s.
2. Artashjan O.S. Rol' sistemnogo podhoda v izuchenii sistemy tuchnyh kletok v zhivyh organizmakh // Filosofiya i nauka: mat-ly II Mezhvuz. nauch.-prakt. konf. aspirantov i soискatelej. – Ekaterinburg, 2003. – S. 3–5.
3. Burceva A.S. Strukturno-funkcional'naya harakteristika populjacji tuchnyh kletok organov pishhevaritel'noj sistemy mongol'skih peschanok posle orbital'nogo poleta i modelirovaniya jeffektov nevesomosti v nazemnyh uslovijah: dis. ... kand. med. nauk. – Voronezh, 2017. – 154 s.
4. Guzov I.I. Immunologija i immunopatologija beremennosti / Centr immunologii i reprodukcii. – M., 2000.
5. Guselnikova V.V. Morfofunktional'naja harakteristika populjacji tuchnyh kletok timusa myshi: dis. ... kand. biol. nauk. – SPb., 2016. – S. 47.
6. Drozdova L.I., Lazareva A.A. Sistema tuchnyh kletok razlichnyh vidov zhivotnyh pri patologii beremennosti // Aktual'nye problemy rastenievodstva, zhivotnovodstva i veterinarnoj mediciny. Biologicheskie, veterinarnye, sel'skoho-zjajstvennye, zootehnicheskie, jekologicheskie nauki: sb. mat-ov mezhdunar. nauch.-prakt. konf. / Ural'skij GAU. – Ekaterinburg, 2017. – S. 129.

7. Drozdova L.I., Tatarnikova N.A. Morfologija histogematischeskih bar'erov pri hlamidioze svinej: ucheb. posobie. – Perm': Izd-vo PGSHA, 2003. – 205 s.
8. Kundrukova U.I. Morfologicheskie izmenenija fabricievoj bursy cypljat pri specificheskoj profilaktike bolezni Gamboro raznymi vakcinami: avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. – Omsk, 2013. – 20 s.
9. Milovanov A.P. Patologija sistemy «mat'-placenta-plod»: rukovodstvo dlja vrachej. – M.: Medicina, 1999. – 448 s.
10. Shubina O.S., Smertina N.A., Mel'nikova N.A. O vzaimootnoshenii placenty i amnioticheskoy obolochki // Fundamental'nye issledovaniya. – 2011. – № 2. – S. 173–178.
11. Satoshi Furukawa, Seigo Hayashi, Koji Usuda, Masayoshi Abe, Soichiro Hagio, and Izumi Ogawa – Toxicological Pathology in the Rat Placenta. J Toxicol Pathol 2011; 24: 95–111.

УДК 636.2:619

О.П. Данилкина

ИММУНОМОДУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ ОБЛЕПИХИ НА ТИМУС ТЕЛЯТ,
ПОЛУЧЕННЫХ ОТ КОРОВ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ АЦИДОЗОМ

O.P. Danilkina

IMMUNOMODULATING EFFECT OF SEA-BUCKTHORN ON THYMUS OF CALVES OBTAINED
FROM THE COWS WITH METABOLIC ACIDOSIS

Данилкина О.П. – канд. вет. наук, доц. каф. внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: danilkina_olga79@mail.ru

Цель исследования – изучить иммуномодулирующее действие шрота облепихи на тимус телят, полученных от коров с метаболическим ацидозом. В исследовании использовали шрот облепихи, который является отходом фармацевтической промышленности и недорогим сырьем. В опыте участвовало 30 телят в возрасте 20 дней. Телята подобраны по методу аналогов. Было сформировано 3 группы по 10 голов в каждой. Было установлено, что метаболический ацидоз у коров в хозяйствах Красноярского края колеблется в пределах 60–80 % от числа исследованных животных. Биохимические и иммунобиологические показатели крови коров с метаболическим ацидозом и у полученных от них телят ниже нормы, что влечет за собой нарушение образования иммуноглобулинов. В тимусе телят, полученных от коров с метаболическим ацидозом, на протяжении опытного периода наблюдается уплотнение коркового вещества, разрыхление мозгового слоя, распад телец Гассаля. У телят, получавших шрот облепихи, дольки объединенные, крупного размера, в центре несколько тела Гассаля без распада. Морфометрические показатели тимуса (величина долей, линей-

Danilkina O.P. – Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Internal Noncontagious Diseases, Obstetrics and Physiology of Farm Animals, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: danilkina_olga79@mail.ru

ные размеры мозгового, коркового вещества, количество телец Гассаля) у телят, получавших шрот облепихи, достоверно увеличиваются в сравнении с контролем в 2,89 раза, толщина коркового и мозгового слоя тимуса достоверно увеличивается в 2,34 и 2,03 раза соответственно. Количество телец Гассаля достоверно больше у телят опытной группы в 2,69 раза, что свидетельствует об более интенсивном развитии тимуса в сравнении с телятами контрольной группы. Применение шрота облепихи ежедневно по 20 г на одного теленка в течение 30 дней достоверно нормализует морфометрические и патоморфологические показатели тимуса, а также показатели иммунобиологического статуса по сравнению с телятами, которым не давали шрот облепихи. Данный способ воздействия на иммунитет ослабленных телят достаточно эффективен и экономически выгоден.

Ключевые слова: телята, коровы, иммунитет, метаболический ацидоз, облепиха, иммунно-компетентные органы, тимус, патоморфологические и морфометрические показатели.

The research objective was to study immunomodulatory effect of meal of sea-buckthorn on thymus of the calves received from the cows with metabolic acidosis. In the research seabuckthorn cake, the waste of pharmaceutical industry and inexpensive raw material was used. 30 calves at the age of 20 days participated in the experiment. The calves were picked up by the method of analogs. 3 groups up to 10 heads in each were created. It was established that metabolic acidosis in cows on the farms of Krasnoyarsk Region fluctuated within 60–80 % of the number of studied animals. Biochemical and immunobiological indicators of the blood of the cows with metabolic acidosis and in the calves received from them were lower than the norm that involves violation of formation of immunoglobulins. In the thymus of the calves received from the cows with metabolic acidosis throughout experimental period consolidation of cortical substance, loosening of brain layer, disintegration of little bodies of Gassal were observed. In the calves receiving meal of sea-buckthorn, the segment integrated a large size in the center some little bodies of Gassal without disintegration. Morphometric indicators of thymus (size of shares, linear extent of brain, cortical substance, quantity of little bodies of Gassal) in the calves receiving seabuckthorn meal authentically increased 2.89 times in comparison with control, the thickness of cortical and brain layer of thymus authentically increased in 2.34 and 2.03 times respectively. The quantity of little bodies of Gassal was more reliable in the calves of experimental group by 2.69 times that testified to more intensive development of thymus in comparison with that of the calves of control group. The use of seabuckthorn meal daily 20 g for a calf within 30 days authentically normalized morphometric and pathomorphological indicators of thymus, and also the indicators of immunobiological status in comparison with the calves who were not given seabuckthorn meal. This way of impact on immunity of weakened calves was rather effective and economic.

Keywords: calves, cows, immunity, metabolic acidosis, seabuckthorn, immunocompetent organs, thymus, pathomorphological and morphometric parameters.

Введение. За последние годы значительно изменился состав рациона для крупного рогатого скота. Вследствие этого у молочных коров часто наблюдают нарушения кислотно-щелочного равновесия. При одностороннем скармливании легкопереваримых углеводов или слабоструктурного корма развивается метаболический ацидоз, как следствие повышенного образования кислот в рубце. Причинами метаболического ацидоза является концентратный тип кормления, несбалансированное углеводно-протеиновое отношение в рационах, а также

отсутствие в хозяйствах мотиона и дифференцированного подхода к составлению кормовых рационов для разных возрастных групп [1].

Ацидоз крайне опасен для беременных коров. Причина – в изменении плаценты. Она утрачивает свои защитные функции, пропуская к плоду все вещества, циркулирующие в организме матери, в том числе вредные продукты нарушенного обмена. Они, в свою очередь, влияют на метаболизм плода, подрывают его иммунную систему. Очень часто телята, рожденные больными коровами, умирают в первые дни жизни, – их организм не в состоянии справиться с угрозами окружающей среды. Если же теленок выживает, он будет отставать в развитии от сверстников. У них отмечают: признаки физиологической незрелости и гипотрофии, низкие значения гемоглобина, резервной щелочности, низкий уровень лейкоцитов и эритроцитов, а также плохой аппетит (выпивают за 48 ч не более 2–6 л молозива, при норме 10–12 л). Сразу после выпойки молозива появляются первые признаки диареи. Из-за этого не усваивается нужное количество иммуноглобулинов, прежде всего класса Ig G, которые в основном и определяют уровень пассивного и активного иммунитета [2, 3].

Среди состояний иммунной недостаточности особенно следует выделить группу иммунодефицитов, возникающих у новорожденных животных на почве недостаточного поступления материнских антител с молозивом, полноценность которого по питательным веществам и специфическим иммуноглобулинам оказывается решающим фактором при формировании колоstralного иммунитета у молодняка. У жвачных, в отличие от плотоядных, передача материнских антител осуществляется исключительно через секрет молочной железы, и в продуцируемом молозиве наряду с незначительным количеством иммуноглобулинов A и более высоким содержанием иммуноглобулинов класса G, M присутствуют Т- и В-лимфоциты, а также нейтрофилы, макрофаги, интерферон [2].

Указанные клинические и биохимические показатели свидетельствуют о резком снижении résistентности телят, рожденных от ацидозных коров. В результате заболеваемость таких телят резко возрастает.

Поиск недорогих, корректирующих иммунодефицитное состояние препаратов для решения данной проблемы является крайне важным. В нашем исследовании мы решили использовать иммуномодулирующую способность растительных адаптогенов. Они повышают устойчивость к последствиям долгосрочного стресса, которым является метаболический ацидоз, обладают тонизирующим свойством, укрепляют иммунную систему и повышают общее здоровье животного. К растительным адаптогенам

относятся: имбирь, астрагал, родиола розовая, облепиха, элеутерококк, женьшень, лимонник, эхинацея, левзея. В своих исследованиях мы использовали шрот облепихи, который является отходом фармацевтической промышленности и недорогим сырьем. Облепиха не является истинным адаптогеном, но сохраняет все его свойства. Биохимические исследования показали наличие в шроте до 60 % биологически активных веществ, которые сохраняют все полезные свойства лекарственных растений до экстракции [2, 4, 5].

Цель исследования: изучение иммуномодулирующего действия шрота облепихи на тимус телят, полученных от коров с метаболическим ацидозом.

Задачи исследования: 1) изучить распространение метаболического ацидоза у коров в хозяйствах Красноярского края; 2) изучить влияние метаболического ацидоза на биохимические и иммунобиологические показатели крови коров и полученных от них телят; 3) изучить морфометрические и патоморфологические изменения тимуса у телят молочного периода, полученных от коров с метаболическим ацидозом, под влиянием шрота облепихи.

Материалы и методы исследования. Изучение влияния шрота облепихи на организм телят проводили в Канском районе Красноярского края, в хозяйстве ОАО «Новотаежное». При исследовании выяснилось, что здесь число коров с метаболическим ацидозом колеблется в пределах 60–80 % от общего количества животных, а заболеваемость телят – в пределах 49–65 % и более.

В опыте участвовало 30 телят в возрасте 20 дней. Телята подобраны по методу аналогов. Из них было сформировано 3 группы по 10 голов в каждой (табл. 1).

Морфометрические и патоморфологические исследования тимуса проводились в Институте прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета. С этой целью проводили убой телят до начала опыта и через 30 дней от начала, по 3 головы из каждой группы. Срезы изготавливались на санном микротоме МС-2 и окрашивались гематоксилином и эозином, микроскопия осуществлялась на бинокулярном световом микроскопе.

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Добавка шрота облепихи, г	Количество голов
1 – телята, полученные от здоровых коров (контроль)	Основой рацион (без добавки шрота облепихи)	10
2 – телята, полученные от коров с метаболическим ацидозом (контроль)	Основой рацион (без добавки шрота облепихи)	
3 – телята, полученные от коров с метаболическим ацидозом (опытная)	Основой рацион + 20 г шрота облепихи на 1 голову в день	

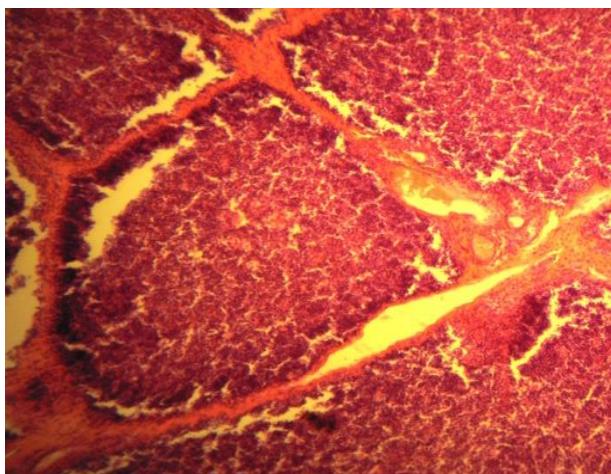
Результаты исследования и их обсуждение. У коров в хозяйствах Красноярского края уровень выявления метаболического ацидоза колеблется в пределах 60–80 % от числа исследованных животных. Особенно высок процент больных ацидозом в зимний и зимне-весенний периоды. В это время отмечается снижение показателей резервной щелочности (в пределах 28,8–38,6 об. % CO₂ при норме 46–66 об. % CO₂), уровня каротина (в пределах 0,22–0,44 мг% при норме 0,98–2,28 мг%), сахара (в пределах 14–28 мг% при норме 65–75 мг%), кальция (в пределах 4,2–10,5 мг% при норме 11–13 мг%), нарушено соотношение кальция и фосфора. Помимо указанных параметров у большинства (50–70 %) коров отмечается снижение уровня гемоглобина до 80–100 г/л при норме 110–129 г/л, а также количества эритроцитов до 4,5–5,7×10¹²/л при норме 6,5×10¹²/л. Содержание общего белка в сыворотке крови большинства коров колеблется в пределах 59,0–69,0 г/л при норме в среднем 86 г/л.

Изучение содержания иммуноглобулинов в сыворотке крови телят в разных хозяйствах Красноярского края колеблется в границах 7–18 ед. ЦТС при норме 20–22 ед. и выше. У телят отмечается гипоальбуминемия (17,9–22,7 г/л при норме 25 г/л). Уровень α-глобулинов – 5,1–9,9 г/л при норме 1,1–1,5 г/л. Альфа-глобулины продуцируются клетками печени и принадлежат к острофазным белкам, следовательно при деструктивных и воспалительных процессах, травматических повреждениях тканей, аллергии, в стрессовых ситуациях печень более активно начинает синтезировать и выделять данные протеины. Количество β-глобулинов – 3,1–8,5 г/л при норме 9,0–13,0 г/л. Содержание бета-глобулинов в крови падает при воспалении, инфекциях с хроническим течением, неопластических процессах, недостаточном поступлении протеинов в организм (голодание) и потере их при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Уровень γ-глобулинов – 7,3–9,9 г/л при норме 11,4–20 г/л. Уменьшение количества γ-глобулинов в крови наблюдается в случае развития приобретенных гипо-

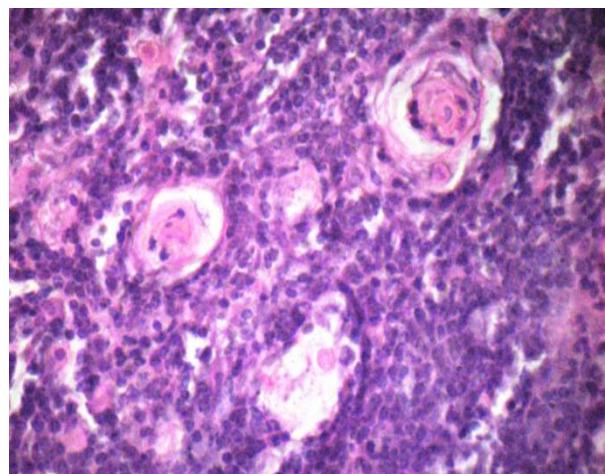
гаммаглобулином, которые являются характерными признаками многих заболеваний, таких как продолжительные инфекционные процессы, гнойные воспаления, дефицит белка в раннем возрасте вследствие постоянного недоедания, повлекшего нарушение образования иммуноглобулинов [2].

При исследовании препаратов тимуса до начала опыта у телят он представлен в основном разъеди-

ненными дольками, в каждой из которых хорошо выражена граница между слоями (рис. 1, а). Между дольками видны прослойки соединительной ткани. Отношение ширины коркового слоя к мозговому у исследуемых телят равно 1 : 1,5 при норме 2 : 1, что свидетельствует о незрелости тимуса. В мозговом веществе встречаются тельца Гассалля и ретикуло-эпителиальные клетки (рис. 1, б).



а



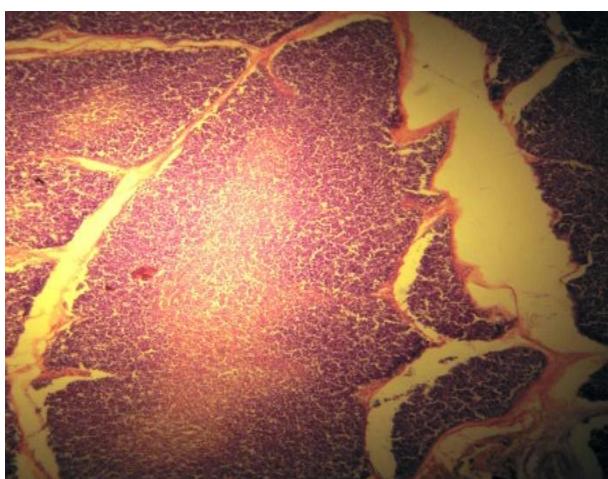
б

Рис. 1. Тимус теленка (возраст 20 дней): а – разъединенные долеки (окраска гематоксилин и эозин; $\times 100$); б – тельца Гассалля и ретикуло-эпителиальные клетки (окраска гематоксилин и эозин; $\times 400$)

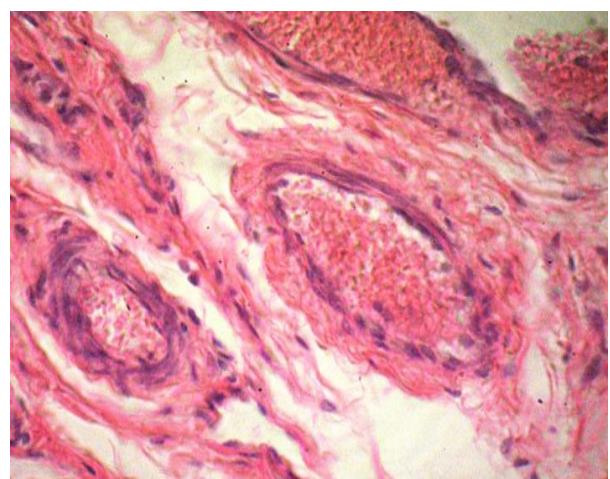
Через 30 дней от начала исследования у телят контрольной группы размер долек тимуса по сравнению со статусом стал меньше, а толщина соединительнотканых перегородок между дольками увеличилась (рис. 2, а). Количество жировой клетчатки стало больше, как в междольевой ткани, так и в самих дольках, по сравнению со статусом. В эпителиаль-

ных клетках телец Гассалля видны процессы вакуольной дистрофии. Сосуды артериальной и венозной сети тимуса полнокровны (рис. 2, б).

Ширина корковой зоны в дольке тимуса у телят контрольной группы к концу опыта уменьшается. Корковый слой становится более узкий и плотный.



а



б

Рис. 2. Тимус теленка контрольной группы (возраст 50 дней): а – широкие соединительнотканые перегородки (окраска гематоксилин и эозин; $\times 100$); б – застойная гиперемия сосудов (окраска гематоксилин и эозин; $\times 400$)

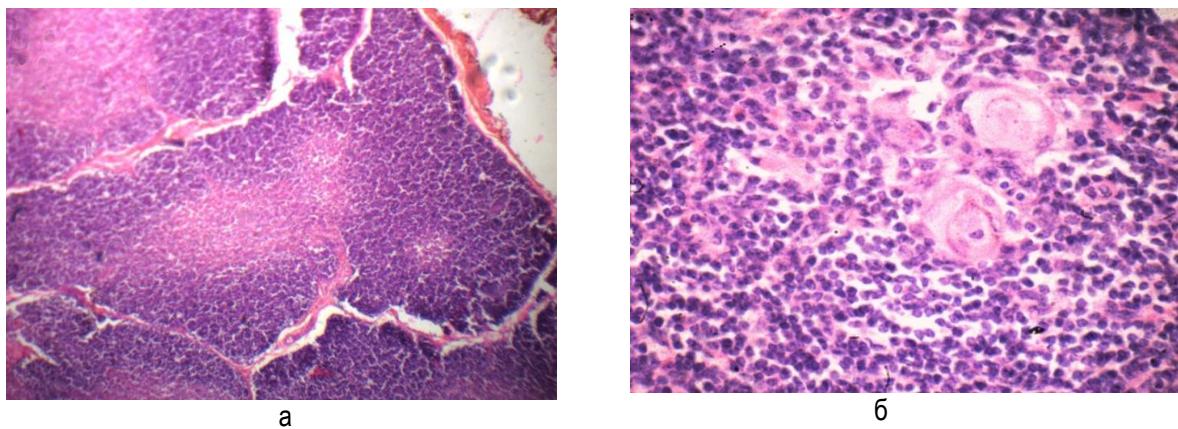


Рис. 3. Тимус теленка опытной группы (возраст 50 дней): а – объединенная долька тимуса крупных размеров, увеличение линейных размеров коркового вещества (окраска гематоксилином и эозином; $\times 100$); б – тельца Гассалля и зрелые тимоциты в мозговом веществе дольки (окраска гематоксилином и эозином; $\times 400$)

У телят опытной группы дольки тимуса хорошо сформированы. В корковом слое четко видна структура наружного подкапсуллярного и внутреннего коркового слоя, состоящего из лимфобластов. Большинство долей тимуса крупные, состоят из нескольких слившихся между собой мелких долек. Мозговое вещество в них сливается, а корковое разделено соединительноткаными прослойками, идущими от капсулы внутрь. Граница между мозговым и корковым слоями в таких дольках хорошо просматривается, размеры мозгового вещества преобладают над корковым (рис. 3, а). Тельца Гассалля и эпителиоретикулоциты хорошо выражены. Размер долек по сравнению со статусом значительно увеличен (рис. 3, б).

В конце исследования размер долек тимуса в опытной группе достоверно увеличивается в сравнении с контролем в 2,89 раза, толщина коркового и мозгового слоя тимуса достоверно увеличивается в сравнении с контролем в 2,34 и 2,03 раза соответственно. Размер соединительнотканых перегородок в опытной группе достоверно меньше, чем в контрольной, в 2,05 раза. Количество телец Гассалля в тимусе достоверно больше у телят опытной группы по сравнению с тимусом телят контрольной группы в 2,69 раза (табл. 2). Такое строение тимуса у опытных телят свидетельствует о более интенсивном его развитии в сравнении с телятами контрольной группы.

Таблица 2

Показатели морфометрии тимуса телят контрольной и опытной групп

Группа	Количество телец Гассалля в дольке в абсолютных цифрах	Линейный размер долек тимуса, мкм	Линейный размер мозгового вещества долек, мкм	Линейный размер коркового вещества долек, мкм	Линейный размер соединительнотканых перегородок, мкм
Статус					
Контрольная	1,42±0,27	6,15×10,0	2,51±0,25	1,72±0,56	0,42±0,12
Опытная	1,47±0,24	6,11×10,2	2,31±0,19	1,71±0,52	0,45±0,24
Через 30 дней от начала опыта					
Контрольная	4,32±1,41	6,08×9,38	2,62±0,53	1,58±0,25	2,1±0,65
Опытная	11,61±2,01***	10,63 ×15,5	5,33±0,25**	3,69±0,75**	1,02±0,20**

Примечание: Р – статистическая достоверность в сравнении с контролем; *Р < 0,05; **Р < 0,01; *** Р < 0,001.

Выводы. Ретроспективный анализ показал, что метаболический ацидоз у коров в хозяйствах Красноярского края колеблется в пределах 60–80 % от числа исследованных животных. Биохимические и иммунобиологические показатели крови коров с метаболическим ацидозом и полученных от них телят

ниже нормы, что влечет за собой нарушение образования иммуноглобулинов.

В тимусе телят, полученных от коров с метаболическим ацидозом, на протяжении опытного периода наблюдается уплотнение коркового вещества, разрыхление мозгового слоя, распад телец Гассалля. У телят, получавших шрот облепихи, дольки объе-

диненные, крупного размера, в центре несколько телец Гассаля, без распада. Морфометрические показатели тимуса (величина долей, линейные размеры мозгового, коркового вещества, количество телец Гассаля) у телят, получавших шрот облепихи, достоверно увеличивается в сравнении с контролем в 2,89 раза, толщина коркового и мозгового слоя тимуса достоверно увеличивается в 2,34 и 2,03 раза соответственно. Количество телец Гассаля достоверно больше у телят опытной группы в 2,69 раза, что свидетельствует о более интенсивном развитии тимуса в сравнении с телятами контрольной группы.

На основе проведенного анализа можно сделать следующее заключение: шрот облепихи обладает иммуномодулирующим свойством и положительно влияет на коррекцию иммунодефицита у телят, полученных от коров с метаболическим ацидозом.

Литература

1. Богданович И.В., Воронов Д.В. Ликвидация ацидоза у коров – путь к здоровому стаду // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 14. – С. 36–37.
2. Данилкина О.П. Структурно-функциональные изменения органов иммунной системы телят под влиянием шрота облепихи / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013. – 104 с.
3. Kovalev S.P. i dr. Klinicheskaja diagnostika vnutrennih boleznej zhivotnyh: ucheb. poso-bie. – SPb.: Lan', 2014. – 535 s.
4. Farmakognozija. Lekarstvennoe syr'e rasti-tel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija: ucheb. posobie / pod red. G.P. Jakovleva. – 2-e izd., ispr. i dop. – SPb.: SpecLit, 2010. – 863 s.
5. Arushanjan Je.B., Bejer Je.V. Adaptogeny rasti'l'nogo proishozhdenija: ucheb. posobie. – Stavropol': Izd-vo StGMU, 2017. – 149 s.

Literatura

1. Bogdanovich I.V., Voronov D.V. Likvidacija acidoza u korov – put' k zdrorovomu stadu // Nashe sel'skoe hozjajstvo. – 2013. – № 14. – S. 36–37.
2. Danilkina O.P. Strukturno-funktional'nye izmenenija organov immunnoj sistemy teljat pod vlijaniem shrota oblepihi / Krasnojar. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2013. – 104 s.
3. Kovalev S.P. i dr. Klinicheskaja diagnostika vnutrennih boleznej zhivotnyh: ucheb. poso-bie. – SPb.: Lan', 2014. – 535 s.
4. Farmakognozija. Lekarstvennoe syr'e rasti-tel'nogo i zhivotnogo proishozhdenija: ucheb. posobie / pod red. G.P. Jakovleva. – 2-e izd., ispr. i dop. – SPb.: SpecLit, 2010. – 863 s.
5. Arushanjan Je.B., Bejer Je.V. Adaptogeny rasti'l'nogo proishozhdenija: ucheb. posobie. – Stavropol': Izd-vo StGMU, 2017. – 149 s.

УДК 636.09

E.P. Краснолобова, С.А. Веремеева

АНATOMИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПИТОНОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ПНЕВМОНИИ

E.P. Krasnolobova, S.A. Veremeeva

ANATOMICAL FEATURES OF THE STRUCTURE OF RESPIRATORY SYSTEM OF PYTHONS AND THEIR INFLUENCE ON PNEUMONIA MANIFESTATION

Краснолобова Е.П. – канд. вет. наук, ст. преп. каф. анатомии и физиологии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru

Веремеева С.А. – канд. вет. наук, доц. каф. анатомии и физиологии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru

Цель исследования – изучение анатомических особенностей дыхательной системы питонов и патолого-анатомических изменений при пневмонии. Задачи исследования: проанализировать анатомические особенности респираторной системы

Krasnolobova E.P. – Cand. Vet. Sci., Senior Lecturer, Chair of Anatomy and Physiology, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru

Veremeeva S.A. – Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Anatomy and Physiology, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru

змей, в частности ковровых питонов; изучить патолого-анатомические проявления пневмонии у ковровых питонов бактериальной этиологии. Исследование проводилось на кафедре анатомии и физиологии ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.

Для исследования морфологических изменений взяты 3 ковровых питона, у которых была выявлена пневмония бактериального характера. К особенностям респираторной системы змей относятся наличие длинной трахеи, только левого легкого, которое состоит из двух отделов (непосредственно легкого и воздухоносного мешка). В легком при гистологическом рассмотрении структура наблюдается только до уровня бронхиол. Патолого-анатомическими проявлениями бактериальной пневмонии у ковровых питонов являлись следующие изменения: в горлани и трахее слизистая оболочка – бледно-красного цвета, с наличием экссудата; в легких – гиперемия, цвет темно-красный, на разрезе из ткани легкого вытекает экссудат при надавливании; легкое – упругой консистенции (напоминает по консистенции печень); воздушный пузырь – темно-красного цвета, заполнен небольшим количеством воздуха. По причине очень длинной трахеи и наличия воздушного мешка у питонов при возникновении воспалительных процессов в легких, особенно экссудативных, затруднен газообмен, а также доступ препараторов из крови к паренхиме легкого. Также может происходить закупорка очень длинной трахеи экссудатом. Вследствие анатомических особенностей респираторного тракта у питонов такое заболевание, как пневмония, крайне опасно, так как может привести к летальному исходу.

Ключевые слова: анатомия, респираторная система, ковровый питон, пневмония, патолого-анатомические изменения.

The research objective was studying anatomic features of respiratory system of pythons and pathoanatomical changes at pneumonia. The research problems were to analyse anatomic features of respiratory system of snakes, in particular carpet pythons; to study pathoanatomical manifestations of pneumonia in carpet pythons of bacterial etiology. The study was conducted at the Department of Anatomy and Physiology of FSFEI HE SAU of Northern Trans-Urals. For the research of morphological changes 3 carpet pythons with revealed pneumonia of bacterial character were taken. The existence of a long trachea and only of left lung consisting of two departments (the lung itself and pneumatic bag) are snakes' features of respiratory system. In a lung by histologic consideration the structure is observed only up to the level of bronchioles. Pathoanatomical manifestation of bacterial pneumonia in carpet pythons was reflected in the following changes: in the throat and trachea mucous membrane – pale red color, with exudate availability; in the lungs – the hyperemia of dark red color, on the section follows exudate when pressing from the tissue of the lung; the lung – elastic consistence (reminding liver on consistence); air bubble – of dark red color, filled with a small amount of

air. Because of very long trachea and the existence of an air bag in pythons at emergence of inflammatory processes in lungs, especially exudative gas exchange, and also the access of preparations from blood to lung parenchyma were complicated. Also there can be an obstruction of very long trachea exudate. Owing to anatomic features of a respiratory path in pythons such disease as pneumonia, is extremely dangerous and can lead to lethal outcome.

Keywords: anatomy, respiratory system, carpet python, pneumonia, patho-anatomic changes.

Введение. Все больше приобретают популярность как домашние питомцы экзотические животные, особенно змеи. Тропические змеи, содержащиеся в условиях зоопарков и частных коллекций, часто подвержены заболеваниям дыхательных путей, особенно в условиях низких зимних температур, при резком перепаде температуры и транспортировке [1]. Поэтому для диагностики и понимания развития заболеваний, а также для выбора тактики терапии таких пациентов очень важным вопросом является изучение анатомических особенностей и патолого-анатомических изменений, происходящих в респираторной системе.

Цель исследования: изучение анатомических особенностей дыхательной системы питонов и патолого-анатомических изменений при пневмонии.

Задачи исследования:

- проанализировать анатомические особенности респираторной системы змей, в частности ковровых питонов;
- изучить патолого-анатомические проявления пневмонии у ковровых питонов бактериальной этиологии.

Методы и результаты исследования. Исследование проводилось на кафедре анатомии и физиологии ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья. Для исследования морфологических изменений были взяты 3 ковровых питона, у которых в дальнейшем была выявлена пневмония бактериального характера.

В результате изученных литературных данных и по результатам собственных исследований было установлено, что у питонов в основании языка расположена гортанская щель. Ее открытие происходит только во время вдоха с помощью дилататоров.

Трахея у питонов длинная, примерно 1/3 от длины всей змеи (рис. 1). Она состоит из хрящевых колец, а на дорсальной поверхности находятся тонкие тяжи гладких трахеальных мышц. Трахея начинается в задней части ротовой полости, а заканчивается бифуркацией на два бронха возле сердца. Многорядный реснитчатый эпителий выстилает внутреннюю поверхность слизистой оболочки трахеи. Он содержит множество бокаловидных клеток, секретирующих слизь. В зависимости от вида секретирующие серозный секрет или муцин ацинусы могут быть пред-

ставлены в меньшей или большей степени, их больше в каудальном отделе трахеи и основных бронхах. В этой области в подслизистом слое могут быть разбросаны агрегаты мелких лимфоидных клеток.

Змея имеет, как правило, одно правое легкое, разделенное внутренними перегородками, которое делится на множество камер. Оно вытянутое, в него идет правый бронх. Левое легкое и левый бронх тоже могут встречаться, но редко. Левое легкое может быть небольшим в сравнении с правым. Оно не выполняет главной функции. Видимо, поэтому для компенсации отсутствия левого легкого в процессе филогенеза развился пузыревидный мешок, находящийся в заднем отделе легкого. Это особенный резервуар для хранения воздуха и пополнения организма кислородом. Именно из легкого в мешок идет порция воздуха. В связи с такими особенностями в строении тела у питонов могут появляться проблемы с вентилируемостью правого легкого.

Гистологическая структура бронхов сохраняется до уровня крупных бронхиол. Респираторный и бронхиолярный эпителий сплющивается от столбчатого до почти плоского при уменьшении диаметра воздухоносных путей [2, 3].

Передняя часть легкого снабжена артериальными и венозными сосудами и выполняет функции газообмена, а каудальная часть легкого аваскулярна, т. е. не имеет кровеносных сосудов, еще ее называют воздушный мешок, который тянется до хвостовой части. Воздушный мешок выполняет гидростатическую функцию, т. е. регулирует давление внутри полости тела [4–6].

У питонов легкое состоит из серии сетчатых, открытых на одном конце мешков. Паренхима состоит более чем из трех слоев, причем диаметр фавеол уменьшается к периферии. Респираторный отдел легкого сначала распадается на фавеолы, а затем на трабекулы. По данным Л.А. Стоянова и других авторов [5, 7, 8], альвеолярный эпителий млекопитающих состоит из 2 типов клеток: плоских выстилающих (I тип) и секреторных (II тип). Клетки I типа, хотя и значительно меньшие по количеству, занимают 95 % площади альвеолярной поверхности. Клетки II типа продуцируют сурфактант. Электронная микроскопия показывает, что пневмоциты змей соответствуют альвеолярным клеткам I и II типа, как у млекопитающих.



Рис. 1. Трахея коврового питона

У питонов, изученных нами, левое легкое отсутствовало. В правом легком можно было четко отличить два отдела. Практически половина правого легкого функционировала нормально. Что касается задней части легкого, то она напоминала воздушный мешок и относительно мало была пронизана кровеносными сосудами. Дыхательная, или крациальная, часть легкого обычно начиналась на уровне 20 % и заканчивалась на уровне 40 % от общей длины от носа до клоаки. Мембранныя, или каудальная, часть легкого располагалась далее и имела разную длину.

При патолого-анатомическом изучении питонов, больных пневмонией, отмечалось следующее:

– В гортани и трахее слизистая оболочка бледно-красного цвета, с наличием экссудата. У одного питона была найдена пробка в трахее из слизистого экссудата.

– В легком отмечалась гиперемия, цвет темно-красный, на разрезе из ткани легкого вытекал экссудат при надавливании (рис. 2, 3). Легкое – упругой консистенции (напоминает по консистенции печень). Воздушный пузырь темно-красного цвета, заполнен небольшим количеством воздуха.

– В остальных органах отмечалась застойная гиперемия.

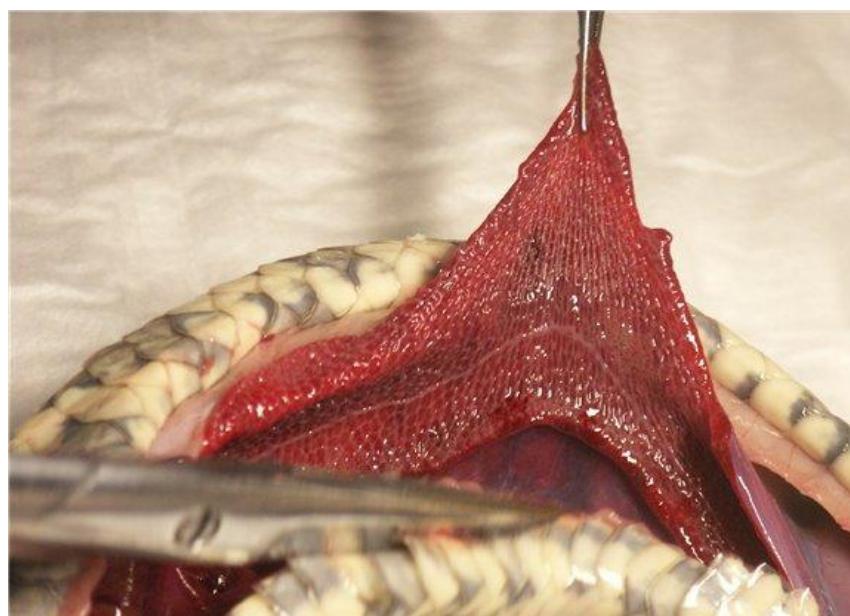


Рис. 2. Легкое питона при пневмонии



Рис. 3. Отделяемое при надавливании на легкое на разрезе

Одна из причин возникновения пневмонии – переохлаждение. Отмечаются прозрачные выделения из полостей носа и рта, что отражено и другими исследователями [6].

Голосовая щель у питона находится на дне ротовой полости и является воротами для инфекции полости носа, рта или глаз, часто переходящей в пневмонию.

Другая причина в том, что в легких обитают паразиты, которые разрушают легочную ткань, а это увеличивает расположность к заболеванию. В результате бактериальной инфекции в легких также может возникнуть заболевание. Часто анализы определяют наличие в организме рептилии грамотрицательных бактерий. Различают пневмонии вследствие вторичной грибковой инфекции.

Низкая температура воздуха, неправильный рацион – все это недопустимые условия содержания, приводящие к возникновению пневмонии у змей [7–9].

В результате можно отметить, что по причине очень длинной трахеи и наличия воздушного мешка у питонов при возникновении воспалительных процессов в легких, особенно экссудативных, затруднен газообмен, а также затруднен доступ препаратов из крови к паренхиме легкого. Также может происходить закупорка очень длинной трахеи экссудатом. Это может привести к летальному исходу.

Выводы

1. К особенностям респираторной системы змей относятся наличие длинной трахеи, наличие только левого легкого, которое состоит из двух отделов (непосредственно легкого и воздухоносного мешка). В легком при гистологическом рассмотрении структура наблюдается только до уровня бронхиол.

2. Патолого-анатомическими проявлениями бактериальной пневмонии у крововых питонов являются следующие изменения: в гортани и трахее слизистая оболочка – бледно-красного цвета, с наличием экссудата; в легких – гиперемия, цвет темно-красный, на разрезе из ткани легкого вытекает экссудат при надавливании; легкое – упругой консистенции (напоминает по консистенции печень); воздушный пузырь – темно-красного цвета, заполнен небольшим количеством воздуха.

Литература

5. Стоянов Л.А. Анатомия и физиология сердечно-сосудистой и дыхательной систем у рептилий // VetPharma. – 2013. – № 1 (12). – С. 86–91.
6. Михайленко В.В. Морфологические особенности строения легких у змей // Управление функциональными системами организма: мат-лы междунар. науч.-практ. интернет-конф. – Ставрополь, 2010. – С. 74–75.
7. Казаков А.А. Респираторные проблемы у змей / URL: <http://rodentovet.ru/articles/respiratornye-problemy-u-zmej>.
8. Янковская А.А., Скогорева Н.В., Скогорева А.М. Диагностика и лечение инфекционной пневмонии у змей // Молодежный вектор развития аграрной науки: мат-лы 64-й науч. студ. конф. – Воронеж, 2013. – С. 239–240.
9. Шумилин Ю.А., Степин Д.А. Клинико-рентгенологические аспекты диагностики патологии органов дыхания у змей // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2015. – № 3 (27). – С. 54–59.

Literatura

1. Nikulin I.A., Dynin V.I., Chernyshova L.G. Opyt lechenija i profilaktiki boleznej respiratornoj sistemy u zmej // Veterinarnaja praktika. – 2007. – № 1. – S. 59–61.
2. Jarofke D., Lande Ju. Reptilii: bolezni i lechenie. – M.: Akvarium, 1999. – 324 s.
3. Shumilin Ju.A., Stepin D.A. Rentgenograficheskoe issledovanie legkih u zmej semejstva Lozhnonogie // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. – 2015. – №1 (25). – S. 48–54.
4. Veterinarnoe soobshhestvo SocialVet.Ru. – URL: <http://lib.socialvet.ru/blog/wiki/2602.html>.
5. Stojanov L.A. Anatomija i fiziologija serdechno-sosudistoj i dyhatel'noj sistem u reptiliij // VetPharma. – 2013. – № 1 (12). – S. 86–91.
6. Mihajlenko V.V. Morfologicheskie osobennosti stroeniya legkih u zmej // Upravlenie funkcional'nymi sistemami organizma: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. – Stavropol', 2010. – S. 74–75.
7. Kazakov A.A. Respiratornye problemy u zmej / URL: <http://rodentovet.ru/articles/respiratornye-problemy-u-zmej>.
8. Jankovskaja A.A., Skogoreva N.V., Skogoreva A.M. Diagnostika i lechenie infekcionnoj pnevmonii u zmej // Molodezhnyj vektor razvitiija agrarnoj nauki: mat-ly 64-j nauch. stud. konf. – Voronezh, 2013. – S. 239–240.
9. Shumilin Ju.A., Stepin D.A. Kliniko-rentgenologicheskie aspekty diagnostiki patologii organov dyhanija u zmej // Aktual'nye voprosy veterinarnoj biologii. – 2015. – № 3 (27). – S. 54–59.

ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ВНУТРИПРОТОКОВОЙ АДЕНОКАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У КОШЕК

N.V. Donkova, A.D. Skorodelova

HISTOLOGICAL DIAGNOSTICS OF INTRA-CURRENT MAMMARY GLAND ADENOCARCINOMA IN CATS

Донкова Н.В. – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dnv-23@mail.ru

Скороделова А.Д. – ст. лаб. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: aspeedworker@mail.ru

Цель исследования – определение микроструктурных признаков, позволяющих дифференцировать внутрипротоковую аденокарциному молочной железы у кошек. Рассмотрены вопросы гистологической диагностики внутрипротоковой аденокарциномы молочной железы у кошек. Исследование выполнено в гистологической лаборатории кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета в 2017–2018 гг. Исследованы молочные железы кошек, отобранные при проведении операции по поводу удаления новообразований органа в ветеринарной клинике. Кусочки опухоли молочной железы фиксировали в формалине, заливали в парафин, изготавливали срезы на микротоме и окрашивали последовательно ядерным красителем – гематоксилином и затем цитоплазматическим (кислым) красителем – эозином. Среди злокачественных новообразований, выявленных у кошек, наиболее часто обнаруживали аденокарциному молочной железы – 90 % случаев. Средний возраст заболевших кошек – 10 лет. При выявлении опухоли молочной железы и установлении диагноза аденокарцинома прогноз заболевания неблагоприятный, 70–80 % кошек погибает в течение года от рецидивов. Аденокарцинома растет относительно медленно, длительно не дает метастазов, из-за чего ее сложно диагностировать на ранних стадиях. При клиническом обследовании мелких домашних животных можно обнаружить уплотнения в молочных железах, увеличение регионарных лимфатических узлов и нарушение целостности кожного покрова. На данной стадии обследования дифференцирование и постановление точного диагноза невозможно. Локализация

Donkova N.V. – Dr. Vet. Sci., Prof., Head, Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: dnv-23@mail.ru

Skorodelova A.D. – Senior Lab. Asst, Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: aspeedworker@mail.ru

опухолевого процесса и клиническая картина не позволяет установить генез онкопроцесса, следовательно – выбрать правильную тактику лечения. Диагноз на внутрипротоковую аденокарциному можно поставить только после гистологического исследования биопсийного или постоперационного материала. Характерными микроструктурными особенностями для внутрипротоковой аденокарциномы являются пролиферация атипичных аденоцитов внутрь просвета внутридольковых и междольковых протоков. Клетки опухоли мало дифференцированы, ядра имеют различный размер, встречаются митотически делящиеся и некротизированные клетки.

Ключевые слова: онкология, молочная железа, гистологическая диагностика опухолей, аденокарцинома, кошки.

The research objective was the definition of microstructural signs allowing differentiating intraductal adenocarcinoma of mammary gland in cats. The questions of histologic diagnostics of intraductal adenocarcinoma of mammary gland in cats were considered. The research was carried out in histologic laboratory of the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery of Institute of Applied Biotechnology and Veterinary Medicine of Krasnoyarsk State Agrarian University in 2017–2018. Mammary glands of cats selected during the operation for the removal of organ tumors in a veterinary clinic were investigated. Breast tumor pieces were fixed in formalin, embedded in paraffin, sliced on microtome and stained sequentially with a nuclear dye – hematoxylin and then cytoplasmic (acidic) dye – eosin. Among malignant neoplasms detected in cats, breast adenocarcinoma was most often detected – 90 % of cases. Average age of sick cats was 10 years. When

breast tumor was detected and the diagnosis of adenocarcinoma was established, the prognosis of the disease was unfavorable, 70–80 % of cats died within a year from relapses. Adenocarcinoma grows relatively slowly, does not metastasize for a long time, which makes it difficult to diagnose in its early stages. Clinical examination of small pets can reveal seals in the mammary glands, the increase in regional lymph nodes, and the violation of integument integrity. At this stage of inspection the differentiation and resolution of exact diagnosis is impossible. The localization of tumor process and clinical picture do not allow to establish the genesis of cancer process, therefore – to choose the right treatment strategy. The diagnosis of intraductal adenocarcinoma can be made only after histological examination of biopsy or postoperative material. Characteristic microstructural features for intraductal adenocarcinoma are the proliferation of atypical adenocytes inside the lumen of intralobular and interlobular ducts. Tumor cells are poorly differentiated; the kernels are of different sizes, there are mitotically dividing and necrotized cells.

Keywords: oncology, mammary gland, histological diagnosis of tumors, adenocarcinoma, cats.

Введение. Онкологические заболевания являются одной из значимых проблем среди патологий мелких домашних животных, в частности у кошек наиболее значимыми являются опухоли молочной железы [1]. Точная причина возникновения опухолей неизвестна, но считается, что на развитие влияют такие факторы, как пол, возраст, репродуктивный статус. Животные, проживающие в городских условиях, подвергаются влиянию канцерогенов, находящихся в воздухе, воде, корме. Определенную роль в онкогенезе играет радиоактивное облучение, свойственное для городских условий проживания. Опухоли и опухолеподобные поражения молочных желез встречаются часто и преимущественно у старых животных [2].

По уровню онкологической заболеваемости молочных желез среди животных кошки занимают второе место: 10 случаев на 1000 животных, на первом же месте находятся собаки – 50 случаев развития опухолей на 1000 животных. Для сравнения этот показатель у лошадей составляет – 1, а свиней – 0,025 на 1000 животных. Среди людей рак молочной железы (РМЖ) занимает ведущее место в структуре онкологической заболеваемости у женщин, и заболеваемость и смертность от него продолжают неуклонно расти. В 2000 г. в мире зарегистрировано более 1 050 000 новых случаев РМЖ, что составляет 22 % всех злокачественных новообразований у женщин, и более 370 000 смертей от этого заболевания [3].

Для ветеринарных врачей очень важна ранняя и точная диагностика опухолевых заболеваний молочных желез, что позволит разработать оптимальную тактику и подобрать необходимую методику лечения, включая цитостатические препараты. Необходимо учитывать, что патологический рост и развитие клеток, характерные для опухолей, существенно отличаются от нормального по строению, свойствам и обмену веществ. Опухолевая ткань с нарушенной регуляцией характеризуется прогрессирующим размножением и накоплением не полностью дифференцированных клеток. Опухоли не только не имеют функционального значения для самого организма, а наоборот, причиняют вред его здоровью в связи со сдавливанием и разрушением окружающих опухоль клеток и тканей, нарушением питания и обмена веществ и интоксикацией организма [4].

По виду ткани или клетки, давшей основу опухоли, различают эпителиальные (органонеспецифические опухоли), опухоли экзо- и эндокринных желез (органоспецифические опухоли), мезенхимальные опухоли, опухоли меланинобразующей ткани и другие. Опухоли молочной железы могут формироваться как доброкачественные, так и злокачественные. Доброкачественные опухоли растут медленно, годами и окружены собственной оболочкой. При росте, увеличиваясь, опухоль отодвигает окружающие ткани, не разрушая их. К эпителиальным доброкачественным относят папиллому и аденоид.

Злокачественные опухоли растут значительно быстрее. Оболочки не имеют. Опухолевые клетки и тяжи проникают в окружающие ткани (инфилтративный рост), повреждая их. Прорастая в лимфатический или кровеносный сосуд (инвазивный рост), они с током крови или лимфы могут переноситься в лимфатические узлы или отдаленные органы и образовывать там вторичные очаги опухолевого роста (метастазы). К злокачественным эпителиомам можно отнести плоскоклеточный рак, канкрин, плоскоклеточный неороговевающий рак, базально-клеточный рак, медуллярный рак, фиброзный и солидный рак [2].

Злокачественные опухоли из железистого эпителия называют аденокарциномами. Сложность лечения данной опухоли кроется в недостаточном ее изучении. Научные работы, посвященные исследованию внутрипротоковой аденокарциномы молочной железы у мелких домашних животных, немногочисленны [1, 2].

Цель исследований: определение микроструктурных признаков, позволяющих дифференцировать внутрипротоковую аденокарциному молочной железы у кошек.

Материал и методы исследования. Исследование выполнено в гистологической лаборатории кафедры «Анатомии, патологической анатомии и хирургии» Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета в 2017–2018 гг. Исследованы молочные железы кошек, отобранные при проведении операции по поводу удаления новообразований органа в ветеринарной клинике «Вита». Кусочки молочной железы размером 1×1 см фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина в течение суток. Затем кусочки промывали под проточной водой, подвергали обезвоживанию в изопропиловом спирте возрастающей концентрации, начиная с 50 %-го до 100 %-го. В каждом растворе кусочки выдерживались по 1,5–2 ч. После чего препараты выдерживали в парафиновой среде, приготовленной с добавлением пчелиного воска в соотношении 20:1, и заливали парафином. После укрепления парафиновых блоков на деревянных брусках изготавливали срезы толщиной 6–7 мкм на микротоме с электроприводом и микропроцессорным управлением МЗП-01 «Техном» и укрепляли на предметных стеклах. Предметные стекла предварительно обрабатывали белково-глицериновой смесью для фиксации парафинового среза, добавляли пару капель воды, расправляя срезы, сливали остатки воды и помещали на столик для укрепления среза на стекле. После того, как стекло высохнет, срезы депарафинировали и окрашивали последовательно ядерным красителем – гематоксилином и затем цитоплазматическим (кислым) красителем – эозином. При помощи полистерола укрепляли срезы и накрывали покровным стеклом. После высыхания полистерола препараты просматривали под микроскопом «Micros Austria MC 100» при увеличении объектива ×4, 10, 40, 100.

Результаты исследования и их обсуждение. Среди злокачественных новообразований, выявленных у кошек, поступавших на прием в клинику «Вита» Красноярского государственного аграрного университета, наиболее часто выявляли аденокарциному молочной железы – 90 % случаев. Средний возраст заболевших кошек – 10 лет. При выявлении опухоли молочной железы и верификации диагноза аденокарцинома прогноз заболевания неблагоприятный, 70–80 % кошек погибает в течение года от рецидивов.

В нашей практике из выявленных злокачественных новообразований молочной железы у кошек нередко определялась внутрипротоковая аденокарцинома. Аденокарцинома относится к эпителиальным опухолям (эпителиома), состоящим из эпители-

альной паренхимы и соединительнотканной стромы с сосудами и слаборазвитыми нервными окончаниями. Аденокарцинома растет относительно медленно, длительно не дает метастазов, из-за чего ее сложно диагностировать на ранних стадиях.

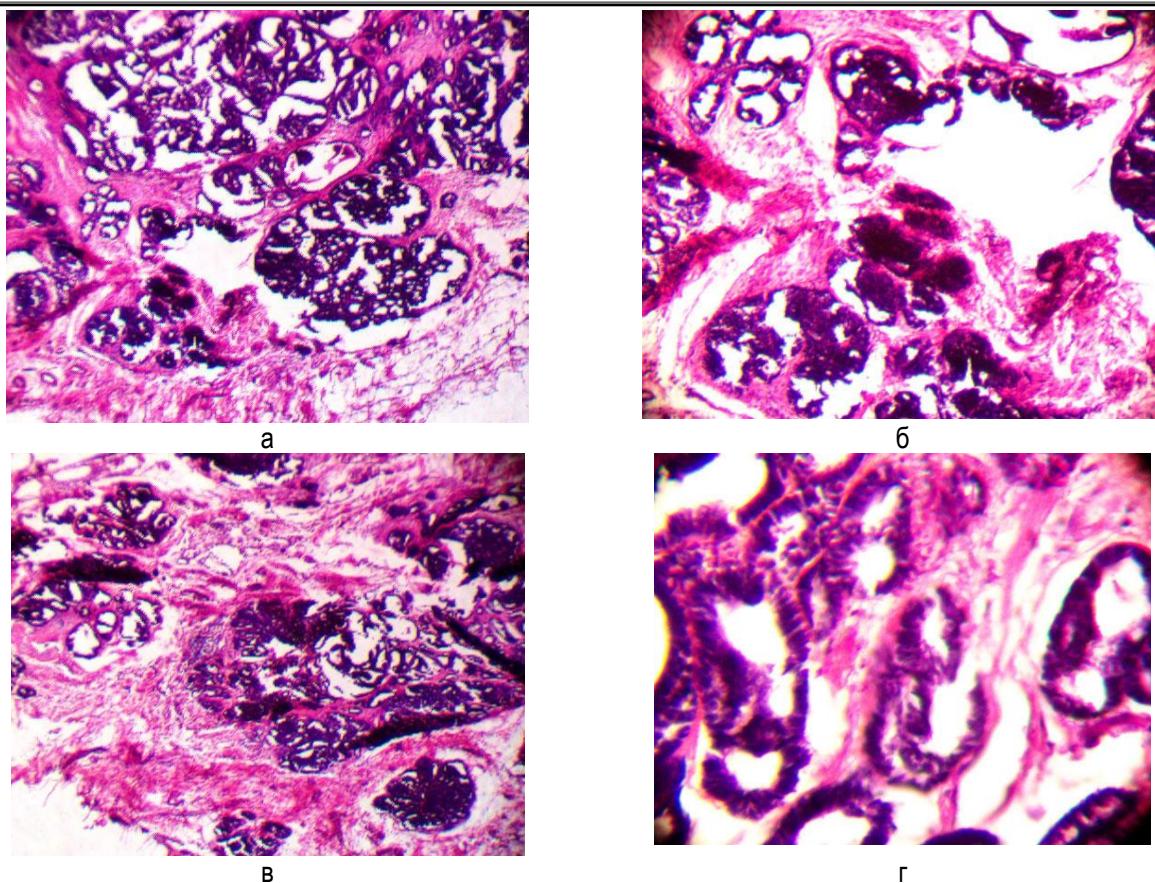
Гистологическая картина злокачественной опухоли значительно отличается от ткани, из которой она развилась. Характерным признаком опухолевой ткани является анаплазия – возврат к более примитивному типу.

Аденокарцинома построена из эпителия внутридольковых и междольковых протоков молочной железы. Клетки опухоли, размножаясь, образуют ветвистые трубы, напоминающие железы или раковые ячейки. Они вырабатывают секрет того же типа, что и железы, из которых происходит опухоль. Различают более зрелую форму – злокачественную аденокарциному и менее зрелую – солидный рак. Аденокарцинома часто подвергается ослизнению. Строма опухоли представлена рыхлой или грубоволнистой соединительной тканью, инфильтрованной клеточными элементами.

При гистологическом исследовании образцов тканей, отобранных после удаления опухолевых образований молочных желез у кошек, определялась внутрипротоковая аденокарцинома, которая характеризовалась следующими гистологическими признаками – наблюдался разрост эпителиальной ткани протоков молочной железы эктодермального происхождения, при этом пролиферация атипичных аденоцитов, выстилающих протоки, происходит внутрь просвета. Прорастают как внутридольковые, так и междольковые протоки и сосковые каналы. Клетки опухоли малодифференцированы, ядра имеют различный размер, встречаются митотически делящиеся и некротизированные клетки (рис.).

Следует отметить, что аденокарциному сложно обнаружить на ранних стадиях развития, с чем соглашается большинство исследователей. При клиническом обследовании мелких домашних животных можно лишь обнаружить уплотнения в молочных железах, увеличение региональных лимфоузлов, иногда изъязвления кожного покрова. На данной стадии обследования дифференцировать и поставить точный диагноз невозможно. Локализация опухолевого процесса и клиническая картина не позволяют установить генез онкопроцесса, следовательно – выбрать правильную тактику лечения.

Диагноз на внутрипротоковую аденокарциному можно поставить только после гистологического исследования биопсийного или постоперационного материала.



Микроструктура внутрив протоковой аденокарциномы.
Окраска: гематоксилин и эозин; а, б – об. 4×; в – об. 10×; г – об. 40×

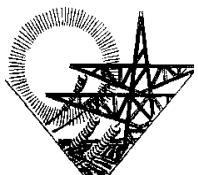
Выводы. Характерными микроструктурными особенностями для данной нозологии является пролиферация атипичных адренокарциномных клеток внутри просвета внутридольковых и междольковых протоков. Клетки опухоли малодифференцированы, ядра имеют различный размер, встречаются митотически делящиеся и некротизированные клетки.

Литература

10. Скрипник В.И. Применение теранекрона и метастопа при лечении аденокарциномы молочной железы у кошек // Изв. сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2011. – № 139. – С. 150–153.
11. Дюльгер Г.П., Дюльгер П.Г. Физиология размножения и репродуктивная патология собак: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2018. – С. 180–183.
12. Пынзарь В.А., Емельянов С.И., Нечушкин М.И. и др. Рак молочной железы у женщин в возрасте старше 70 лет. Особенности лечения // Но- вые технологии в онкологической практике: мат-лы науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Барнаул, 2005. – С. 162–163.
13. Жаров А.В. Патологическая анатомия животных: учебник. – СПб.: Лань, 2013. – С. 196–199.

Literatura

1. Skripnik V.I. Primenenie teranekrona i metastopa pri lechenii adenokarcinomy molochnoj zhelezy u koshek // Izv. sel'skohozjajstvennoj nauki Tavridy. – 2011. – № 139. – S. 150–153.
2. Djul'ger G.P., Djul'ger P.G. Fiziologija razmnozhenija i reproduktivnaja patologija sobak: ucheb. posobie. – SPb.: Lan', 2018. – S. 180–183.
3. Pynzar' V.A., Emel'janov S.I., Nechushkin M.I. i dr. Rak molochnoj zhelezy u zhenshhin v vozraste starshe 70 let. Osobennosti lechenija // Novye tehnologii v onkologicheskoy praktike: mat-ly ros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem. – Barnaul, 2005. – S. 162–163.
4. Zharov A.V. Patologicheskaja anatomija zhivotnyh: uchebnik. – SPb.: Lan', 2013. – S. 196–199.



ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.3.004

В.А. Ушанов

К ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИН

V.A. Usharov

TO THE FORMALIZATION OF THE PROCESSES OF AGING AND RESTORATION OF CARS

Ушанов В.А. – д-р техн. наук, проф. каф. механизации и технического сервиса в АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

В терминах, максимально приближенных к математической теории надежности, описана природа потери и восстановления работоспособности машин, рассматриваемых как вероятностная система стареющих элементов с неполным восстановлением. Аналитические исследования показали, что поток заявок для системы технического обслуживания и ремонта (TOP) машин, представленных таким образом, описывается композицией законов распределения, решение которой приводит к аналитически неразрешимым многомерным интегралам. Следовательно, традиционные экономико-математические модели, в которых в качестве аналога объекта исследования используется аналитические выражения, не могут быть использованы при решении задач по дальнейшему совершенствованию системы сопротивления машин старению на корректных научных основаниях. Показано, что в процессе восстановления работоспособности машин операциями ремонта и замены происходит постоянное перераспределение ресурсов их составных частей, в результате каждая индивидуальная машина характеризуется неопределенностью технического состояния во времени. В связи с этим возникает глубокое противоречие между действующей регламентной системой обслуживания, основанной на использовании в качестве нормативов наперед заданную периодичность, и фактическим техническим состоянием машины в момент контроля. Преодоление этого противоречия возможно, на наш взгляд, путем

Usharov V.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Mechanization and Technical Service in AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

обоснования и использования принципиально новых по содержанию нормативов, управляющих содержанием ремонтно-обслуживающих работ (POP). Установлена важнейшая роль превентивных ремонтных операций в условиях высоких рисков потерь продукции. Принятая интерпретация описываемых процессов открывает возможность разработки эффективных прикладных методов по обоснованию ресурсосберегающих технологий, используемых в системе технического сервиса машин.

Ключевые слова: старение машин, работоспособность, технический отказ, профилактика, композиция законов распределения.

In terms as close as possible to mathematical theory of reliability, the nature of the loss and restoration of cars is described, considered as probabilistic system aging elements with incomplete recovery. Analytical researches showed that the flow of demands for the system of maintenance and repair (SMR) of the cars presented thus is described by the composition of laws of distribution which decision leads to analytically unsolvable multidimensional integrals. Consequently, traditional economic and mathematical models in which the analogue of the object of research used analytical expressions can't be used in the solution of tasks on further improvement of the system resistance machines aging on correct scientific grounds. It is shown that in the course of maintenance of cars continuous redistribution of resources of their components happens operations of repair and replacement, as a result each indi-

vidual car is characterized by uncertainty of technical condition in time. It is shown that in the process of restoration of cars operations repair and replacement is constant reallocation of resources to their constituent parts, as a result, each individual vehicle is characterized by the uncertainty of technical condition in time. In this regard, there is a deep contradiction between the current regulatory system of maintenance based on the use of the quality standards prescribed frequency, and the actual technical condition of the car at the time of control. Overcoming this contradiction is possible by the justification and use of essentially new standards on the contents operating the content of the repair serving works (RSW). The essential role of preventive maintenance operations in terms of the high risks of production losses was established. Accepted interpretation of described process opens up the possibility of developing effective practical methods to justification of resource-saving technologies used in the system of technical service of cars.

Keywords: machines' aging, efficiency, technical failure, prevention, composition of distribution laws.

Введение. Дальнейшее совершенствование системы технического сервиса как действенного инструмента сопротивления машин старению невозможно, по нашему мнению, без адекватного описания корневых проблем, связанных с последствиями отказов, идентифицируемых по различным критериям. Стремление к более точному описанию источника заявок на обслуживание привело к необходимости представления машины в процессе формализации как вероятностной системы стареющих элементов с разной степенью восстановления их работоспособности при ремонте.

Цель исследования: подготовить научную основу для разработки прикладных методик исследования и совершенствования нормативной базы системы ТОР машин.

Задача использования: формализовать процессы старения и восстановления работоспособности машин, поскольку математическое описание принципиальных особенностей открывает широкие возможности эффективного использования прикладных методов исследования.

Результаты исследования и их обсуждение. Описывать процессы старения машин можно несколькими способами. Например, в терминах теории надежности, когда рассматриваются особенности нарастания интенсивности отказов и восстановлений; можно путем анализа снижения экономической эффективности использования машин или оценки изменения рыночной стоимости подержанных машин (фактор морального износа). Неправильно считать, что эти способы независимы друг от друга или,

более того, находятся в противоречии между собой. Напротив, названные способы связаны общей исходной причиной. Так, рост затрат можно считать следствием увеличения числа отказов в стареющей машине. Но можно и рост числа отказов считать следствием недостаточности расходов на хранение, техническое обслуживание и профилактику машин. На наш взгляд, правильнее считать, что все упомянутые способы правомерно одновременно использовать для описания процесса и последствий старения машин, но в разных ипостасях, т. е. в зависимости от сущности содержания отдельных составляющих взаимосвязанного процесса и поставленной цели исследования. Важно на каждом этапе акцентировать внимание на резервах обеспечения стойкости машин к старению.

Опасность отказа (иногда – интенсивность отказов) – $\lambda(T)$ называют условную вероятность отказа машины или ее элемента на малом интервале наработки, примыкающем к моменту $t = T$, при условии, что до этого момента изделие работало безотказно:

$$\lambda(T) = \frac{f(T)}{1 - F(T)}, \quad (1)$$

где $F(T)$ и $f(T)$ – функция и плотность распределения наработки до отказа соответственно.

У стареющих изделий, к которым относятся машины, используемые в АПК, опасность отказа по мере наработки возрастает. Именно рост опасности отказа – наиболее существенный признак старения, итогом которого является технический отказ.

Но не все изделия стареют и теряют работоспособность именно таким образом. Для некоторых из них $\lambda(T) = \lambda = \text{const}$ и не зависит от наработки или практически не зависит, например, вероятность (риск) проколоть шину колеса. Такие отказы еще относят к внезапным. Время (пробег) до такого события имеет экспоненциальное распределение с плотностью:

$$f(T) = \lambda \exp(-\lambda T). \quad (2)$$

Однако преобладающее большинство машин и их механических составных частей относится к стареющим изделиям, и для них характерен постепенный рост $\lambda(T)$.

Естественной причиной роста опасности отказа является износ.

Термин «старение» имеет фундаментальное значение и исходит своими корнями из вывода второго закона термодинамики о росте энтропии (на-

растание необратимых процессов) в замкнутой системе.

Характерной особенностью машин является то обстоятельство, что они представляют собой систему элементов, каждый из которых обладает индивидуальной надежностью, описывается соответствующим законом распределения требований на обслуживание с индивидуальными параметрами.

Момент обслуживания определяется либо предельным состоянием по техническим причинам (реальный технический отказ), либо по технико-экономическим показаниям (предупредительный ремонт отдельного элемента, попутный их ремонт или замена при полнокомплектном ремонте и групповой профилактике). В процессе такого обслуживания машины операциями ремонта и замены происходит постоянное перераспределение ресурсов составных частей у каждой конкретной машины. В любой момент времени машина характеризуется неопределенностью технического состояния. Задача состоит в том, чтобы в момент обслуживания машины сообщить ей соответствующий её фактическому техническому состоянию комплекс восстановительных работ. Здесь ключевое слово – «соответствующий».

Содержание комплекса ремонтно-обслуживающих работ обосновывается в зависимости от количественной оценки технического состояния машины, уровня развития технического сервиса и производственных условий. Такое обоснование является задачей дальнейших прикладных исследований.

Способов противодействия старению уже созданных элементов эксплуатируемых машин, строго говоря, не существует, если отвлечься от процессов их хранения. Однако, если машину рассматривать как систему элементов, эффективность ее работы зависит не только от имманентных свойств отдельных элементов, заложенных на этапе конструирования и изготовления, но и от дисциплины их обслуживания и ремонта (чаще используют термины стратегия или системы обслуживания и ремонта – ТОР). Стратегию технического сервиса, нацеленную на замедление потери работоспособности машин, можно считать реальным и единственным фактором сопротивления их старению.

Для более полного представления сути отказов и возможных методов ликвидации их проявления здесь пока не будем однозначно любое событие вывода из эксплуатации квалифицировать как реальный отказ. Поскольку расширительное толкование понятия «отказ» уело управление техническим состоянием машин с пути научного его обоснования. Этим обстоятельством объясняется намерение рассмотреть вопрос профилактики старения более подробно.

Принимая к реализации стратегию использования элемента до предельного состояния (предельного износа), приходится считаться с немалой вероятностью непредсмотренного заранее ремонта или замены элемента и связанными с этим дополнительными издержками из-за вынужденного характера восстановительных работ. Эти издержки особенно велики в тех случаях, когда предельное состояние элемента ведет к реальному отказу от выполняемой машиной работы. Здесь потери от простоя могут превышать затраты на сам ремонт в десятки, сотни и даже тысячи раз. Представим себе, во что могут обернуться, например, потери при поломке компрессора рефрижератора, перевозящего в июне клубнику из Ташкента в Красноярск.

Для снижения вероятности подобных ситуаций, которые с полным правом можно и нужно называть отказом, используется диагностирование машин и стратегия упреждающих замен стареющих элементов. Здесь оправдано обоснованное недоиспользование их ресурса ради повышения безотказности работы.

В этих условиях предельное значение параметра технического состояния элемента не носит явно выраженный аварийный характер. Более того, оно чаще всего назначается по результатам экономического расчета и связано с постепенным ухудшением эффективности эксплуатации машины. В этом случае нет фатальной неизбежности неожиданного простоя с большими потерями. Но это решающее отличие от реального отказа весьма часто игнорируется. Игнорируют не только в хозяйственной практике, но и при создании технической документации на превентивную замену или ремонт элементов.

Главная проблема здесь – в умении оперативно оценивать техническое состояние элементов и взвешенного сопоставления полных издержек при отказе машины с затратами на его предупреждение, включая потери от недоиспользования технического ресурса. Это важнейшее обстоятельство необходимо учитывать при обосновании практических рекомендаций по обслуживанию машин операциями ремонта и замены.

В связи с тем, что технические отказы оказывают решающее влияние как на работоспособность стареющей машины, так и на процесс ее взаимодействия с системой ТОР, большое значение для разработки прикладных методик имеют законы распределения, которым подчиняется процесс их индикации. Наиболее часто для этих целей используются три закона распределения до технического отказа изделий стареющего типа: гамма-распределение, нормальное распределение и распределение Вейбулла. Как показывает анализ, наиболее полно согласуется с природой технических отказов двухпа-

раметрический закон Вейбулла. Широкое распространение этого закона при описании надежности стареющих машин и их составных частей во многом объясняется его универсальным свойством и при-

способленностью при выравнивании распределений опытных значений таких сугубо положительных величин, как износ или продолжительность безотказной работы.

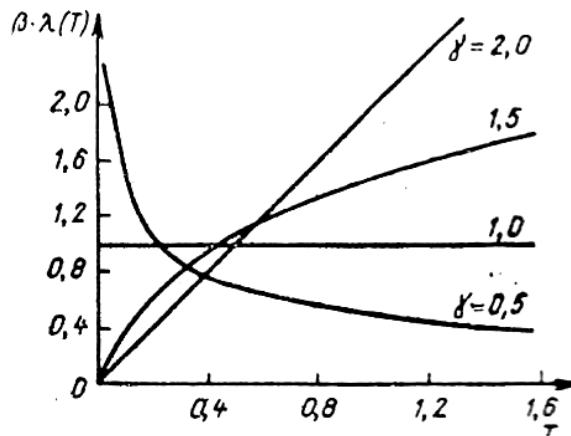


Рис. 1. Опасность отказа по распределению Вейбулла

При $\gamma > 1$ опасность отказа монотонно возрастает от нуля, при $\gamma < 1$ опасность отказа монотонно убывает и не ограничена при $T=0$ (рис. 1). Экспоненциальный закон является частным случаем закона Вейбулла при $\gamma = 1$ и пригоден, в этом случае, описывать опасность отказа (причиной которых не является старение элементов машин) с $\lambda = \text{const}$.

Таким образом, можно утверждать, что для описания процесса потери работоспособности машины, рассматриваемой как вероятностная система стареющих элементов, наиболее адекватен закон распределения Вейбулла. Это обстоятельство необходимо учитывать при осуществлении прикладных исследований по рассматриваемой здесь проблеме.

Формализованные процессы старения машины и восстановления ее работоспособности должны максимально адекватно отражать реальную картину этих процессов в условиях рядовой эксплуатации машин. Только в этом случае могут быть получены максимально эффективные прикладные результаты. Именно поэтому в настоящей работе машина представлена как вероятностная система стареющих элементов с неполным восстановлением.

Существующая литература о математических методах в теории надежности, тем более при решении задач для стареющих машин, исходит из предположения, что всегда осуществляется полное восстановление отказавшего элемента, т. е. $q = 1$. Возможность ограничить область действия этого грубого допущения – один из важнейших вопросов формализации процесса старения и восстановления работоспособности машин, представляющих собой систему изнашиваемых элементов с неполным последующим их восстановлением.

Если происходит технический отказ ремонтопригодного элемента в машине, он может не только заменяться (как это происходит в радиоэлектронной сфере), но и ремонтироваться. Разница между этими двумя способами устранения последствий отказов заключается в уровне восстановления показателей надежности. Обозначим эту величину как q . При замене $q = 1$, при ремонте, как правило, $q < 1$ (неполное восстановление).

В связи с тем, что машина представляет собой вероятностную систему $1, 2, \dots, i, \dots, n$ элементов, то и каждый из них будет терять работоспособность (изнашиваться, утрачивать техническое состояние) в соответствии с $F^1(t), F^2(t), \dots, F^i(t), \dots, F^n(t)$ и $f^1(t), f^2(t), \dots, f^i(t), \dots, f^n(t)$. В результате машина окажется источником отказов, появление которых будет описываться композицией законов распределения $\Psi_n(x) = f_1 * f_2 * \dots * f_i * \dots * f_n$, т. е. законом распределения суммы законов распределения. Это важнейшее обстоятельство оказывает радикальное влияние на разработку методических основ прикладных исследований. Уже на этом этапе формализации можно ожидать, что традиционное аналитическое описание исследуемых процессов невозможно (приводит к неразрешимым аналитически многомерным интегралам). Следовательно, и обычные экономико-математические модели (в которых аналогом объекта исследования является аналитическое выражение) тоже непригодны для исследования таких систем.

Кроме этого, сложность исследования усугубляется тем обстоятельством, что рассматриваемая нами машина, как вероятностная система старею-

щих элементов с неполным восстановлением, в терминах теории восстановления характеризуется общим процессом, относится к динамическим системам и имеет нестационарный поток требований на обслуживание для возобновления работоспособности системы.

Для описания общего процесса восстановления системы с одним элементом в терминах теории восстановления введем дополнительные обозначения:

$F(t)$ и $f(t)$ – функция и плотность распределения до первого ресурсного отказа элемента машины;

$G(t)$ и $g(t)$ – функция и плотность распределения до ресурсного отказа в межремонтном периоде использования элементов машины. Разделение на технические ресурсы в доремонтном периоде – R_H и в межремонтном – R_M обусловлено особенностю капитального ремонта элементов. В общем случае $R_H \neq R_M$, $R_M = q R_H$, где q – степень восстановления технического ресурса элемента при его капитальном ремонте;

$H(t)$ – функция восстановления. В приложении к обслуживанию машины операциями ремонта и замены – среднее число восстановлений элементов от начала эксплуатации машины $t = 0$ до t ;

$h(t)$ – плотность восстановления – среднее число восстановлений в единицу времени
 $(h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{H(t + \Delta t) - H(t)}{\Delta t} = \frac{dH}{dt})$.

Как функция восстановления $H(t)$, так и плотность восстановления $h(t)$ зависят от распределений величины безотказной наработки. С уменьшением величины среднего значения межремонтного ресурса \bar{R}_M , естественно, повышается интенсивность восстановления.

Связь между плотностью восстановления и плотностью распределения безотказной работы для общего процесса можно описать выражением

$$h(t) = f(t) + \int_0^t g(t - R_H) h(R_M) dR_M. \quad (3)$$

Тогда функция восстановления будет иметь выражение

$$H(t) = F(t) + \int_0^t H(t - R_H) g(R_M) dR_M. \quad (4)$$

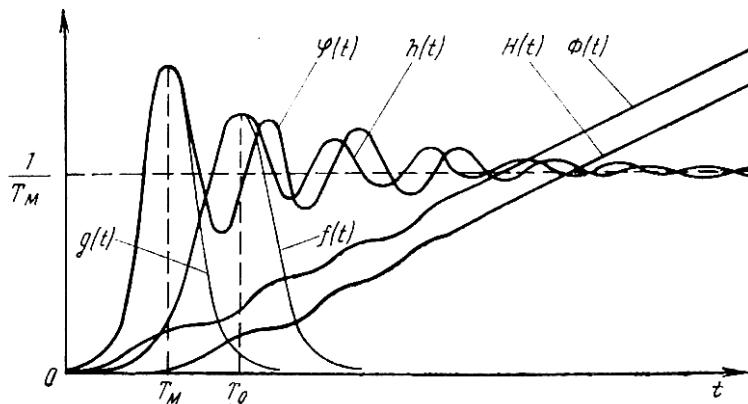


Рис. 2. Графики функций, описывающих процесс восстановления ремонтопригодной машины ($H(t)$, $h(t)$ – для общего процесса восстановления; $\phi(t)$, $\Phi(t)$ – для простого)

Характерной особенностью функций $\phi(t)$ или $h(t)$ является то, что их значения колеблются и лишь постепенно переходят к постоянной интенсивности восстановления, равной обратной величине средней наработке между отказами (среднему значению межремонтного срока службы). Функции же $H(t)$ и $\Phi(t)$ со временем становятся линейно возрастающим. Здесь $\Phi(t)$ – функция восстановления для простого процесса (рис. 2).

Если отказы элементов в машине носят случайный характер, то и отказ машины как системы – есть случайная величина Z , являющаяся результатом

сложения случайных величин (отказов) составляющих ее элементов.

Пусть отказ системы зависит от отказов двух элементов, имеющих законы распределения до ресурсных отказов $f(R_1)$ и $f(R_2)$.

Требуется определить плотность распределения Z (т. е. системы, машины). Если случайные величины R_1 и R_2 независимы, то задача сводится к определению композиции законов распределения $f(R_1)$ и $f(R_2)$ или к определению их свертки.

Произвести композицию (свертку) законов распределения – это значит найти закон распределения их суммы.

В соответствии с теоремой о композиции законов, плотность распределения отказов машины (системы) будет выглядеть следующим образом:

$$\Psi(Z) = f(R_1) \cdot f(R_2) = \int_a^b f_1(z - R_2) f_2(R_2) dR. \quad (5)$$

Тогда плотность восстановления отказов системы, техническое состояние элементов которой с течением времени убывает, определится:

$$h_n(x) = \sum_1^K \Psi_n(x), \quad (6)$$

где K – число восстановлений за срок службы T_c .

Выводы. В процессе формализации природы старения и восстановления работоспособности машин, рассматриваемых как вероятностная система стареющих элементов с неполным восстановлением, обозначены характерные особенности, которые необходимо учитывать при разработке эффективных прикладных методик, по обоснованию принципиально новых по содержанию управляющих нормативов системы ТОР машин.

Корневая суть нормативов – количественная оценка изношенности машины в целом. Использование нормативов такого содержания способствует переходу к прогрессивной стратегии обслуживания машин – по фактическому техническому состоянию и открывает возможности для максимально-допустимой реализации их технического ресурса.

Литература

1. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.

2. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1984. – 335 с.
3. Система технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин по результатам диагностирования. – М.: Изд-во ГОСНИТИ; Информагротех, 1995. – 64 с.
4. Ушанов В.А. Проблемы и результаты поиска новых нормативов системы ТОР машин и их использование на рынке технических услуг в АПК / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 267 с.
5. Гальперин А.С., Михлин В.М. Резервы снижения вероятности отказа и повышения фактически используемого ресурса элемента машины // Машинно-технологическая станция. – 2008. – № 6. – С. 10–13.

Literatura

1. Gnedenko B.V., Beljaev Ju.K., Solov'ev A.D. Matematicheskie metody v teorii nadezhnosti. – M.: Nauka, 1965. – 524 s.
2. Mihlin V.M. Upravlenie nadezhnost'ju sel'skohozajstvennoj tekhniki. – M.: Kolos, 1984. – 335 s.
3. Sistema tehnicheskogo obsluzhivaniya i remonta sel'skohozajstvennyh mashin po rezul'tatam diagnostirovaniya. – M.: Izd-vo GOSNITI; Informagroteh, 1995. – 64 s.
4. Ushanov V.A. Problemy i rezul'taty poiska novykh normativov sistemy TOR mashin i ih ispol'zovanie na rynke tehnicheskikh uslug v APK / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2005. – 267 s.
5. Gal'perin A.S., Mihlin V.M. Rezervy snizhenija verojatnosti otkaza i po-vyshenija fakticheski ispol'zuemogo resursa jelementa mashiny // Mashin-no-tehnologicheskaja stancija. – 2008. – № 6. – S. 10–13.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАКТОРА VERSATILE 2375
В ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЧВООБРАБОТКИ

N.I. Selivanov, D.A. Sedakov

RATIONAL USE OF VERSATILE 2375 TRACTOR ON THE MAIN SOIL TILLAGE

Селиванов Н.И. – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zaprudskii@list.tu

Седаков Д.А. – магистрант, учебный мастер каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: 20.D_S.10@mail.ru

Цель исследования – обоснование рациональных тяговых режимов и параметров трактора *Versatile 2375* для зональных технологий почвообработки. Проведен анализ состояния российского и регионального рынков сельскохозяйственных тракторов высокой мощности, основу которых составляют модельные ряды мобильных энергосредств колесной формулы 4к4б отечественного производства. В структуре обновления тракторного парка сельских товаропроизводителей Красноярского края тракторы серии К-744Р ЗАО «Петербургский тракторный завод» и *Versatile 2375* ООО «Ростсельмаш» составили 35 и 7 % соответственно. Для повышения эффективности использования трактора *Versatile 2375* в технологиях почвообработки разработаны модели и алгоритм поэтапной оптимизации массоэнергетических параметров с учетом установленных конструкционных особенностей и ограничений на тягово-скоростные режимы работы. По результатам моделирования и эксперимента обоснованы рациональные режимы и параметры трактора для операций почвообработки разных групп. Рациональному тягово-скоростному диапазону, ограниченному буксованием движителя 0,081–0,121 и значениями номинальной скорости 3,30–2,20 м/с, соответствуют значения интервала регулирования эксплуатационной массы от $m_{\text{Эmin}} = -14,82 \text{ t}$ до $m_{\text{Эmax}} = 17,85 \text{ t}$ с распределением на переднюю ось 56,8–58,1 %, что позволяет использовать трактор на операциях почвообработки второй и третьей групп в шестом, а на операциях первой группы в восьмом тяговых классе. При минимальной эксплуатационной массе трактора базовой комплектации $m_{\text{Э0}} = 12,42 \text{ t}$ с абсциссой центра масс $A_{\text{Ц0}} = 0,65 \text{ m}$ потребную массу балласта от 2,4 до 5,3 т обеспечивает установка промежуточного, основного и дополнительного задних грузов, регу-

Selivanov N.I. – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zaprudskii@list.tu

Sedakov D.A. – Magistrate Student, Training Master, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: 20.D_S.10@mail.ru

лирование массы переднего груза от 0,13 до 1,30 т с добавлением в шины задних колес воды по 0,28 т на операциях первой группы. По чистой производительности на операциях второй и третьей группы трактор следует использовать при длине гона 600–1000 м.

Ключевые слова: алгоритм, балластование, обработка почвы, производительность, трактор, удельная масса.

The goal of the work is to substantiate rational traction modes and parameters of *Versatile 2375* tractor for zonal tillage technologies. The analysis of the state of the Russian and regional markets for high-capacity agricultural tractors, made on the model series of mobile power tools of 4k4b wheel formula of domestic production is carried out. In the structure of the renewal of the tractor fleet of rural commodity producers in the Krasnoyarsk Territory, the K-744R tractors of the Petersburg Tractor Plant CJSC and *Versatile 2375* Rostselmash LLC amounted to 35 and 7 %, respectively. The Models and algorithm of stage-by-stage optimization of mass energetic parameters taking into account established constructional features and restrictions on traction and high-speed operating modes are developed for increase of efficiency of use of *Versatile 2375* tractor in technologies of tillage According to the results of simulation and experiment, optimal values of the specific gravity of the tractor for tillage operations of different groups were substantiated.. To a rational traction-speed range limited by the thrust of the thruster 0.081–0.121 and the nominal speed of 3.30–2.20 m/s, corresponds to the values of the regulation of the operating mass from $m_{\text{emmin}} = -14.82 \text{ t}$ to $m_{\text{emax}} = 17.85 \text{ t}$ with distribution on the front axle 56.8–58.1 %, which makes it possible to use the tractor on the tillage operations of the second and third groups in the sixth, and on the operations of the first group in the eighth traction classes. With a mini-

imum operating mass of the tractor of the basic configuration $m_{e0} = 12.42 \text{ t}$ with the abscissa of the center of mass $A_{ts0} = 0.65 \text{ m}$, the required mass of ballast from 2.4 to 5.3 t provides for the installation of intermediate, main and additional rear loads, regulation of the mass of the front load from 0.13 up to 1.30t with the addition of water at the rear wheels of 0.28 t for the operations of the first group. According to the net performance in the operations of the second and third groups, the tractor should be used with a root length of 600–1000 m.

Keywords: algorithm, ballasting, tillage, productivity, tractor, specific gravity.

Введение. Российский рынок сельскохозяйственных тракторов в последнее время приобрел достаточно устойчивый характер, что обусловлено широким внедрением зональных ресурсосберегающих технологий почвообработки. В сегменте продаж на колесные 4к46 тракторы общего назначения мощностью 240–320 кВт приходится около 18,5 %, основную часть которых составляет продукция ЗАО «Петербургский тракторный завод» (модельный ряд тракторов К-744Р) и ООО «Ростсельмаш» (Versatile-2375). В структуре обновления тракторного парка сельских товаропроизводителей Красноярского края их доля в натуральном исчислении достигла 35,0 и 7,0 % соответственно [1].

Главным условием эффективного использования колесных тракторов в зональных технологиях почвообработки является соответствие эксплуатационных параметров и режимов рабочего хода требованиям ресурсосбережения. К основным параметрам адаптерам трактора относятся значение эксплуатационной мощности N_{e3} , величина и распределение по осям массы m_3 в статике, устанавливаемые до начала технологического процесса [1], тягово-скоростные режимы, управляемые в процессе рабочего хода.

Неоднозначность рекомендаций в инструкции по эксплуатации, а также ограниченный опыт использования в зональных технологиях почвообработки не позволяют установить рациональные значения указанных параметров-адаптеров трактора Versatile 2375 для разных по энергоемкости операций почвообработки. Поэтому актуальным является адаптация режимов работы и параметров этого трактора к операционным технологиям обработки почвы.

Цель исследования: обоснование рациональных тяговых режимов и параметров трактора Versatile 2375 для зональных технологий почвообработки.

Поставленная цель достигалась решением следующих задач:

1) установить рациональный тяговый диапазон использования трактора;

2) определить интервалы регулирования и распределение по осям эксплуатационной массы

трактора для основных групп родственных операций почвообработки разных групп;

3) дать оценку эффективности использования трактора в зональных технологиях почвообработки.

Условия и методы исследования. Решение поставленных задач проводилось с учетом параметров трактора Versatile 2375 базовой комплектации, а также установленных ранее допущений и ограничений на тягово-скоростные режимы его использования [2–3]:

1) базовая комплектация трактора с шестицилиндровым рядным двигателем Cummins QSM-11 эксплуатационной мощностью $N_{e3}=240 \text{ кВт}$ по ГОСТ 18509-88 [4] при $n_H = 2100 \text{ мин}^{-1}$ и коэффициентом приспособляемости по моменту $K_M = 1,49$ включает механическую трансмиссию, сдвоенные колеса 710/70R38, стандартный тяговый брус. Имеет массу 11 690 кг без топлива в баке, оператора, дополнительного оборудования и балласта (твердого и жидкого) с распределением 65–67 % на переднюю ось и на 33–35 % на заднюю;

2) рациональный тяговый диапазон трактора ограничен значениями коэффициента использования веса, $\varphi_{KPhmin} - \varphi_{KPhmax}$, которым соответствуют режим минимального $\delta_{min} = 0,07$ и максимального допустимого $\delta_{max} = 0,15$ буксования;

3) для наиболее энергоемких операций почвообработки первой группы (отвальная вспашка и глубокое рыхление) и наименее энергоемких операций третьей группы (поверхностная обработка почвы) номинальные значения $\varphi_{KPh1}^* < \varphi_{KPhmax}$ и $\varphi_{KPh3}^* > \varphi_{KPhmin}$ устанавливают при вероятности нахождения эксплуатационных допусков на тяговую нагрузку в пределах ($\varphi_{KPhmin} - \varphi_{KPhmax}$) не менее 0,88–0,90. Для операций второй группы (безотвальная комбинированная обработка и чизелевание) $\varphi_{KPh2}^* = 0,5 \cdot (\varphi_{KPh1}^* + \varphi_{KPh3}^*)$;

4) по требованиям изготовителя оптимальное значение эксплуатационной массы трактора базовой комплектации, с учетом ГОСТ 18509-88, определяется из условия $m_3^* = 43,1 \cdot 1,36 \cdot 1,15 \cdot N_{e3} = 67,41 \cdot N_{e3}$ (кг) при распределении по осям в статике: с прицепными рабочими машинами 55 % на переднюю и 45 % на заднюю; с навесными машинами 65 и 35 % соответственно, что обеспечивает их одинаковую нагрузку 50 на 50 % в режиме рабочего хода.

При продольной базе трактора $L = 3,35 \text{ м}$ установка переднего балласта массой $m_{BP} = 0 - 1300 \text{ кг}$ и $A_{\Pi} = a_{\Pi}/L = 0,71$ обеспечивает догрузку передней оси $\Delta Y_{PST} = 1,71 \cdot (m_{BP} \cdot g)$ и разгрузку задней $\Delta Y_{KST} = -0,71 \cdot (m'_{BP} \cdot g)$ (рис. 1). Увеличение массы (веса) трактора равно массе (весу) балласта. Установка промежуточного заднего балласта

$m_{БК} = 0 - 1100$ кг при $A_K = a_K/L = 0,16$ увеличивает общий вес с распределением дополнительной нагрузки по осям $\Delta Y_{KCT} = 0,84 \cdot (m_{БК} \cdot g)$, $\Delta Y_{PST} = 0,16 \cdot (m_{БК} \cdot g)$. Распределение веса топлива в баке G_T по осям определяется соотношением $\Delta Y_{PST}/\Delta Y_{KCT} = (0,58/0,42) \cdot G_T$.

Поставляемый потребителям трактор базовой комплектации оснащен тяговым бруском для прицепных машин с установленными передним ($m_{БП} = 850$ кг) и промежуточным задним ($m_{БК} = 1100$ кг) балластами.

Задний нижний балласт $m'_{БК} = m_{БК}$ является основным для увеличения и рационального распределения массы (веса) трактора между мостами. Этот

балласт не может быть установлен при работе с трехточечной навеской или с валом отбора мощности. Его воздействие на реакции задних и передних колес определяется из условий: $\Delta Y_{KCT} = 1,16 \times (m'_{БК} \cdot g)$, $\Delta Y_{PST} = -0,18 \cdot (m'_{БК} \cdot g)$.

Задний вспомогательный балласт $m''_{БК} = 0 - 738$ кг является дополнительным для увеличения и сбалансированного распределения массы (веса) трактора между мостами. Может быть установлен только при работе с ВОМ и прицепными машинами. Его воздействие на реакции задних и передних колес определяется из условий: $\Delta Y_{KCT} = 1,16 \times (m''_{БК} \cdot g)$, $\Delta Y_{PST} = -0,16 \cdot (m''_{БК} \cdot g)$.

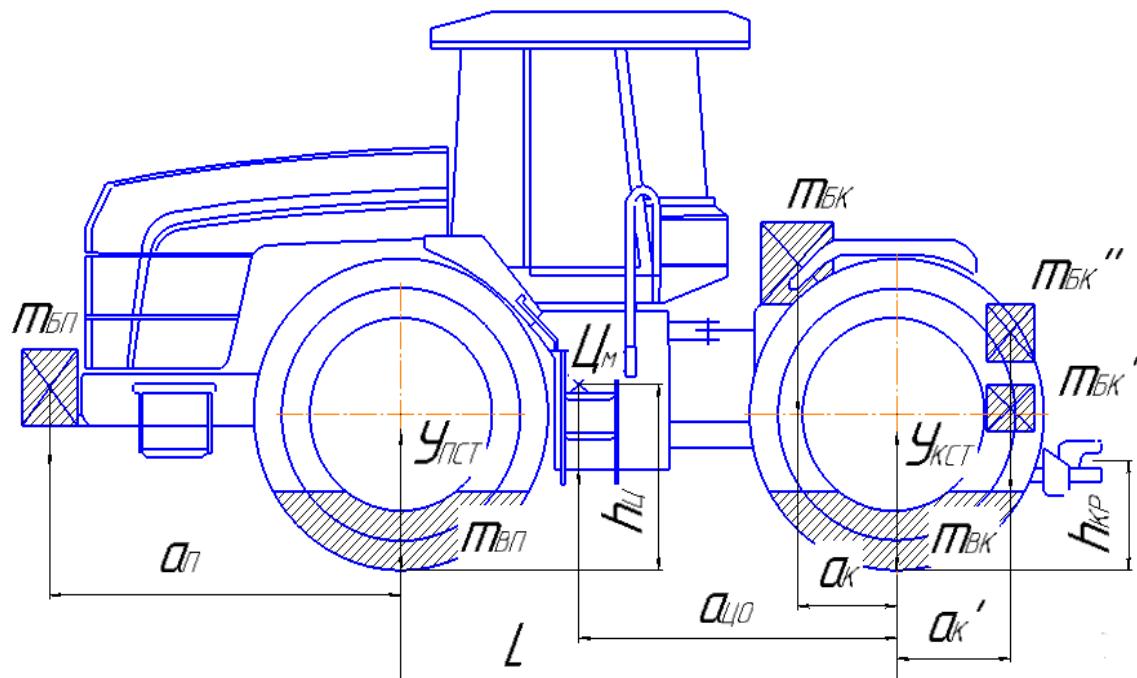


Рис. 1. Схема балластирования трактора *Versatile 2375*

Оснащение трактора трех основных опций дополнительным оборудованием оказывает влияние на общий вес и нагрузку осей: ВОМ ($m_B = 454$ кг) $\Delta Y_{KCT} = 1,09 \cdot (m_B \cdot g)$, $\Delta Y_{PST} = -0,90 \times (m_B \cdot g)$; 3 точечная навеска ($m_H = 714$ кг) $\Delta Y_{KCT} = 1,18 \cdot (m_H \cdot g)$, $\Delta Y_{PST} = -0,18 \times (m_H \cdot g)$; быстрая сцепка ($m_C = 181$ кг) $\Delta Y_{KCT} = 1,40 \cdot (m_C \cdot g)$, $\Delta Y_{PST} = -0,40 \times (m_C \cdot g)$.

Равномерно распределенный по колесам жидкий балласт m_{BP} и m_{BK} добавляют как дополнительный, что позволяет снизить давление воздуха в диагональных шинах до 83 кПа без значительного сокращения срока службы. Максимальный уровень за-

полнения не должен превышать 78 % объема шины [3].

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 приведены осредненные характеристики удельного сопротивления ($\bar{K}_0, \Delta \bar{K}_0, v_{k0}$), установленные по критериям ресурсосбережения номинальные значения и интервалы рабочих скоростей ($V_H \pm \Delta V$)* почвообрабатывающих машин и агрегатов для родственных операций каждой из трех групп технологий с фактическим соотношением (F_1, F_2, F_3) их площадей [1]. Указанные параметры положены в основу определения рациональных тяговых режимов и интервалов регулирования эксплуатационной массы трактора при изменении номинальных значений рабочей скорости от $V_{H1}^* = 2,2$ м/с до $V_{H3}^* = 3,30$ м/с [5].

Таблица 1

Характеристики удельного сопротивления и рабочие скорости почвообрабатывающих агрегатов для родственных операций разных групп

Технологии и родственные операции	F , %	\bar{K}_0 , кН/м	$\Delta \bar{K}_0$, $\text{с}^2/\text{м}^2$	v_{k0}	$V_h^* \pm \Delta V$, м/с
Традиционная, отвальная вспашка ($h = 0,20\text{--}0,25$ м) и глубокое рыхление ($h = 0,40\text{--}0,50$ м)	15	13,0	0,13	0,10–0,12	$2,20 \pm 0,20$
Минимальная, безотвальная комбинированная обработка, дискование ($h = 0,14\text{--}0,18$ м) и чизелевание ($h = 0,20\text{--}0,30$ м)	30	5,5	0,09	0,07–0,10	$2,70 \pm 0,30$
Минимальная и нулевая, поверхностная обработка ($h = 0,06\text{--}0,12$ м) и посев по нулевой технологии	55	4,5	0,06	0,07–0,10	$3,30 \pm 0,30$

Алгоритм оптимизации основных параметров адаптеров трактора содержит обоснованные этапы и соответствующие модели.

На первом этапе выполнена оценка тягово-цепепных свойств трактора с определением зависимостей буксования и тягового КПД $\delta, \eta_T = f(\varphi_{kp})$ в

диапазоне, соответствующем буксованию движителя от 0,05 до 0,20 (рис. 2). Это позволило установить номинальные значения $\varphi_{kp,n}$ и η_{Tn} для операций почвообработки разных групп (табл. 2).

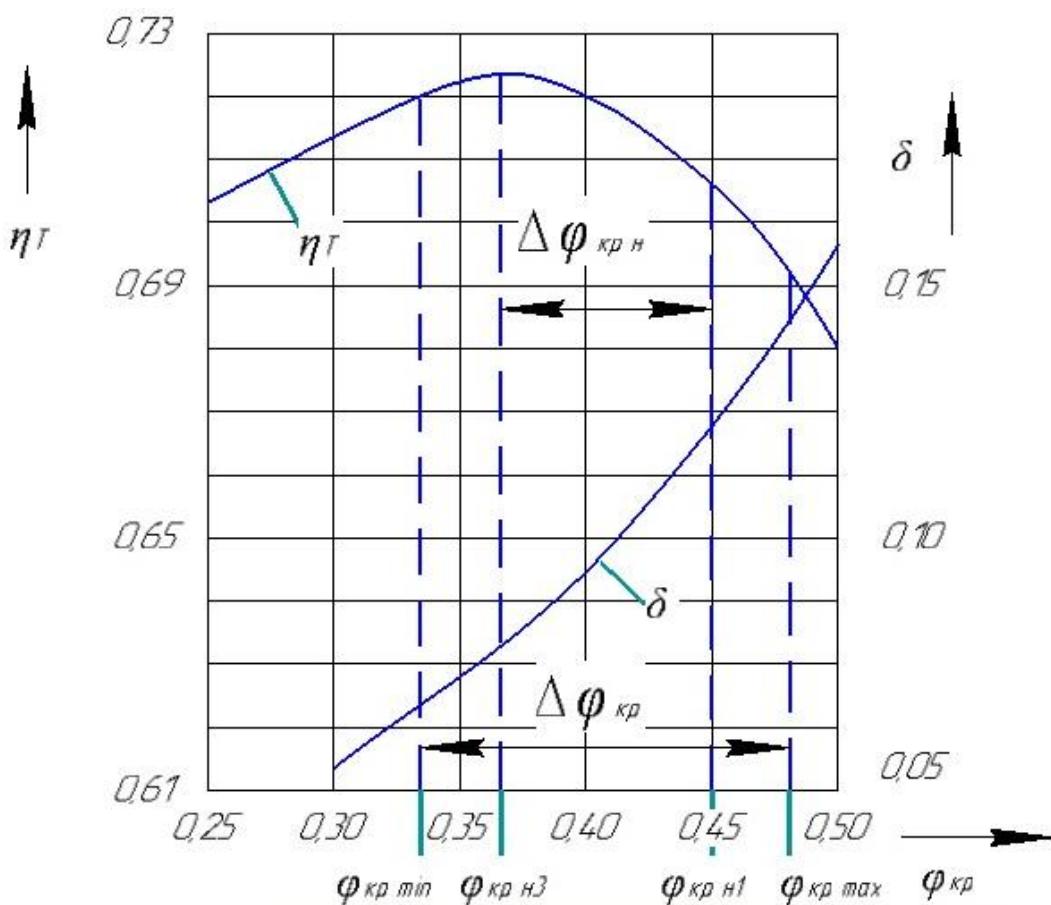


Рис. 2. Зависимости буксования и тягового КПД трактора от коэффициента использования веса

**Рациональные тягово-скоростные режимы и удельная масса трактора
для операций основной обработки почвы**

Группа операций	V_H , м/с	φ_{KPH}^*	δ	η_{TH}	m_{UDH}^* , кг/кВт
1	2,20	0,45	0,122	0,708	72,90
2	2,70	0,41	0,099	0,719	66,23
3	3,30	0,37	0,081	0,725	60,57

Второй этап включал определение оптимальных значений удельной m_{UD}^* (кг/кВт) эксплуатационной m_{Θ}^* (кг) массы трактора и номинального тягового усилия P_{KPH}^* (кН) для каждой технологии почвообработки с использованием зависимостей [1].

$$m_{UD}^* = \frac{\eta_{TH} \cdot 10^3}{g \cdot V_H^* \cdot \varphi_{KPH}}; \quad (1)$$

$$m_{\Theta}^* = \xi_N^* \cdot N_e \cdot m_{UD}^*; \quad (2)$$

$$\xi_N^* = 0,755 + 0,550 \cdot (K_M - 1); \quad (3)$$

$$P_{KPH}^* = m_{\Theta}^* \cdot g \cdot \varphi_{KPH}. \quad (4)$$

Для оптимального распределения массы трактора по осям в режиме рабочего хода относительную абсциссу центра масс $A_{Цi} = a_{Цi}/L$ на операциях почвообработки разных групп определяли из условия

$$A_{Цi} = (\lambda_{PR} \cdot L + h_{KP} \cdot \varphi_{KP} + f \cdot r_d)/L, \quad (5)$$

где h_{KP} – ордината точки прицепа; f – коэффициент сопротивления качению; r_d – динамический радиус колеса.

Полную массу съемного балласта m_{Bi}^* , а также переднего m_{BPI}^* груза для каждой группы операций устанавливали при известных значениях $m_{\Theta0}$ и $A_{Ц0}$ трактора базовой комплектации:

$$\begin{cases} m_{Bi}^* = m_{\Theta i}^* - m_{\Theta 0}; \\ m_{BPI}^* = m_{\Theta i} - m_{Bi} - (m_{BK} + m'_{BK} + m''_{BK}) \max. \end{cases} \quad (6)$$

Чистую производительность W_i ($\text{м}^2/\text{с}$) и удельные энергетические затраты E_{Pi} ($\text{кДж}/\text{м}^2$), а также рабочую ширину захвата агрегата B_{Pi} (м) для каждой технологии почвообработки оценивали на третьем этапе по формулам [1]

$$\begin{cases} W = \xi_N \cdot N_e \cdot \eta_{TH} / (K_0 \cdot \mu_K); \\ E_{Pi} = \xi_N \cdot N_e / W; \\ B_{Pi} = \xi_N \cdot N_e \cdot \eta_{TH} / (K_0 \cdot \mu_K \cdot V_H^*), \end{cases} \quad (7)$$

где $\mu_K = [1 + \Delta K (V_H^2 - 1,96)]$.

В таблице 3 представлены значения эксплуатационной массы m_{Θ} и номинального тягового усилия P_{KPH} для операций почвообработки разных групп при $\xi_N^* = 1,02$. Максимальное увеличение массы от $m_{\Theta3}^* = 14,82\text{t}$ до $m_{\Theta1}^* = 17,85\text{ t}$ переводит трактор из шестого в восьмой тяговый класс с незначительным возрастанием абсциссы центра массы $A_{Ц}$. При $m_{\Theta0} = 12,42\text{t}$ и $A_{Ц} = 0,65$ (без балласта) полная масса балласта возрастает от $2,40\text{t}$ ($m_{\Theta3}^*$) до $5,43\text{t}$ ($m_{\Theta1}^*$). Для оптимального распределения общей массы (веса) трактора по осям на всех операциях почвообработки с прицепными машинами необходимо установить $m_{BKmax} = 1100$ кг и $m'_{BKmax} = 1100$ кг. Задний вспомогательный груз $m''_{BK} = 738$ кг необходим только на операциях первой и второй групп. Для увеличения нагрузки на передней мост и общей массы (веса) трактора оптимальное значение m_{BP} изменяется от 130 (3 гр.) до 1 300 кг (1 гр.).

**Эксплуатационные параметры трактора Versatile 2375 базовой комплектации
для разных групп операций почвообработки**

Группа операций	$m_{\Theta i}$, т	P_{KPH} , кН	$A_{Цi}$, м	m_B^* , т	m_{BP}^* , т	m_{BK}'' , т	m_{BK} , т	W , $\text{м}^2/\text{с}$	E_{Pi} , $\text{кДж}/\text{м}^2$	B_{Pi} , м
1	17,85	78,8	0,581	5,43	1,30	0,738	1,19	9,69	25,26	4,4
2	16,21	65,2	0,575	3,79	0,85	0,738	0	21,61	11,32	7,84
3	14,82	54,0	0,568	2,42	0,13	0	0	26,25	9,32	7,95

Максимальная величина $m_{\vartheta_1}^* = 17,85$ т на операциях первой группы может быть достигнута только с использованием жидкого балласта $m_{BK} = 1190$ кг, т. е. по 280 кг на одно заднее колесо. Замену жидкого балласта обеспечивает установка прицепа рабочей машины (силы тяги) под углом 10–12 градусов к поверхности поля.

По чистой производительности и удельным энергозатратам на операциях второй и третьей групп трактор наиболее эффективен в шестом классе длины гона при $\ell_G = 600$ –1000 м.

Выводы

1. Рациональный диапазон тяговых усилий трактора на стерне колосовых нормальной влажности, соответствующий тяговому КПД $\eta_T = (0,977 - 1,00) \eta_{Tmax}$ ограничен $\varphi_{KPH} = 0,37$ при $\delta_{H3} = 0,081$ для операций третьей группы с $V_{H3} = 3,30$ м/с и $\varphi_{KPH1} = 0,45$ при $\delta_{H1} = 0,122$ для первой группы операций с $V_{H1}^* = 2,20$ м/с.

2. Оптимальным значениям удельной массы $m_{уд3}^* = 60,57$ кг/кВт и $m_{уд}^* = 72,90$ кг/кВт соответствует интервал регулирования эксплуатационной массы от $m_{\vartheta min} = m_{\vartheta_3}^* = 14,82$ т до $m_{\vartheta max} = m_{\vartheta_1}^* = 17,85$ т при $\bar{m}_\vartheta = m_{\vartheta_2}^* = 16,21$ т с распределением 56,8 и 58,1 % на переднюю ось, что позволяет использовать трактор в шестом восьмом тяговых классах.

3. При минимальной эксплуатационной массе трактора базовой комплектации $m_{\vartheta_0} = 12,42$ т и $A_{Ц0} = 0,65$ потребная масса балласта от 2,4 до 5,43 т обеспечивается установкой съемных грузов $m'_{BK} = 1100$ кг, $m''_{BK} = 1100$ кг, $m'''_{BK} = 738$ кг (1 и 2 групп операций), регулированием $m_{БП}$ от 130 до 1300 кг и добавлением воды по 280 кг в шины колес (первая группа операций).

4. По показателям чистой производительности на операциях почвообработки второй и третьей групп трактор следует использовать при длине гона $\ell_G = 600$ –1000.

Литература

1. Селиванов Н.И. Технологическая адаптация колесных тракторов / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 216 с.
2. Селиванов Н.И., Запрудский В.Н., Макеева Ю.Н. Моделирование скоростных режимов агрегатов и удельных показателей колесных тракторов на основной обработке почвы // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 1. – С. 81–88.
3. Тракторы «Versatile» серии 2000. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М., 2016. – 376 с.
4. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний (с изменением № 1). – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 128 с.
5. Селиванов Н.И., Макеева Ю.Н. Удельная материалоемкость колесных тракторов при балластировании для технологий почвообработки // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 10. – С. 65–70.

Literatura

1. Selivanov N.I. Tehnologicheskaja adaptacija kolesnyh traktorov / Krasnojar. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2017. – 216 s.
2. Selivanov N.I., Zaprudskij V.N., Makeeva Ju.N. Modelirovanie skorostnyh rezhimov agregatov i udel'nyh pokazatelej kolesnyh traktorov na osnovnoj obrabotke pochvy // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 1. – S. 81–88.
3. Traktory «Versatile» serii 2000. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii. – M., 2016. – 376 s.
4. GOST 18509-88. Dizeli traktornye i kombajnovye. Metody stendovyh ispytanij (s izmeneniem № 1). – M.: Izd-vo standartov, 1988. – 128 s.
5. Selivanov N.I., Makeeva Ju.N. Udel'naja materialoemkost' kolesnyh traktorov pri ballastirovaniii dlja tehnologij pochvoobrabotki // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 10. – S. 65–70.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 631.365.22

В.А. Коцур, А.В. Борисова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО КРАСИТЕЛЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БУЛОЧЕК ДЛЯ ГАМБУРГЕРОВ

V.A. Kotsur, A.V. Borisova

USING NATURAL DYE IN THE TECHNOLOGY OF BAKING FOR HAMBURGERS

Коцур В.А. – студ. 2-го курса Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Борисова А.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

В статье показана возможность расширить ассортимент мучных изделий для фастфуда и обоснована целесообразность производства красных булочек для гамбургеров с натуральным красителем за счет введения в рецептуру томатной пасты. Цель исследования – разработка рецептур окрашенных томатной пастой булочек для гамбургеров. Объектами исследования являлись образцы булочек для гамбургеров с рецептурными компонентами – томатная паста в различных дозировках. На первом этапе исследования проводили моделирование базовой рецептуры булочек. Для этого определяли оптимальное соотношение вносимых компонентов. Томатную пасту вносили в количестве 5, 10, 15 % от общей массы композитной смеси. Смешивание пшеничной муки и вносимых добавок осуществляли с использованием ручного замеса, что позволило получить однородную массу и обогатить тесто кислородом. При проведении эксперимента для сравнения результатов исследования изготавливали булочки для гамбургера без изменения рецептуры (контроль). Вариант 1 – в стандартной рецептуре 5 % добавляемого молока заменили 5 % томатной пасты. Вариант 2 – долю томатной пасты увеличили до 10 %. Вариант 3 – дозировка томатной пасты в данном варианте составила 15 %. Полученные образцы булочек анализировали по физико-химическим и органолептическим показателям. Наилучшими показателями качества обладали изделия варианта 2. Разработана рецептура на булочки «Красные». В опытных образцах булочек более высокое содержание пищевых волокон, что значительно повышает их био-

Kotsur V.A. – 2-Year Student, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Borisova A.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

логическую ценность по сравнению с булочками,крашенными синтетическим красителем.

Ключевые слова: булочки для гамбургера, томатная паста, натуральный краситель, общественное питание, фастфуд.

The study showed the possibility of expanding the assortment of flour products for fast food and substantiates the expediency of producing red buns for hamburgers with natural dye due to the introduction of tomato paste into the recipe. The aim of the research was the development of recipes for tomato paste burger sticks for hamburgers. The objects of the research were the samples of buns for burgers with prescription ingredients – tomato paste in various dosages. At the first stage of the research, the basic baking formula was simulated. For this purpose the optimal ratio of introduced components was determined. The tomato paste was added in the amount of 5, 10, 15 % of the total weight of composite mixture. Mixing wheat flour and used additives was carried out by manual kneading, which allowed obtaining homogeneous mass and enriching the dough with oxygen. When carrying out the experiment for comparison of the results of the research burgers were made for a hamburger without changing the formulation (control). Option 1 – in a standard compounding of 5 % of added milk replaced 5 % of tomato paste. Option 2 – the share of tomato paste increased to 10 %. Option 3 – the dosage of tomato paste in this option made 15 %. Obtained samples of the buns were analyzed according to physical and chemical and organoleptic indicators. The best quality indicators were

found in the products of option 2. The recipe for buns "Krasnye" was developed. In experimental samples of buns there was higher content of dietary fiber, which significantly increased their biological value in comparison with the buns, colored by synthetic dye.

Keywords: *hamburger buns, tomato paste, natural dye, public catering, fast food.*

Введение. Мучные изделия, к которым относятся булочки, по объемам продаж составляют крупнейший сегмент рынка мучных изделий. Они популярны среди потребителей в нашей стране и пользуются большим спросом. Существенным их недостатком является отсутствие разнообразия среди натурально окрашенных булочек. Поэтому в настоящее время производители уделяют большое внимание вопросам улучшения их потребительских свойств и безопасности, а также повышению ассортимента. Для обеспечения конкурентоспособности мучных изделий важно расширять ассортимент массового потребления, который будет отвечать целям сбалансированного и адекватного питания [1]. Решить данную проблему можно путем изыскания новых видов сырья, обладающего необходимыми технологическими свойствами, богатым химическим составом, структурные компоненты которого будут активизировать процессы производства мучных изделий и придавать готовой продукции диетические, профилактические и функциональные свойства [2]. При выборе объекта исследований учитывали популярность в ресторанах и заведениях быстрого питания разноцветных булочек для фастфуда. Расширение ассортимента булочек для фастфуда позволяет выделиться заведениям, а также привлечь новых посетителей. Новая тенденция на цветные булочки с каждым днем возрастает и становится очень востребованной. Поэтому в качестве объекта исследования были взяты булочки для гамбургера. На данный момент большинство предприятий общественного питания используют синтетические красители для ярких и насыщенных цветов, не заботясь о безопасности клиентов.

В связи с этим целесообразным является добавление в рецептуру традиционной томатной пасты (ТП). Томатная паста известна как диетический продукт, богатый витамином С (до 60 мг%), каротином (до 2 мг%), ликопином и пищевыми волокнами [3]. Благодаря высокому содержанию сухих веществ происходит концентрация каротиноидов, и томатная

паста легко окрашивает пищевые продукты в красный цвет даже в небольшой концентрации. Кроме того, растительные добавки оказывают благоприятное влияние на свойства теста, улучшают органолептические показатели мучных изделий [4].

Таким образом, изучение технологических аспектов и исследование возможности использования при производстве булочных изделий нетрадиционного сырья в виде ТП является актуальной задачей и направлено на реализацию идеи здорового питания населения России.

Цель исследования: разработка рецептур и оценка качества булочек для гамбургера, в которых часть молока заменена томатной пастой, и исследование влияния добавки на органолептические и физико-химические показатели качества готовых изделий.

Задачи исследования: 1) сравнить физико-химические показатели красных булочек для гамбургеров с томатной пастой с контрольным образцом булочки без добавок; 2) определить органолептические показатели булочек с разным содержанием томатной пасты и рассчитать коэффициент конкордации; 3) выбрать рецептуру красной булочки на основании физико-химических показателей и органолептической оценки.

Методы и объекты исследования. Объектами исследования являлись образцы булочек для гамбургеров с рецептурным компонентом томатная паста ООО «Помидорка» с содержанием сухих веществ 28 % в различных дозировках. За основу была взята рецептура булочек для гамбургеров, представленная в таблице 1: вариант 1 – в стандартной рецептуре 5 % молока заменили томатной пастой; вариант 2 – долю томатной пасты увеличили до 10 %; вариант 3 – дозировка томатной пасты в данном варианте составила 15 %.

Контрольные и опытные образцы изделий оценивались по комплексу показателей, учитывающих органолептические и физико-химические показатели качества. Определение массовой доли сухих веществ и влажности проводили по ГОСТ 21094-75 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности»; пористости – по ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости»; кислотности – по ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности». Для контрольной и опытных проб тесто готовилось безопарным способом из сырья согласно рецептуре, приведенной в таблице 1.

Таблица 1

Рецептуры исследуемых объектов

Сырье	Количество сырья, г			
	Контроль, 0 %	5 % ТП	10 % ТП	15 % ТП
Пшеничная мука высшего сорта	100	100	100	100
Молоко	100	95	90	85
Масло подсолнечное	3,5	3,5	3,5	3,5
Дрожжи прессованные	1,5	1,5	1,5	1,5
Сахар-песок	4	4	4	4
Томатная паста	0	5	10	15
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5	1,5	1,5
Выход	210,5	210,5	210,5	210,5

Результаты исследования и их обсуждение. Натуральный краситель с определенным химическим составом обогащает мучные изделия необходимыми нутриентами и влияет на функционально-технологические свойства полуфабрикатов, качество и вкусовые характеристики готовых изделий. Эти факторы создают условия для корректировки и целенаправленного изменения как пищевой ценности,

так и качественных характеристик продукции. С целью изменения окраса хлебобулочных изделий молоко частично было заменено на томатную пасту, которая отличается от синтетических красителей наличием вкуса, запаха, биологической и пищевой ценностью.

Физико-химические показатели полученных изделий представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-химические показатели качества булочек

Показатель качества	Контроль, 0 %	5 % ТП	10 % ТП	15 % ТП
Влажность мякиша, %	28,0	30,2	30,3	32
Кислотность мякиша, град.	7,2	7,9	8,6	9,8
Пористость мякиша, %	61,2	57,7	41,2	37,2
Массовая доля сухих веществ булочки, %	72,0	69,8	69,7	68,0

Как следует из данных таблицы 2, добавление от 5 до 15 % ТП изменяют физико-химические показатели незначительно. При внесении 15 % ТП наблюдается ухудшение показателей качества: пористость мякиша уменьшается на 24 %, массовая доля сухих веществ – на 4 % по сравнению с контрольным. Изменения по сравнению с контролем у булочных изделий с 5 и 10 % ТП незначительны. Возможной причиной снижения пористости булочек может послужить тот факт, что ТП обладает свойством удерживать влагу за счет наличия в ней пищевых воло-

кон. Затрудненное влагоотделение снижает пористость изделий, придает им клекость. Высокое содержание в томатной пасте органических кислот, таких как лимонная и яблочная, повышает и кислотность булочек. Из вышеизложенного сделан вывод о возможности использования ТП при производстве булочных изделий в количестве не более 10 % от массы молока.

Для обоснования данной точки зрения также стоит отметить об изменении органолептических показателей, представленных в таблице 3.

Таблица 3

Органолептические показатели булочных изделий

Критерий	Контроль	5 % ТП			10 % ТП			15 % ТП		
		1	2	3	4	5				
Внешний вид	Правильная форма, равномерный цвет, равномерное покрытие кунжутом, без трещин	Правильная форма, цвет равномерный, равномерное покрытие кунжутом, без трещин	Правильная форма, присутствуют небольшие трещины, равномерный цвет, равномерное покрытие кунжутом	Легкая потеря формы, присутствуют большие трещины, равномерный цвет, равномерное покрытие кунжутом						

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Цвет	Свойственный пшеничной булочке с желтым оттенком	Бледно-розовый	Светло-красный	Красный
Аромат	Свойственный сдобной пшеничной булочке	Свойственный томатной пасте и данному мучному изделию, слабо выражен	Свойственный томатной пасте и данному мучному изделию, ярко выражен	Свойственный томатной пасте и данному мучному изделию, ярко выражен
Вкус	Сладковатый, ярко выражен	Сладкий, кислый слабо выражен	Сладко-кислый, ярко выражен, чувствуется вкус томатов	Кисло-сладкий, ярко выражен вкус томатов
Консистенция	Хорошо пропеченная, мягкая, без сплианий, хорошо пережевывается	Хорошо пропеченная, без сплианий, мягкая, хорошо пережевывается	Хорошо пропеченная, мягкая, без сплианий, хорошо пережевывается	Хорошо пропеченная, плотная, трудно пережевывается

Как следует из таблицы 3, введение добавляемых в рецептуру булочки 10 % ТП показало положительное влияние на булочное изделие: мякиш – светло-красного цвета, мягкий, хорошо пережевывается; вкус и аромат – ярко выраженные, соответствуют томатной пасте и данному мучному изделию. В тоже время при внесении 15 % ТП ухудшалось качество изделий: наблюдались большие трещины, потеря

формы, плотная консистенция и трудное пережевывание изделия. Если судить о 5 % содержании ТП в булочном изделии, то показатели следующие: аромат и вкус – соответствовали данному изделию и ТП, слабо выражены; цвет – бледно-красный; стоит отметить тот факт, что наличие трещин при выпекании не обнаружено. Внешний вид изделий представлен на рисунке.



Булочки с 0, 5, 10, 15 %-м содержанием томатной пасты

Было отмечено, что при выпекании булочек с высоким содержанием ТП наблюдалось появление трещин и разрывов корки. Возможной причиной может быть недостаточное время расстойки изделий с высоким содержанием ТП. Поскольку томатная паста увеличивает влажность теста и снижает пористость, следует применять активированные дрожжи, увеличивать их дозировку или время расстойки теста. В данном случае требуется проведение дополнительных исследований.

Также было проведено исследование органолептических свойств булочек методом рангов [5]. Метод ранжирования заключается в попарном сравнении объектов. Обработка результатов ранговым методом осуществляется по шкале «0 – хуже», «1 – лучше». Все данные внесены в таблицу 4.

Следующим этапом является подсчет всех оценок среди экспертной комиссии для определения лучшего вида булочек. Все данные внесены в таблицу 5.

Обработка результатов ранговым методом

Таблица 4

Номер	1	2	3	Итого
1	X	0	1	1
2	1	X	1	2
3	0	0	X	0

Подсчет оценок комиссии

Вариант	Эксперт					Суммарный балл	Отклонение от среднего арифметического	Квадрат отклонения от среднеарифметического
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й			
5 % ТП	1	1	1	0	1	4	-1	1
10 % ТП	2	2	1	2	2	9	+4	16
15 % ТП	0	0	1	1	0	2	-3	9
Сумма рангов всех оценок						15		
Среднее арифметическое суммы рангов						5		
Сумма квадратов отклонения от среднеарифметического								26

Заключительным этапом является расчет коэффициента конкордации по формуле

$$\omega = \frac{12 \cdot s}{n^2(m^3 - m)}, \quad (1)$$

где s – сумма квадратов разности рангов (отклонения от среднего); n – число экспертов в группе; m – число образцов.

Исходя из формулы, мы получаем

$$\omega = \frac{12 \cdot 26}{5^2(3^3 - 3)} = 0,7.$$

При значении $\omega = 0,7$ степень согласованности экспертов считается удовлетворительной.

Таким образом, исходя из оценок экспертной комиссии и результата коэффициента конкордации, мы можем сделать вывод о том, что наилучшей концентрацией томатной пасты будет 10 %.

Вывод. Результаты представленного исследования свидетельствуют о целесообразности использования натурального красителя в виде томатной пасты для изготовления булочек для гамбургеров. Введение ТП в концентрации 10 % обеспечивает насыщенный цвет, а также обогащает изделие необходимыми для жизнедеятельности человеческого организма веществами, такими как ликопин, пищевые волокна, витамины А, С. Расширение ассортимента булочек для фастфуда позволяет разнообразить вкусовые впечатления, а также обеспечить яркую подачу блюда и большее привлечение клиентов.

Литература

- Бакин И.А. Изучение технологических аспектов использования нетрадиционного сырья в производстве изделий // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 12. – С. 128–134.
- Смертина Е.С., Каленик Т.К., Федянина Л.Н. Новые хлебобулочные изделия функционально назначения // Вестн. ТГЭУ. – 2009. – № 3. – С. 53–59.
- Altun'jan S.V., Ivanova E.E., Altun'jan M.K. Strukturoobrazovateli v proizvodstve rastitel'no-rybnyh sousov funktsional'nogo naznachenija // Politematicheskij setevoj elektron. nauch. zhurn. Kubanskogo gos. agrar. un-ta. – 2014. – № 101(07). – URL: www.ej.kubagro.ru
- Ermosh L.G., Kulishov A.A. Obosnovanie recepturnogo sostava biskvitov na osnove suhogo jaichnogo belka i rastitel'nyh dobavok // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 2. – С. 109–114.
- Nauchno-issledovatel'skaja praktika: ucheb. posobie / G.A. Sidorenko, V.A. Fedotov, P.V. Medvedev. – Orenburg: Izd-vo OGU, 2017. – 98 s.

Literatura

- Bakin I.A. Izuchenie tehnologicheskikh aspektov ispol'zovaniya netradicionnogo syr'ja v proizvodstve izdelij // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 12. – S. 128–134.
- Smertina E.S., Kalenik T.K., Fedyanina L.N. Novye hlebobulochnye izdelija funktsional'nogo naznachenija // Vestn. TGJeU. – 2009. – № 3. – S. 53–59.
- Altun'jan S.V., Ivanova E.E., Altun'jan M.K. Strukturoobrazovateli v proizvodstve rastitel'no-rybnyh sousov funktsional'nogo naznachenija // Politematicheskij setevoj elektron. nauch. zhurn. Kubanskogo gos. agrar. un-ta. – 2014. – № 101(07). – URL: www.ej.kubagro.ru
- Ermosh L.G., Kulishov A.A. Obosnovanie recepturnogo sostava biskvitov na osnove suhogo jaichnogo belka i rastitel'nyh dobavok // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 2. – S. 109–114.
- Nauchno-issledovatel'skaja praktika: ucheb. posobie / G.A. Sidorenko, V.A. Fedotov, P.V. Medvedev. – Orenburg: Izd-vo OGU, 2017. – 98 s.

ПОЛУЧЕНИЕ СУХОЙ БЕЛКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ КРОВИ

R.S. Omarov, L.V. Antipova, S.N. Shlykov

THE PRODUCTION OF DRY PROTEIN COMPOSITION BASED ON MODIFIED BLOOD PLASMA

Омаров Р.С. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь. E-mail: doooctor@yandex.ru

Антипова Л.В. – д-р техн. наук, проф. каф. технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж. E-mail: antipova.l54@yandex.ru

Шлыков С.Н. – д-р биол. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь. E-mail: segwan@rambler.ru

В данной статье представлены результаты изучения целесообразности использования модифицированной путем ферментативного гидролиза плазмы крови в качестве основы для производства взбитых напитков. Для этого были подобраны условия получения гидролизата плазмы крови, предложена композиция сухой белковой основы; изучены физико-химические и функционально-технологические свойства, а также биологическая ценность разработанной сухой белковой основы. В ходе исследования, проведенного на базе научных лабораторий Ставропольского ГАУ, была оценена эффективность использования для гидролиза белков плазмы таких протеолитических ферментов, как мегатерин, протосубтилин, коллагеназа и трипсин. Изучение влияния кислотности среды и температуры позволило установить, что оптимальными условиями для действия ферментов протосубтилина, коллагеназы и мегатерина являются $t = 37^{\circ}\text{C}$ и $\text{pH} = 6,8\text{--}7,2$, для трипсина – $t = 50^{\circ}\text{C}$ и $\text{pH} = 8,0$. При этом наибольшую полноту гидролиза показал фермент коллагеназа, обеспечивая деструкцию до 70 % суммарного белка при продолжительности процесса 3,0–3,5 ч и массовой доли фермента в системе 0,35 %. Полученный гидролизат подвергался сушке на распылительной сушилке и использовался для разработки сухой основы для приготовления коктейлей. В качестве вспомогательных компонентов вносили фруктозу и аскорбиновую кислоту. Изучение качественных

Omarov R.S. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Production and Processing of Agricultural Production, Stavropol State Agrarian University, Stavropol. E-mail: doooctor@yandex.ru

Antipova L.V. – Dr. Techn Sci., Prof., Chair of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh. E-mail: antipova.l54@yandex.ru

Shlykov S.N. – Dr. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production Technologies and Processing of Agricultural Production, Stavropol State Agrarian University, Stavropol. E-mail: segwan@rambler.ru

характеристик сухой основы позволило установить наличие выгодных физико-химических и органолептических характеристик. Оценка аминокислотного состава показала полноценность белка продукта и его высокую биологическую ценность. Изучение функционально-технологических свойств раствора сухой основы выявило высокие показатели пенообразования, кратности и стабильности пены. Таким образом, разработанная сухая белковая основа может рекомендоваться для производства взбитых коктейлей, обогащенных полноценным животным белком.

Ключевые слова: плазма крови, ферментативный гидролиз, коллагеназа, взбитые коктейли, животный белок.

The results of studying of expediency of using blood plasma modified by the way of enzymatic hydrolysis as a basis for production of whipped drinks are presented in the study. The conditions of receiving hydrolyzate of plasma of blood were for this purpose picked up, the composition of dry proteinaceous basis is offered; physical and chemical and functional and technological properties, and also biological value of developed dry proteinaceous basis are studied. During the researches conducted on the basis of scientific laboratories of Stavropol SAU the efficiency of use for hydrolysis of proteins of plasma of such proteolytic enzymes, as megatherin, protosubtilin, collagenase and trypsin was estimated. Studying of influence of acidity of the environment and

temperature allowed to establish that optimum conditions for effect of enzymes of protosubtilin, collagenase and megaterin are $t = 37^{\circ}\text{C}$ and $\text{pH} = 6,8\text{-}7,2$, for trypsin - $t = 50^{\circ}\text{C}$ and $\text{pH} = 8,0$. Thus the greatest completeness of hydrolysis was shown by enzyme collagenase, providing the destruction to 70 % of total protein lasting process of 3.0–3.5 h and mass fraction of enzyme in system of 0.35 %. Received hydrolyzate was exposed to drying on the spraying dryer and was used for the development of dry basis for the preparation of cocktails. As auxiliary components fructose and ascorbic acid were brought. Studying of qualitative characteristics of dry basis allowed establishing the existence of favorable physical and chemical and organoleptic characteristics. The assessment of amino-acid structure showed full value of protein of the product and its high biological value. Studying of functional and technological properties of solution of dry basis revealed high rates of foaming, frequency rate and stability of foam. Thus, the developed dry proteinaceous basis can be recommended for production of whipped cocktails enriched with full-fledged animal protein.

Keywords: blood plasma, enzymatic hydrolysis, collagenase, whipped cocktails, animal protein.

Введение. Имеющийся дефицит белка в рационах питания человека обуславливает необходимость увеличения объемов и расширения ассортимента производства белоксодержащих продуктов. При этом важным моментом является качество белка, что требует поиска нетрадиционных источников и путей рационального его использования. Одним из ценнейших источников полноценного животного белка является плазма крови убойных животных. Высокая биологическая ценность белкового состава плазмы крови обуславливает высокий коэффициент его перевариваемости, а наличие таких функционально-технологических свойств, как способность к геле- и пенообразованию, делает возможным ее использование в различных пищевых продуктах [1, 2, 7, 8].

В категории продуктов функциональной направленности значительная роль отводится напиткам, которые способны не только удовлетворять потребности организма в жидкости, но и служить источником дефицитных пищевых компонентов, играя роль инструмента для профилактики алиментарнозависимых заболеваний. Напитки являются прекрасной основой для обогащения витаминно-минеральными комплексами, внесения пищевых волокон, насыщения белками, аминокислотами и другими эссенциальными компонентами, становясь их источниками для организма человека. В этой связи представляет

интерес изучение способов глубокой переработки жидкой фракции крови убойных животных – плазмы, как основы для производства биологически ценных напитков [3–6].

При этом одним из ограничений использования плазмы крови является короткий срок ее хранения, что требует подбора способа консервации, обеспечивающего сохранность ее питательных качеств и функциональных свойств.

Использование температурной обработки для повышения хранимоспособности плазмы крови не дает нужного бактерицидного эффекта, так как нагревать продукт свыше $52\text{--}55^{\circ}\text{C}$ не допускается из-за денатурации белков. Одним из способов решения данной проблемы видится направленное изменение структуры белков плазмы крови, которые не подвергались бы деструкции при тепловой обработке в интервале температур $60\text{--}65^{\circ}\text{C}$. Этого можно достичь за счет проведения гидролиза с получением аминокислот и пептидов, обладающих большей термостабильностью за счет меньшей длины молекулы.

Кроме того, гидролиз способствует повышению биологической ценности сырья за счет увеличения усвояемости белкового субстрата.

Цель исследования: обоснование перспективности использования модифицированной плазмы крови в качестве основы для производства биологически ценных напитков.

Задачи исследования: подобрать условия получения гидролизата плазмы крови, предложить композицию сухой белковой основы; изучить физико-химические и технологические свойства, а также биологическую ценность разработанного сухого продукта.

Объекты и методы исследования. Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, а также в аккредитованной учебно-научной испытательной лаборатории Ставропольского ГАУ.

В качестве объектов исследования использовались: плазма крови крупного рогатого скота; ферментные препараты протеолитического действия: мегатерин, коллагеназа, протосубтилин и трипсин; жидкие и сухие гидролизаты плазмы крови; пены на основе плазмы крови и сухой белковой основы.

В ходе проведения исследования основные показатели определяли следующими методами: содержание белка – методом Кельдаля; содержание углеводов – методом Бертрана; содержание аскорбиновой кислоты – расчетным способом; содержание сухих веществ – рефрактометрическим способом; активную кислотность – потенциометрическим способом; ин-

декс растворимости – по ГОСТ 30305.4-95; аминокислотный состав – на аминокислотном анализаторе AAA-400 по стандартным методикам; микробиологические показатели – по стандартной методике; аминокислотный скор и биологическую ценность – расчетным методом по Н.Н. Липатову; кратность пены устанавливали как отношение ее объема к объему раствора, пошедшего на образование пены; стабильность пены фиксировали по времени разрушения столба пены. Повторность опытов трехкратная, математическая обработка проводилась в программе Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение.
При производстве продуктов здорового питания наиболее целесообразно применение ферментатив-

ного гидролиза, который позволяет инициировать глубокие изменения структуры белков. Кроме того, использование ферментных технологий обеспечит экологичность технологических процессов.

К преимуществам ферментного гидролиза также следует отнести мягкость условий протекания с получением смеси продуктов гидролиза с наименьшей степенью рацемизации аминокислот.

В исследовании были изучены оптимумы действия протеолитических ферментов при различных значениях pH и температуры для установления параметров их наибольшей активности.

В качестве субстрата для определения температурного оптимума использовали казеинат натрия при pH = 7 (рис. 1).

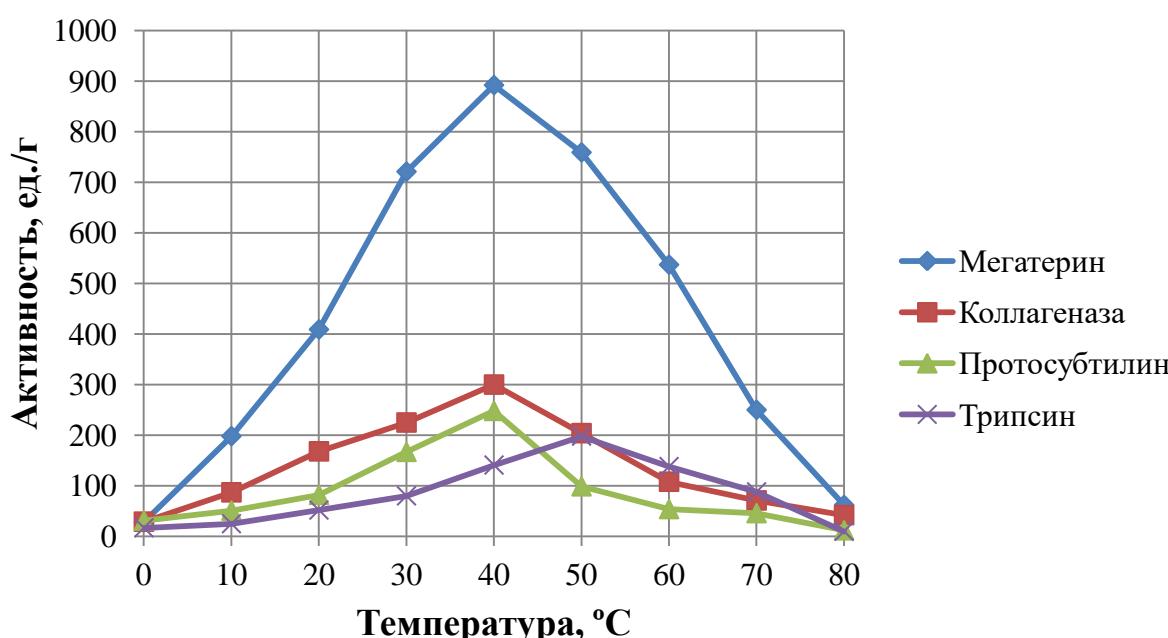


Рис. 1. Влияние температуры на активность ферментных препаратов

Установлено, что мегатерин, протосубтилин и коллагеназа проявляют максимальную активность при температурах 37–40 °C. Для трипсина оптимум действия определен в интервале температур 48–52 °C.

Результаты изучения влияния активной кислотности среды на протеолитическую активность ферментов представлены на рисунке 2.

Максимальная активность протосубтилина и коллагеназы достигается при pH 6,8–7,2, для трипсина при t = 37 °C оптимальное значение pH – 7,4 ед., при этом максимум активности достигается при pH 8 (t = 50 °C). Для мегатерина были отмечены два пиковых значения активности (pH – 7,0; 7,8), что можно

связать с гетерогенной природой данного ферментного препарата.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение эффективности применения данных ферментных препаратов для гидролиза белков плазмы крови. На основе предварительных экспериментальных исследований было установлено, что для успешного проведения гидролиза необходимо обеспечить в системе соотношения белок субстрата : фермент как 100 : 1, вследствие чего плазму крови (субстрат) необходимо разбавлять водой 1 : 1. Результаты изучения влияния дозировок ферментов на эффективность гидролиза представлены на рисунке 3.

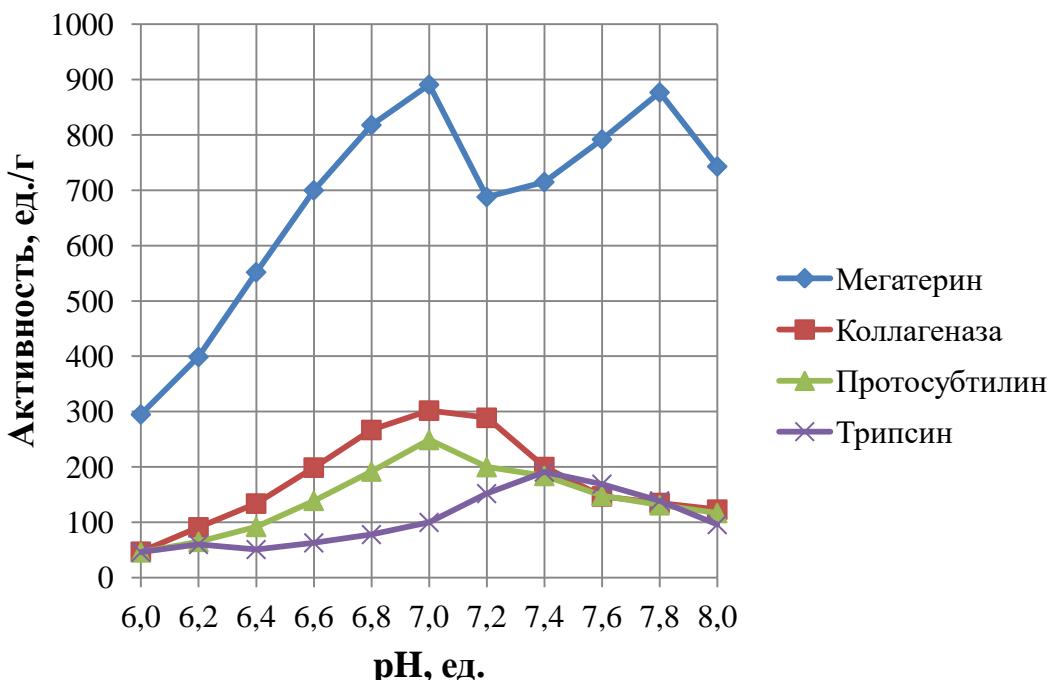


Рис. 2. Влияние pH среды на активность ферментных препаратов ($t = 37^{\circ}\text{C}$)

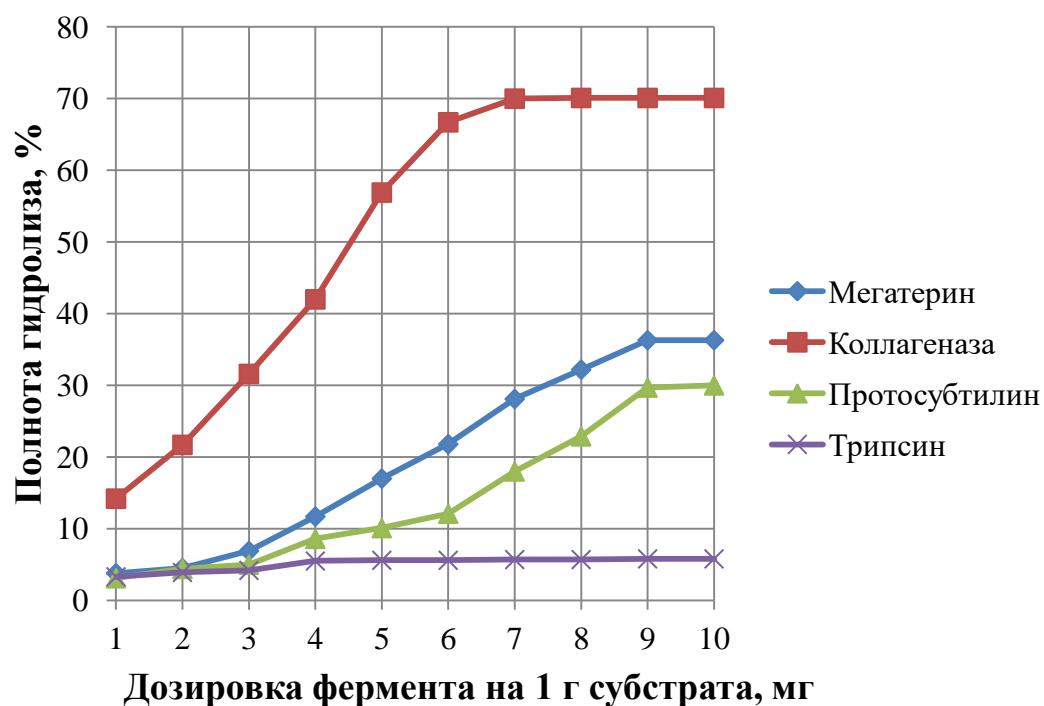


Рис. 3. Динамика гидролиза белков плазмы крови различными ферментами

Установлено, что внесение препарата коллагеназы в систему в количествах свыше $7 \cdot 10^{-3}$ г фермента на 1 г субстрата является нецелесообразным, так как не приводит к дальнейшему повышению степени гидролиза белков. Для мегатерина максимальное значение полноты гидролиза достигается при кон-

центрации $3,8 \cdot 10^{-3}$ г, протосубтилина – $3,0 \cdot 10^{-3}$ г, что несколько ниже, чем для коллагеназы.

Оценка гидролитических показателей позволила установить, что препарат коллагеназа обеспечивает наиболее полное протекание гидролиза, образуя в сравнении с мегатерином в 2,9 раза больше свободных аминокислот, в том числе в 1,7 раза незаменимых.

Для дальнейших исследований использовали ферментные препараты, показавшие наибольшую эффективность – коллагеназа и мегатерин.

Результаты изучения влияния продолжительности гидролиза на его полноту представлены на рисунке 4.

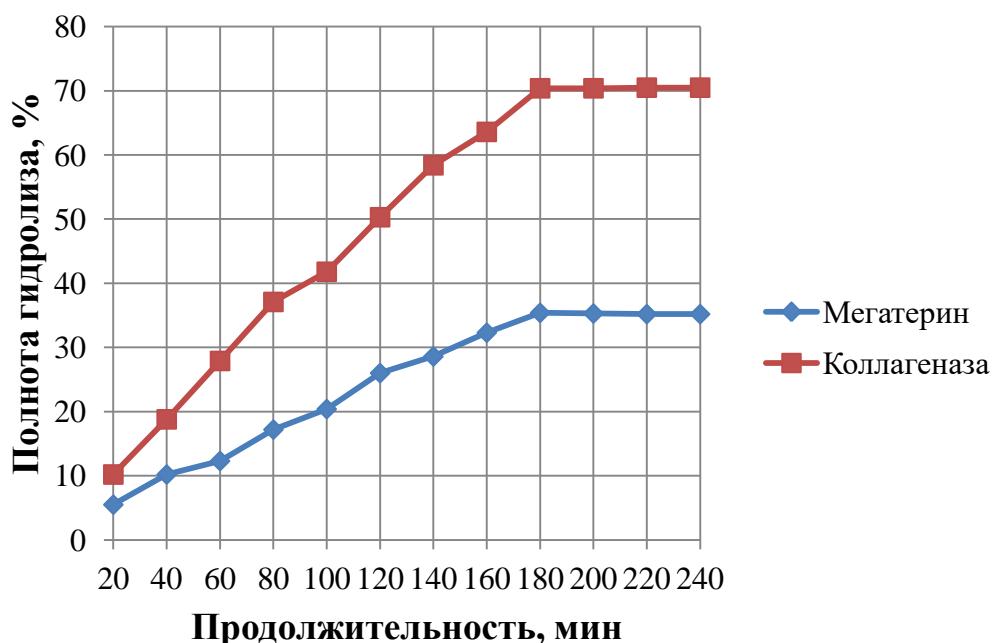


Рис. 4. Влияние продолжительности протекания гидролиза на его полноту

Установлено, что наиболее интенсивно гидролиз протекает в течение 2,8–3,2 ч, дальнейшее течение процесса характеризовалось резким снижением накопления продуктов гидролиза. Оценка полученных данных показала, что препарат коллагеназа обеспечивает существенно большую полноту гидролиза.

Применив регрессионный анализ с использованием многофакторного планирования для обработки полученных экспериментальных данных, были получены оптимизированные параметры гидролиза белков плазмы крови препаратом коллагеназы (табл. 1).

Таблица 1

Параметры проведения ферментативного гидролиза белков плазмы крови

Параметры процесса	Значение
Массовая доля фермента, %	0,35
Активная кислотность, ед.	6,8–7,2
Температура, °C	35–40
Продолжительность, ч	3,0–3,5
Концентрация белка в субстрате, %	3,5

Полученный гидролизат в дальнейшем подвергали пастеризации при температуре 56–58 °C, при сопутствующем снижении pH среды до 3,5–4,5 с помощью различных добавок. Это позволило избежать денатурации негидролизованных белков, выпадения осадка, а также вызвало инактивацию фермента.

Для удобства дальнейшего использования и увеличения хранимоспособности полученный гидролизат подвергали сушке на распылительной сушилке,

что позволило предотвратить денатурацию белков и обеспечить высокую растворимость конечного продукта в воде.

Сухой гидролизат было решено использовать для разработки сухой основы для приготовления коктейлей. Помимо сухого гидролизата в состав сухой основы для коктейлей вносили фруктозу, как альтернативу свекловичному сахару, и аскорбиновую кислоту (табл. 2).

Таблица 2

Рецептура композиции сухой основы для коктейлей

Компонент	Расход сырья, кг/100 кг продукта
Сухой гидролизат плазмы крови	56,8
Аскорбиновая кислота	3,4
Фруктоза	39,8

Результаты изучения физико-химических, органолептических показателей и аминокислотного со- става предлагаемой сухой основы для коктейлей представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Результаты изучения физико-химических и органолептических показателей сухой основы для коктейлей

Показатель	Значение
Содержание сухих веществ, %	86,7
Растворимость, %	96,0
Объемная масса, кг/м ³	310,4
Титруемая кислотность, °Т	20,0
Содержание белка, %	46,8
Содержание углеводов, %	37,1
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	1900,0
Вкус и запах	Кисло-сладкий, присутствует приятный аромат и привкус белка
Цвет	Светло-кремовый, однородный по всей массе продукта
Структура	Порошкообразная, комочки легко разрушаются

Таблица 4

Результаты изучения аминокислотного состава сухой основы для коктейлей

Аминокислота	Содержание аминокислоты, г/100 г продукта	Аминокислотный скор, %	Коэффициент утилитарности
Треонин	2,36	59,0	0,571
Метионин	1,18	33,71	1,000
Лизин	4,0	72,73	0,464
Лейцин	5,19	74,14	0,455
Фенилаланин	4,2	70,0	0,482
Изолейцин	1,6	40,0	0,843
Валин	1,84	36,8	0,916
Триптофан	0,7	70,0	0,482

Расчетным путем установлено, что коэффициент различия аминокислотного скора белка продукта составляет 23,33 %, его биологическая ценность – 76,67 %, а коэффициент сопоставимой избыточности равен 0,2650.

Важным условием для возможности использования разработанной сухой основы для производства взбитых коктейлей является наличие таких техноло-

гических свойств, как хорошая способность к пенобразованию, кратность и стойкость пены. Контрольным образцом выступал раствор сухой плазмы крови. Массовая доля белка в контрольном и опытном образцах составляла 5 %, температура образцов находилась в пределах 4–6 °С. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Результаты сравнения функциональных свойств сухой плазмы крови и разработанной белковой основы

Компонент	Пенообразующая способность, см ³ за временной интервал, с					Кратность пены за временной интервал, с				
	30	60	120	180	240	30	60	120	180	240
Раствор сухой плазмы крови	171,0	199,0	248,0	226,0	294,0	1,4	1,7	2,1	2,7	2,9
Раствор сухой основы	197,0	219,0	272,0	295,0	318,0	1,9	2,0	2,7	3,0	3,2

Раствор сухой основы для взбитых коктейлей характеризовался лучшими значениями показателей пенообразования, кратности и стабильности пены, несколько превосходя контрольный образец на основе сухой плазмы крови. Возможно, это связано с присутствием в составе сухой белковой основы фруктозы и аскорбиновой кислоты. Стабильность пены раствора сухой плазмы крови составила около 40 мин, тогда как сухая белковая основа сохраняла полученный объем до 1,5 ч.

Изучение хранимоспособности выявило отсутствие патогенной микрофлоры в сухом продукте при сроках хранения до 12 недель при температуре не выше 4 °С. При этом показатель КМАФАНМ оставался в пределах 2,4·10³ КОЕ в 1 г продукта.

Выводы. Проведенное исследование позволило установить оптимальные параметры ферментативного гидролиза плазмы крови убойных животных протеолитическим препаратом коллагеназа. Сухая белковая основа на основе гидролизата плазмы крови характеризуется высокими качественными показателями и может рекомендоваться в качестве основы для производства взбитых коктейлей, обогащенных полноценным животным белком.

Литература

1. Антипова Л.В., Кульпина А.Л. Возможность использования плазмы крови убойных животных в новых белковых продуктах // Изв. высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1998. – № 5-6. – С. 53–55.
2. Изгарышева Н.В., Кригер О.В., Лапин А.П. Основные аспекты переработки крови убойных животных для функциональных молочных продуктов // Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования: мат-лы междунар. молодежной конф. – Кемерово, 2012. – С. 119–123.
3. Крумликов В.Ю. и др. Разработка технологии белкового пенообразователя для использова-

ния в спортивном питании // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2. – С. 16–21.

4. Пат. 2124853. Российская Федерация, МПК A23L 2/00. Способ получения основы для производства безалкогольных напитков / Л.В. Антипова, М.Б. Васильев; заявитель и патентообладатель Антипова Людмила Васильевна. – № 97119664/13, заявл. 26.11.1997; опубл. 20.01.1999.
5. Бабий Н.В., Соловьева Е.Н., Помозова В.А. и др. Тонизирующие напитки с функциональными свойствами // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 101–105.
6. Михеева Г.А. Специализированный продукт для питания беременных и кормящих женщин – оценка эффективности // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83. – № S3. – С. 190.
7. Vazquez-Moreno L. Functional properties of protein fractions isolated from porcine blood // Journal of Food Science. – 2003. – № 68. – Р. 1196–1200.
8. Howell N.K., Lawrie R.A. Functional aspects of blood plasma proteins. III. Interaction with other proteins and stabilizers. // Journal of Food Technology. – 1984. – № 19. – Р. 297–313.

Literatura

1. Antipova L.V., Kul'pina A.L. Vozmozhnost' ispol'zovaniija plazmy krovi ubojnyh zhivotnyh v novykh belkovyh produktah // Izv. vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. – 1998. – № 5-6. – S. 53–55.
2. Izgarysheva N.V., Kriger O.V., Lapin A.P. Osnovnye aspekty pererabotki krovi ubojnyh zhivotnyh dlja funkcional'nyh molochnyh produktov // Biokataliticheskie tehnologii i tehnologii vozobnovljaemyh resursov v interesah racional'nogo prirodopol'zovanija: mat-ly mezhdunar. molodezhnoj konf. – Kemerovo, 2012. – S. 119–123.
3. Krumlikov V.Ju. i dr. Razrabotka tehnologii belkovogogo penoobrazovatelia dlja ispol'zovaniija v

- sportivnom pitanii // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2015. – № 2. – S. 16–21.
4. Pat. 2124853. Rossijskaja Federacija, MPK A23L 2/00. Sposob poluchenija osnovy dlja proizvodstva bezalkogol'nyh napitkov / L.V. Antipova, M.B. Vasil'ev, zjavitel' i patentooobladatel' Antipova Ljudmila Vasil'evna. – № 97119664/13, zjavl. 26.11.1997; opubl. 20.01.1999.
5. Babij N.V., Solov'eva E.N., Pomozova V.A. i dr. Tonizirujushchie napitki s funkcional'nymi svojstvami // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – 2013. – № 3. – S. 101–105.
6. Miheeva G.A. Specializirovannyj produkt dlja pitanija beremennyh i kormjashhih zhenshhin – ocenka jeffektivnosti // Voprosy pitanija. – 2014. – T. 83. – № S3. – S. 190.
7. Vazquez-Moreno L. Functional properties of protein fractions isolated from porcine blood // Journal of Food Science. – 2003. – № 68. – P. 1196–1200.
8. Howell N.K., Lawrie R.A. Functional aspects of blood plasma proteins. III. Interaction with other proteins and stabilizers. // Journal of Food Technology. – 1984. – № 19. – P. 297–313.

УДК 637.52.04/07:637.54

Н.С. Мoiseева, О.К. Мотовилов

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КОПЧЕНО-ЗАПЕЧЕННОГО ФИЛЕ ИЗ МЯСА ИНДЕЙКИ

N.S. Moiseeva, O.K. Motovilov

BIOLOGICAL VALUE OF SMOKED-BAKED FILLET FROM MEAT OF TURKEY

Мoiseева Н.С. – науч. сотр. отдела научных направлений исследований комплексной переработки сельскохозяйственного сырья Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: Natasha555@mail.ru

Мотовилов О.К. – д-р техн. наук, руководитель Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: gnu_ip@ngs.ru

В статье представлены результаты исследования аминокислотного состава и определения биологической ценности копчено-запеченных продуктов из мяса индейки – филе «Русское» и филе «Острое». Исследования проводили на базе лаборатории Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИТИП СФНЦА РААН). Определение аминокислотного состава, а также скора по каждой незаменимой аминокислоте проводилось в контрольных и опытных образцах копчено-запеченных продуктов. Контрольными образцами

Moiseeva N.S. – Staff Scientist, Department of Research Areas of Integrated Processing of Agricultural Raw Materials, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center for Agrotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, Krasnoobsk. E-mail: Natasha555@mail.ru

Motovilov O.K. – Dr. Techn. Sci., Head, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center for Agrotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, Krasnoobsk. E-mail: gnu_ip@ngs.ru

выступали идентичные по технологии и рецептуре опытным образцам изделия из мяса кур. Выявлено, что в опытных образцах скор почти по всем незаменимым аминокислотам был выше, чем в контрольных, что свидетельствует о высокой биологической ценности новых разработанных продуктов. Определен ряд коэффициентов (сопоставимой избыточности (G), различий аминокислотного скора (KPAC), утилитарности (U) и биологической ценности (БЦ)), отражающие структурные соотношения показателей пищевой и биологической ценности новых изделий из мяса индейки по различным критериям соответствия. Результаты исследования аминокислотного со-

ства готовых изделий из мяса индейки и кур показали, что в опытных образцах почти по всем незаменимым аминокислотам (кроме «метионин+цистин» и «валин») скор составил выше 100 %. Биологическая ценность филе «Острое» выше на 4 % филе «Русское», что составило 72 и 68 % соответственно. По результатам исследований разработаны технологии и рецептуры производства копчено-запеченных продуктов из мяса индейки филе «Острое» и филе «Русское», также утверждены технические условия на продукты из мяса птицы.

Ключевые слова: биологическая ценность, мясо индейки, аминокислотный состав.

The results of the research of amino-acid structure and determination of biological value of smoked baked products from meat of turkey – Russian fillet and Hot fillet were presented in the study. The researches were conducted on the basis of laboratories of Siberian Research and Technological Institute of Processing of Agricultural Produce of Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Science. The determination of amino-acid structure and also scor on each irreplaceable amino acid it was carried out in control and prototypes of smoked baked products. Identical on technology and compounding to product the prototypes from meat of hens acted as control samples. It was revealed that in the prototypes it was scor in almost on all irreplaceable amino acids higher, than in control that testifying to high biological value of new developed products. A number of coefficients (comparable redundancy (G), distinctions of amino-acid scor (KRAS), utility (U) and biological value (BV), reflecting structural ratios of indicators of nutrition and biological value of new products from meat of turkey is defined by a number of coefficients. The results of research of amino-acid structure of finished products from meat of turkey and hens showed that in the prototypes almost in all irreplaceable amino acids (except "methionine + cystine" and "valine") scor was made higher than 100 %. Biological value of Hot fillet was 4 % higher than some Russian fillet that made 72 and 68 % respectively. By the results of the researches technologies and compounding of the production of smoked baked products from meat of Hot turkey fillet and Russian fillet are developed, the specifications on products from fowl are also approved.

Keywords: biological value, meat of turkey, amino-acid structure.

Введение. Организм человека нуждается в постоянном поступлении витаминов и минеральных веществ. Пищевые продукты должны обеспечить организм человека всем необходимым для его роста

и развития, при этом компенсируя затраты энергии на физическую и умственную способность. Мясные изделия являются естественными продуктами, в которых содержатся полноценные белки и другие эссенциальные вещества [1–3].

Индейка является самой крупной сельскохозяйственной птицей после страусов, которая выращивается в России в промышленных масштабах. Падение доходов населения, а также девальвация рубля сказалось на падении импорта мяса и как следствие его потребления. Однако производство нетрадиционных видов мяса растет, так как рынок курицы почти насыщен, поэтому развитие отраслей нетрадиционного вида птицы становится все более актуальным. За счет роста поголовья индеек с каждым годом увеличиваются производственные объемы мяса индейки, что определяет большой потенциал в развитии мясной переработки отрасли индейководства [4].

Цель исследования. Изучение биологической ценности разработанных копчено-запеченных изделий из мяса индейки – филе «Русское» и филе «Острое». Для достижения поставленной цели были определены задачи исследования:

1. Определить аминокислотный скор контрольных и опытных образцов копчено-запеченных изделий.

2. Определить показатели биологической ценности изделий из мяса индейки.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись два вида копчено-запеченных продукта из мяса индейки филе «Острое» и филе «Русское». Данные продукты были разработаны и исследованы на базе лабораторий СибНИТИП СФНЦА РАН. Качественную оценку биологической ценности готовых продуктов определяли по аминокислотному скору, расчет которого производили путем определения процентного содержания каждой из аминокислот в исследуемом белке по отношению к их содержанию в белке, принимаемом за идеальный по формуле

$$\text{Скор (C) для } AK_x = \frac{\text{мг } AK_x \text{ в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг } AK_x \text{ в 1 г идеального белка}} \times 100,$$

где AK – любая незаменимая аминокислота.

Определение коэффициента КРАС происходило путем вычисления средней величины избытка аминокислотного скора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем скора какой-либо незаменимой аминокислоты, %:

$$KRAPC = \frac{\sum \Delta PAC}{n},$$

где ΔPAC – разница аминокислотного скора аминокислоты:

$$\Delta\text{PAC} = C_i - C_{\min},$$

где C_i – избыток скора аминокислоты; C_{\min} – минимальный из скоров незаменимых аминокислот исследуемого белка по отношению к эталону, %; n – количество незаменимых аминокислот.

Биологическую ценность (БЦ) белка, %, определяли по формуле

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}.$$

Коэффициент утилитарности i -й незаменимой аминокислоты (доли единицы) рассчитывали по формуле

$$K_j = \frac{C_{\min}}{C_j},$$

где C_{\min} – минимальный скор незаменимой аминокислоты.

Скор (C_j) i -й незаменимой аминокислоты по отношению к физиологически необходимой норме (эталону) определяли по формуле

$$C_j = \frac{a_j}{a_{\alpha j}} \times 100,$$

где a_j – содержание i -й незаменимой аминокислоты в продукте, г/100 г белка; $a_{\alpha j}$ – содержание i -й незаменимой аминокислоты, соответствующее физиологической необходимой норме (эталону), г/100 г белка.

Значение обобщающего коэффициента утилитарности аминокислотного состава (U), белка продукта, численно характеризующего степень сбалансированности аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону)

$$U = \frac{\sum_{j=1}^k (A_j a_j)}{\sum_{j=1}^k A_j},$$

где A_j – утилитарность содержания j -й аминокислоты в белке продукта.

Показатель сопоставимой избыточности (G) содержания незаменимых аминокислот в белковом компоненте продукта рассчитывали по формуле

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (a_i \times (1 - K_i))}{C_{\min}}.$$

Результаты исследования и их обсуждение. Для выработки копченочно-запеченных изделий использовали мясо с грудной части тушки индейки. При подборе рецептурных ингредиентов основывались на принципах безопасности, пищевой ценности и вкусовой совместимости, которая реализовывалась за счет формирования высоких органолептических показателей как главного критерия потребительских предпочтений, что доказано высокими оценками дегустационного анализа. При разработке рецептур филе были поставлены задачи на приданье пикантности и остроты вкуса, при этом необходимым условием была натуральность продукта (компонентов рецептуры).

Первоначально, при определении биологической ценности новых продуктов, была определена степень сбалансированности аминокислотного состава готовых продуктов. Качественное соотношение незаменимых аминокислот является важным показателем для определения биологической ценности белков.

В таблице 1 представлены результаты исследований аминокислотного состава контрольных и опытных образцов копченочно-запеченных изделий из мяса индейки – филе «Острое» и филе «Русское». Контрольными образцами служили изделия из мяса кур, идентичные по технологии и рецептуре опытным образцам.

В результате исследования аминокислотного состава готовых изделий выявлено, что в опытных образцах по всем незаменимым аминокислотам (кроме «метионин + цистин» и «валин») скор составил выше 100 %, при этом наибольший скор получил триптофан (185 % – филе «Русское», 170 % – филе «Острое»). Те аминокислоты, скор которых оказался меньше 100 %, не оказывают большого влияния на общую биологическую ценность продукта, так как их значения были недалеки от эталона и составили 93,1 % «метионин + цистин», 94,0 % «валин» – в филе «Русское» и 94,3 и 94,8 % соответственно по тем же аминокислотам – в филе «Острое». В контрольных образцах скоры по всем незаменимым аминокислотам были ниже опытных, кроме валина, который был выше на 0,2 г/100 г (филе «Русское»).

Таблица 1
Аминокислотный скор контрольных и опытных образцов копчено-запеченных изделий (n = 3)

Амино-кислота	Содержание аминокислоты							
	Филе «Русское» (опыт)		Филе «Русское» (контроль)		Филе «Острое» (опыт)		Филе «Острое» (контроль)	
	г/100 г белка	Скор, %	г/100 г белка	Скор, %	г/100 г белка	Скор, %	г/100 г белка	Скор, %
Изолейцин	4,91±0,04	122,8	3,68±0,01	92,0	4,90±0,03	122,5	3,69±0,03	92,3
Лейцин	8,03±0,12	114,7	7,86±0,04	112,3	8,0±0,02	111,4	7,87±0,02	112,4
Лизин	8,22±0,22	149,5	7,38±0,02	134,2	8,12±0,02	147,6	7,36±0,01	105,1
Метионин+Цистин	3,26±0,01	93,1	3,1±0,01	88,6	3,3±0,01	94,3	3,2±0,01	91,4
Фенилаланин+Тирозин	7,49±0,31	124,8	6,7±0,01	111,6	7,45±0,02	124,1	6,6±0,01	110,0
Треонин	4,82±0,17	120,5	4,16±0,01	104,0	4,75±0,01	118,7	4,15±0,01	103,8
Триптофан	1,85±0,02	185,0	0,80±0,01	80,0	1,7±0,01	170	0,7±0,01	70,0
Валин	4,72±0,03	94,0	4,71±0,03	94,2	4,74±0,02	94,8	4,72±0,03	94,4
Сумма НАК	43,3±0,06	120,3	38,4±0,02	106,6	42,9±0,02	119,1	38,29±0,02	106,6

Примечание: достоверно при $P \leq 0,05$.

Таблица 2 отражает структурные соотношения показателей пищевой и биологической ценности новых изделий из мяса индейки по различным критериям соответствия – коэффициентам сопостави-

мой избыточности (G), различий аминокислотного скора (КРАС), утилитарности (U) и биологической ценности (БЦ).

Таблица 2
Показатели биологической ценности изделий из мяса индейки

Аминокислота	КРАС, %	БЦ, %	K_i	U	G
Филе «Русское»					
Изолейцин	32	68	0,75	0,77	0,1
Лейцин			0,81		
Лизин			0,62		
Метионин+Цистин			1		
Фенилаланин+Тирозин			0,75		
Треонин			0,77		
Триптофан			0,50		
Валин			0,99		
Филе «Острое»					
Изолейцин	28	72	0,77	0,77	0,1
Лейцин			0,85		
Лизин			0,64		
Метионин+Цистин			1		
Фенилаланин+Тирозин			0,76		
Треонин			0,79		
Триптофан			0,55		
Валин			0,99		

Биологическая ценность филе «Острое» выше на 4 % филе «Русское». Наименьшие показатели коэффициента утилитарности аминокислоты (K_i) имеет триптофан (0,50 – филе «Русское», 0,55 – филе «Острое»). Коэффициенты утилитарности аминокислотного состава (U) в обоих продуктах были одинаковые – 0,77, как и показатель сопоставимой избыточности (G) содержания незаменимых амино-

кислот в белковом компоненте новых продуктов был равен 1.

Выводы. Разработаны новые копчено-запеченные изделия из мяса индейки – филе «Русское» и филе «Острое». Данные продукты обладают высокой биологической ценностью и являются источником полноценного белка животного происхождения.

Результаты исследования отражены в практической реализации при разработке и утверждении нормативной документации на «Продукты из мяса птицы» (ТУ 9213-048-23611999-13).

Литература

- Балябина С.И., Храмова В.Н., Мгебришвили И.В. Анализ эффективности добавления растительных ингредиентов в мясной продукт // Изв. Нижневолж. агрониверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2 (42). – С. 275–281.
- Чиркова О.И. Мясные продукты с растительными ингредиентами для функционального питания // Мясная индустрия. – 2007. – № 1. – С. 43–46.
- Моисеева Н.С., Инербаева А.Т. Исследование биохимического состава продуктов из мяса индейки // Вестн. КрасГАУ. – 2014. – № 8. – С. 207–209.
- Куцова А.Е., Ильина Н.М., Петров А.А. Биологический потенциал мяса индейки в технологии функциональных продуктов питания // Производство и переработка сельскохозяйственной

продукции: менеджмент качества и безопасности: мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2016. – С. 42–46.

Literatura

- Baljabina S.I., Hramova V.N., Mgebrishvili I.V. Analiz effektivnosti dobavlenija rastitel'nyh ingredientov v mjasnoj produkt // Izv. Nizhnevolzh. agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2016. – № 2 (42). – S. 275–281.
- Chirkova O.I. Mjasnye produkty s rastitel'nymi ingredientami dlja funkcional'nogo pitanija // Mjasnaja industrija. – 2007. – № 1. – S. 43–46.
- Moiseeva N.S., Inerbaeva A.T. Issledovanie biohimicheskogo sostava produktov iz mjesa indejki // Vestn. KrasGAU. – 2014. – № 8. – S. 207–209.
- Kucova A.E., Il'ina N.M., Petrov A.A. Biologicheskij potencial mjesa indejki v tehnologii funkcional'nyh produktov pitanija // Proizvodstvo i pererabotka sel'skohozajstvennoj produkci: menedzhment kachestva i bezopasnosti: mat-ly IV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Voronezh, 2016. – S. 42–46.

УДК 637.352

В.А. Ермоляев

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ВАКУУМНАЯ СУШКА КАК СПОСОБ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

V.A. Ermolaev

LOW-TEMPERATURE VACUUM DRYING AS THE METHOD OF DRAINING OF PLANT RAW MATERIALS

Ермоляев В.А. – д-р техн. наук, проф. каф. бизнес-технологий мясных и молочных продуктов, советник ректора по науке Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Цель исследования – определение режимных параметров вакуумной сушки растительного сырья. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: подбор остаточного давления с учетом органолептических показателей и продолжительности процесса сушки; исследование кинетики процесса вакуумной сушки в зависимости от остаточного давления. В результате исследования было установлено следующее. Вакуумную сушку ежевики необходимо проводить при остаточном давлении в камере $4,5 \pm 0,5$ кПа. Эффективная сушка красной смородины протекает при остаточном давлении в камере $6,5 \pm 0,5$ кПа, что

Ermolaev V.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Business Technologies of Meat and Dairy Products, Rector Adviser for Science, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky, Moscow. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

обусловлено более высокой органолептической оценкой по сравнению с другими режимами. Кроме того, удельные энергозатраты при остаточном давлении $6,5 \pm 0,5$ кПа для красной смородины ниже, чем при остаточном давлении $4,5 \pm 0,5$ кПа и составляют $4,5 \text{ кВт}/\text{кг}$ влаги. Малину также эффективно сушить при остаточном давлении $6,5 \pm 0,5$ кПа. По сравнению с сушкой при остаточном давлении $4,5 \pm 0,5$ кПа органолептическая оценка увеличивается на 2 балла, а продолжительность сушки повышается всего на 35 мин. Повышение остаточного давления как для красной смородины, так и для малины не влечет за собой су-

щественного повышения качества сухих ягод. Для земляники эффективное остаточное давление в камере составляет $4,5 \pm 0,5$ кПа, так как при увеличении остаточного давления до $6,5 \pm 0,5$ кПа качественная оценка повышается всего на 1 балл, а время сушки увеличивается на 80 мин. Дальнейшее повышение остаточного давления не ведет к улучшению качественных показателей сухих ягод земляники. Исследована кинетика удаления влаги из растительных продуктов (ягод). Определено, что процесс сушки протекает в три этапа (I – выход на режим, II – постоянной скорости сушки, III – удаления остаточной влаги). Кинетические закономерности удаления влаги при вакуумной сушке полностью согласуются с классическими общепринятыми нормами.

Ключевые слова: вакуумная сушка, обезвоживание, растительное сырье, инфракрасное излучение.

The research objective was the determination of regime parameters of vacuum drying of vegetable raw materials. For the achievement of the goal the following tasks were defined: the selection of residual pressure taking into account organoleptic indicators and the duration of the process of drying; the research of kinetics of the process of vacuum drying depending on residual pressure. As a result of the research the following was established. Vacuum drying of blackberry needs to be carried out with residual pressure in the camera equal to 4.5 ± 0.5 of kPa. Effective drying of red currant proceeds with residual pressure in the camera equal to 6.5 ± 0.5 of kPa caused by higher organoleptic assessment in comparison with other modes. Besides, specific energy consumption with residual pressure of 6.5 ± 0.5 kPa for red currant is lower, than with residual pressure equal to 4.5 ± 0.5 kPa and makes 4.5 kW/kg of moisture. Also effectively to dry raspberry with residual pressure equal to 6.5 ± 0.5 kPa. In comparison with drying with residual pressure of 4.5 ± 0.5 kPa the organoleptic assessment increases by 2 points, and the duration of drying increases for only 35 min. The increase of residual pressure both for red currant, and for raspberry does not involve essential improvement of the quality of dry berries. For wild strawberry effective residual pressure in a chamber makes 4.5 ± 0.5 kPa as at the increase in residual pressure to 6.5 ± 0.5 kPa quality standard increases by only 1 point, and the time of drying increases for 80 minutes. Further increase of residual pressure does not lead to the improvement of quality indicators of dry berries of wild strawberry. The kinetics of removal of moisture from vegetable products (berries) is investigated. It is defined that the process of drying proceeds in three stages (I – an exit to the mode, II – constant speed of drying, III – the removal of residual moisture). Kinetic regularities of removal of moisture at vacuum

drying will completely be coordinated with the classical standard norms.

Keywords: vacuum drying, dehydration, vegetable raw materials, infrared radiation.

Введение. Поиск эффективных способов сбережения пищевых продуктов был одной из важнейших задач, стоящих перед человеком на протяжении всей его истории. Проблема максимального продления срока хранения пищевого сырья без потери его качества не утратила своей актуальности и по сей день.

Среди всех существующих способов обеспечения длительной сохранности продуктов животного и растительного происхождения, разработанных человечеством, сушка занимает особое место. Одним из основных преимуществ данного способа заключается в том, что обезвоженные продукты требуют меньше затрат при транспортировке и хранении [3]. Другим достоинством такого метода консервирования является существенное повышение концентрации сухих веществ, что переводит многие сухие продукты в группу функциональных [1, 2].

Основным направлением совершенствования методов сушки является использование комбинированных способов подвода теплоты, а также разработка щадящих технологий, позволяющих свести к минимуму потери качества продукта в процессе обезвоживания [5]. С этой точки зрения достаточно большие перспективы показывает вакуумная сушка. Данный метод основан на том, что при понижении давления ниже атмосферного, но выше тройной точки воды снижается также температура кипения влаги, содержащейся в продукте. Это позволяет проводить процесс при относительно невысоких температурах и соответственно исключить негативное термическое воздействие на термолабильные вещества продукта [6, 7].

При таких режимах степень сохранности биологически-активных веществ может достигать 90 % [1]. Процесс вакуумной инфракрасной сушки является также более экономичным с точки зрения энергозатрат, поскольку отсутствуют потери тепла с уходящим воздухом.

Цель исследования: определение режимных параметров вакуумной сушки растительного сырья.

Для достижение поставленной цели были определены следующие **задачи**: подбор остаточного давления с учетом органолептических показателей и продолжительности процесса сушки; исследование кинетики процесса вакуумной сушки в зависимости от остаточного давления.

Объекты и методы исследования. Исследование процессов сушки производили на вакуумной сушильной установке. В использованной установке было испытано 2 схемы расположения инфракрасных ламп – с верхним и радиальным размещением (рис. 1).

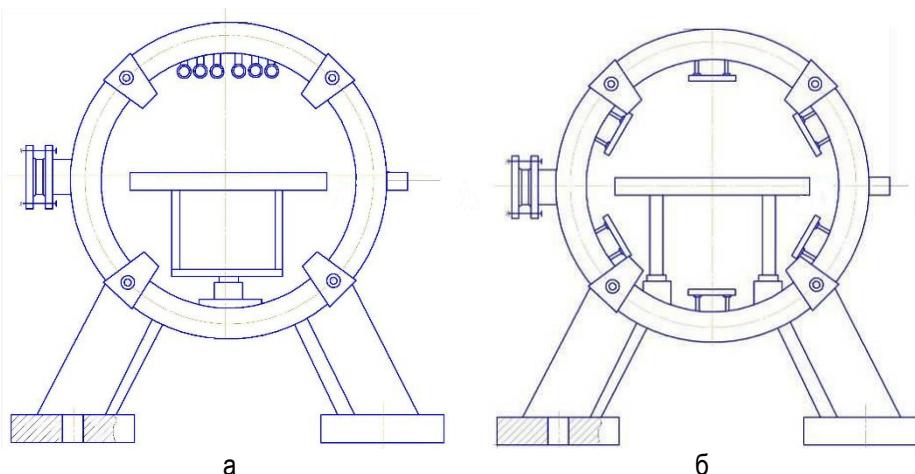


Рис. 1. Схема сушильной камеры с верхним (а) и радиальным (б) расположением инфракрасных ламп

Схема с радиальным расположением инфракрасных ламп обеспечивает более равномерный прогрев продукта по сравнению со схемой с верхним расположением ламп. Этот эффект проявляется тем сильнее, чем больше геометрические размеры обезвоживаемого продукта.

Стоит также сказать о способах подвода теплоты инфракрасных излучателей. Были проведены многочисленные исследования по сравнению ступенчатого и импульсного способов подвода теплоты [4]. Импульсный способ подвода теплоты создает благоприятные условия для интенсификации внутреннего и внешнего тепломассообмена и дает возможность избежать перегрева продукта, а также сократить энергетические затраты на осуществление процесса.

Вакуумная сушка может с успехом использовать-ся для консервирования растительного сырья, например ягод. Актуальность применения данного спо-соба сушки обусловлена спецификой климатических условий нашей страны, что ограничивает потребление ягод круглый год. Вакуумная сушка позволяет избежать вышеуказанного недостатка, а обезвожен-ные ягоды могут направляться на реализацию как самостоятельный продукт либо подвергаться измельчению для добавления в другие продукты – молоч-ные, хлебобулочные, кондитерские и т. д.

Биологическая ценность ягод состоит не столько в ее энергетической ценности, сколько в высоком содержании различного рода микронутриентов: минеральных и пектиновых веществ, витаминов, неза-менимых аминокислот и т. д. (табл. 1).

Таблица 1
Содержание некоторых витаминов в плодах и ягодах, мг%

Ягода	Аскорбиновая кислота	Каротин	Ниацин	Рибофлавин	Тиамин
Брусника	15	0,1	-	-	-
Земляника	60	0,03	0,3	0,05	0,06
Калина	70	Следы	0,002	0,003	0,001
Клубника	60	Следы	0,03	0,06	0,03
Малина	30	0,3	0,3	0,07	0,02
Облепиха	200	10	0,6	0,05	0,1
Рябина	50	8	0,003	0,002	0,005
Смородина красная	30	0,2	0,2	0,03	0,01
Смородина черная	300	0,7	0,3	0,02	0,02

Результаты исследования. Эффективность ва-куумной сушки ягод во многом зависит от технологи-ческих режимов, к числу которых можно отнести температуру нагрева, остаточное давление, плот-ность теплового потока [8, 9].

Рассмотрим более подробно влияние данных параметров. На рисунке 2 приведены графики зави-

симости относительной массы красной смородины, температуры на поверхности и в центре продукта от продолжительности вакуумной сушки при различных температурах в камере. Остаточное давление при этом составляло $4,5 \pm 0,5$ кПа, плотность теплового потока была равна $5,0 \pm 0,3$ кВт/м².

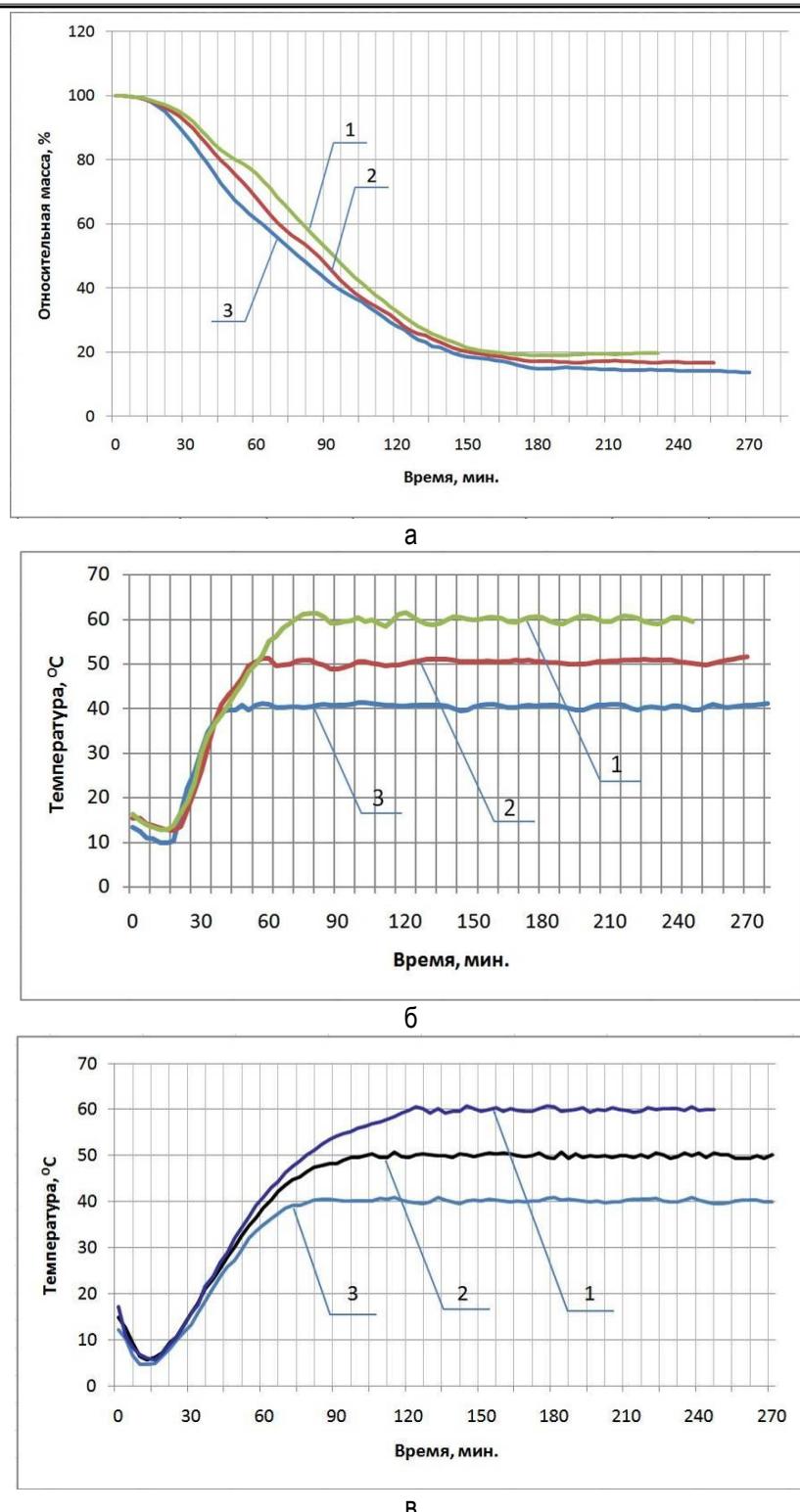


Рис. 2. Графики изменения относительной массы смородины (а) и температуры на поверхности (б) и в толще (в) при температурах в камере: 1 – 40 °С; 2 – 50 °С; 3 – 60 °С.

В данном случае температуру варьировали от 40 до 60 °С. Сушка при более высокой температуре нецелесообразна ввиду существенного воздействия высоких температур на биологически-активные компоненты продукта.

В течение первых 15 мин сушильная установка выходит на рабочий режим. При этом вначале запускается холодильная машина и вакуум-насос, понижающий давление в рабочей камере от атмосферного до установленного значения – в данном случае $4,5 \pm 0,5$ кПа. Инфракрасные лампы выключены. На первом

этапе происходит удаление влаги, находящейся в макрокапиллярах продукта. В данный период сушки относительная масса ягоды меняется незначительно – от 100 до 95–97 %. За счет снижения давления в рабочей камере температура на поверхности и в центре ягоды резко снижается в среднем на 10 градусов. Продолжительность первого этапа сушки составляет около 15–20 мин.

Далее включаются инфракрасные лампы и наступает второй этап, в течение которого наблюдается постоянная скорость удаления влаги. На данном этапе происходит удаление основной части влаги в продукте – осмотически – связанной влаги и влаги в микрокапиллярах.

В опытах с температурой в камере 60 °С второй этап завершился спустя 125 мин после начала процесса сушки. К этому времени относительная масса красной смородины составила 36 % от первоначального значения. При данном режиме температура на поверхности продукта достигает 60 °С через 70 мин после начала сушки. Толща ягоды при этом прогревается лишь через 120 мин после начала сушки. Таким образом, продолжительность второго периода составила 95 мин.

В случае, когда температура в камере составляла 50 °С, скорость удаления влаги стала понижаться спустя 135 мин от начала процесса сушки. По завершении второго этапа относительная масса крас-

ной смородины составила 28 %. Температура на поверхности ягоды достигла 50 °С через 50 мин, а температура в толще – спустя 95 мин после начала процесса сушки. Продолжительность второго этапа вакуумной сушки составила 115 мин.

В опыте, когда температура в камере была установлена в 40 °С, второй этап завершился спустя 150 мин после начала процесса сушки. Относительная масса к тому моменту составила 22 % от первоначального значения. Температура на поверхности ягоды достигла установленного значения спустя 40 мин после начала процесса сушки, в толще – через 75 мин.

На третьем этапе происходит удаление влаги моно- и полимолекулярной адсорбции. Данный вид связи является наиболее прочным и в процессе сушки удаляется крайне медленно. При температурах в камере 40, 50 и 60 °С продолжительность третьего этапа составила 77, 95 и 123 мин. К концу процесса сушки относительная масса сухой ягоды составила 18, 17 и 14 % соответственно.

В таблице 2 приведена продолжительность вакуумной сушки и содержание влаги всех исследуемых ягод.

Для анализа влияния температуры на качество продукта проводилась органолептическая оценка сухих ягод по методике, представленной в таблице 3.

Показатели вакуумной сушки дикорастущих ягод при подборе температуры

Температура сушки, °С	Вид ягоды			
	Земляника	Красная смородина	Ежевика	Малина
Продолжительность сушки, мин				
40	265	270	265	275
50	230	230	240	235
60	190	200	190	195
Содержание влаги в сухой ягоде, %				
40	7,3	8,9	8,1	7,8
50	5,8	6,5	6,2	6,4
60	4,3	4,5	4,4	4,5

Таблица 3

Методика органолептической оценки сухих ягод

Показатель	Оценка	Скидка
1	2	3
Запах:	15-балльная шкала	
хорошо выраженный	15–12	0–3
слабый	11–6	4–9
несвежий	7–4	8–11
затхлый	3–0	12–15

Окончание табл. 3

1	2	3
Консистенция:		
однородная	15–12	0–3
ягоды разной степени сухости	11–6	4–9
наличие слипшейся массы	7–4	8–11
наличие пригара	3–0	12–15
Цвет:		
равномерный	10–6	0–4
неравномерный	5–0	5–10

При определении эффективной температуры сушки ягод учитывались такие факторы, как продолжительность обезвоживания, содержание влаги в сухом продукте и органолептическая оценка. Повышение температуры нагрева, с одной стороны, влечет за собой сокращение продолжительности вакуумной сушки, с другой стороны – к ухудшению качественных показателей готового продукта. По результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что эффективная температура сушки равна 50 °С. Продолжительность сушки при данном режиме составляет 230–240 мин, а органолептическая оценка равна 33–34 балла из 40. При более высокой температуре наблюдается существенное ухудшение качества продукта, а при более низкой температуре – повышение продолжительности обезвоживания.

Далее рассмотрим влияние остаточного давления на процесс вакуумной сушки ягод. Опыты проводили при значениях данного параметра 4,5±0,5 кПа; 6,5±0,5 кПа и 8,5±0,5 кПа. Температура сушки при этом составляла 50 °С, плотность теплового потока – 5,0±0,3 кВт/м².

Установлено, что повышение остаточного давления снижает интенсивность удаления влаги. Спустя 30 мин после начала процесса сушки, когда произошел выход установки на рабочий режим, относительная масса ежевики при остаточном давлении 4,5±0,5 кПа составляла 95,6 %, а при остаточном давлении 6,5±0,5 и 8,5±0,5 кПа соответственно 98,5 и 98,9 %. При остаточном давлении 4,5±0,5 кПа период постоянной скорости сушки наступает через 40 мин, в то время как при остаточном давлении 6,5±0,5 и 8,5±0,5 кПа – спустя 60 и 80 мин соответственно. Длительность второго этапа вакуумной сушки при всех значениях остаточного давления приблизительно одинакова и составляет 110–120 мин.

Продолжительность третьего этапа при остаточном давлении 4,5±0,5 кПа составила около 80 мин. К концу данного этапа относительная масса высушенной ежевики составила 16 % от первоначального значения. В случае, когда остаточное давление было равно 6,5±0,5 кПа, длительность третьего этапа

обезвоживания составила 125 мин, а относительная масса продукта в конце сушки была равна 17,2 %.

При остаточном давлении 8,5±0,5 наблюдается схожая продолжительность третьего этапа, которая составила 134 мин. Относительная масса высушенной ежевики при этом составила 17,6 %.

Выводы. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Вакуумную сушку ежевики необходимо проводить при остаточном давлении в камере 4,5±0,5 кПа. Эффективная сушка красной смородины протекает при остаточном давлении в камере 6,5±0,5 кПа, что обусловлено более высокой органолептической оценкой по сравнению с другими режимами. Кроме того, удельные энергозатраты при остаточном давлении 6,5±0,5 кПа для красной смородины ниже, чем при остаточном давлении 4,5±0,5 кПа, и составляют 4,5 кВт/кг влаги. Малину также эффективно сушить при остаточном давлении 6,5±0,5 кПа. По сравнению с сушкой при остаточном давлении 4,5±0,5 кПа органолептическая оценка увеличивается на 2 балла, а продолжительность сушки повышается всего на 35 мин. Повышение остаточного давления как для красной смородины, так и для малины не влечет за собой существенного повышения качества сухих ягод. Для земляники эффективное остаточное давление в камере составляет 4,5±0,5 кПа, так как при увеличении остаточного давления до 6,5±0,5 кПа качественная оценка повышается всего на 1 балл, а время сушки увеличивается на 80 мин. Дальнейшее повышение остаточного давления не ведет к улучшению качественных показателей сухих ягод земляники.

Исследована кинетика удаления влаги из растительных продуктов (ягод). Определено, что процесс сушки протекает в три этапа (I – выход на режим, II – постоянной скорости сушки, III – удаления остаточной влаги). Кинетические закономерности удаления влаги при вакуумной сушке полностью согласуются с классическими общепринятыми нормами.

Литература

1. Атаназевич В.И. Сушка пищевых продуктов. – М.: ДeЛи, 2000. – 295 с.
2. Спирчев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами: наука и технология. – Новосибирск, 2005. – 548 с.
3. Ратникова Л.Б., Влощинский П.Е., Широченко Г.И. и др. Вакуумная инфракрасная сушка – технология щадящей переработки растительного и животного сырья // Вестн. Сибир. ун-та потребительской кооперации. – 2012. – № 1(2). – С. 96–101.
4. Ермолаев В.А. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологии сухого сырного продукта: дис. ... д-ра техн. наук. – Кемерово, 2013. – 466 с.
5. Жашков А.А. Научное обеспечение процесса вакуумной сушки измельченных плодов аронии черноплодной с комбинированным кондуктивно-радиационным энергоподводом: дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2010. – 207 с.
6. Кушевский И.В. Исследование и разработка технологии вакуумной сушки рассольных сыров: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2011. – 142 с.
7. Ермолаев В.А., Захаров С.А. Теоретическое обоснование основ консервирования сушкой и практическая реализация технологии вакуумной сушки творога. – Кемерово, 2009. – 176 с.
8. Ермолаев В.А. Исследование влияния остаточного давления на вакуумную сушку сыров // Вакуумная техника и технология. – 2010. – Т. 20, № 4. – С. 249–254.
9. Маматов Ш.М. Влияние температуры на изменение влаги при сушке картофеля в ик вакуумной сушильной установке // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 5. – С. 74–76.

Literatura

1. Atanazovich V.I. Sushka pishhevyh produktov. – M.: DeLi, 2000. – 295 s.
2. Spirichev V.B., Shatnjuk L.N., Poznjakovskij V.M. Obogashchenie pishhevyh produktov vitamininami i mineral'nyimi veshhestvami: nauka i tehnologija. – Novosibirsk, 2005. – 548 s.
3. Ratnikova L.B., Vloshhinskij P.E., Shirochenko G.I. i dr. Vakuumnaja infrakrasnaja sushka – tehnologija shhadjashhej pererabotki rastitel'nogo i zhivotnogo syr'ja // Vestn. Sibir. un-ta potrebitel'skoj kooperacii. – 2012. – № 1(2). – S. 96–101.
4. Ermolaev V.A. Teoreticheskoe obosnovanie i prakticheskaja realizacija tehnologii suhogo synogo produkta: dis. ... d-ra tehn. nauk. – Kemerovo, 2013. – 466 s.
5. Zhashkov A.A. Nauchnoe obespechenie processa vakuumnoj sushki izmel'chennyh plodov aronii chernoplodnoj s kombinirovannym konduktivno-radiacionnym jenergopodvodom: dis. ... kand. tehn. nauk. – Voronezh, 2010. – 207 s.
6. Kushevskij I.V. Issledovanie i razrabotka tehnologii vakuumnoj sushki rassol'nyh syrov: dis. ... kand. tehn. nauk. – Kemerovo, 2011. – 142 s.
7. Ermolaev V.A., Zaharov S.A. Teoreticheskoe obosnovanie osnov konservirovaniya sushkoj i prakticheskaja realizacija tehnologii vakuumnoj sushki tvoroga. – Kemerovo, 2009. – 176 s.
8. Ermolaev V.A. Issledovanie vlijanija ostatochnogo davlenija na vakuumnuju sushku syrov // Vakuumnaja tehnika i tehnologija. – 2010. – T. 20, № 4. – S. 249–254.
9. Mamatov Sh.M. Vlijanie temperatury na izmenenie vlagi pri sushke kartofela v ik vakuumnoj sushil'noj ustanovke // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2013. – № 5. – S. 74–76.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СОХРАНЯЕМОСТЬ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

I.V. Sobol'

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PROCESSING ON THE PERSISTENCE OF PECTIN SUBSTANCES OF VEGETABLE RAW MATERIALS

Соболь И.В. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар. E-mail: iv-sobol@mail.ru

Цель исследования – изучение эффективности применения технологической обработки на сохраняемость пектиновых веществ растительного сырья. Задачи исследования: определение содержания пектиновых веществ в свежеубранных корзинках-соцветиях подсолнечника после обмолота и в течение хранения; определение активности пектолитических ферментов в свежем сырье и в течение хранения; изучение влияния технологической обработки на активность пектолитических ферментов и выход пектиновых веществ в процессе хранения. Объектами исследования служили пять сортов подсолнечника, районированных и наиболее распространенных на территории Краснодарского края: Флагман, Юбилейный, Передовик, Кондитерский, Лидер. Для определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье использовали кальций-пектатный метод, активность пектинэстеразы определяли с помощью потенциометрического метода, для определения активности полигалактуроназы использовали титриметрический метод, выход пектиновых веществ определяли спиртоосаждением. В корзинках-соцветиях подсолнечника сразу после уборки и обмолота и далее после 12 и 24 месяцев хранения определяли массовую долю пектиновых веществ. Хранение осуществляли при 15–20 °C, влажности воздуха 70 %, в темном, сухом помещении. Проведенные исследования показали следующее: свежеубранные корзинки-соцветия подсолнечника необходимо подвергать обработке при температуре 100 °C в течение 2 ч; хранение корзинок-соцветий подсолнечника целесообразно осуществлять в закрытых хранилищах при относительной влажности воздуха не более 70 %. Повышение относительной влажности воздуха нежелательно, так как это способствует увлажнению корзинок-соцветий подсолнечника и развитию плесени и других микроорганизмов, что резко снижает каче-

Sobol I.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technologies of Storage and Processing of Crop Production, Kuban State Agricultural University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. E-mail: iv-sobol@mail.ru

ство пектинсодержащего сырья; хранение корзинок-соцветий подсолнечника, подвергнутых термической обработке, возможно в течение 12–24 месяцев в соответствующих условиях без изменения массовой доли пектиновых веществ.

Ключевые слова: растительное сырье, корзинки-соцветия подсолнечника, пектиновые вещества, пектолитические ферменты, технологическая обработка.

The research objective was studying the efficiency of application of technological processing on keeping of pectinaceous substances of vegetable raw materials. The research problems were the definition of the content of pectinaceous substances in freshly harvested baskets inflorescences of sunflower after the thresh and during storage; the determination of activity of pectinolytic enzymes in fresh raw materials and during storage; studying the influence of technological processing on the activity of pectinolytic enzymes and an exit of pectinaceous substances in the course of storage. As objects of research five varieties of sunflower zoned and most extended to the territories of Krasnodar Region served: Leader, Anniversary, Leader, Confectionery, Leader. For the definition of mass fraction of pectin substances in vegetable raw materials calcium-pectat method was used, the activity of pectinesterase by electrometric method was defined, for the determination of activity of a poligalacturonase a titrimetric method was used, an exit of pectinaceous substances by alcohol precipitation was determined. In sunflower hearts right after cleaning and the thresh and further after 12 and 24 months of storage defined mass fraction of pectinaceous substances. Storage was carried out at 15–20 °C, the humidity of air of 70 %, in the dark, dry room. Conducted researches showed the following: freshly harvested sunflower hearts need to be subjected to processing at the temperature of 100 °C during 2 h; the storage of sunflower hearts is expedient to carry out

in closed storages at relative humidity of air no more than 70 %. The increase of relative humidity of air is undesirable as it promotes the moistening of sunflower hearts and mold and other microorganisms development that sharply reduces quality of pectin containing raw materials; storage of the development subjected to heat treatment is possible within 12–24 months in due conditions without change of mass fraction of pectin substances.

Keywords: plant-based materials, sunflower hearts, pectin substances, pectinolytic enzymes, processing procedure

Введение. В растительном сырье после переработки остается значительное количество ценных биологически активных веществ, которые можно извлечь путем вторичной переработки. Сохранность этих веществ напрямую зависит от условий хранения сырья. В растительном сырье активно протекают биологические процессы окисления и расщепления различных веществ. Эти процессы интенсифицируются под действием температуры и повышенной влажности сырья.

Пектиновые вещества относятся к группе пищевых волокон и являются ценными функциональными ингредиентами, присутствие которых в пищевых продуктах способствует улучшению состояния здоровья. Пектиновые вещества снижают уровень холестерина в крови, выводят из организма тяжелые металлы, радионуклиды, снижают токсичность антибиотиков, пролонгируют действие лекарственных препаратов [1–3].

Пектиновые вещества используются в напитках, хлебобулочных и кондитерских изделиях, молочных и мясных продуктах. Важным фактором использования пектиновых веществ является их натуральность и полная безвредность для организма.

Ценным сырьем для производства пектина являются яблочные выжимки, корзинки-соцветия подсолнечника, цитрусовые выжимки и свекловичный жом.

Корзинки-соцветия подсолнечника как пектиносодержащее сырье могут использоваться сразу после обмолота или в течение хранения. В сухих, хорошо проветриваемых помещениях, они могут храниться без изменения органолептических показателей несколько месяцев.

Однако в состав корзинок-соцветий подсолнечника входят разнообразные вещества, которые проявляют достаточно высокую активность в процессе хранения, за счет чего содержание пектиновых веществ в течение всего срока хранения может достаточно сильно изменяться [4].

С целью изучения кинетики изменения содержания пектиновых веществ в процессе хранения подсолнеч-

ного сырья, проведены исследования по изучению активности пектолитических ферментов [5, 2, 6].

Согласно литературным данным, корзинки-соцветия подсолнечника содержат разнообразные ферменты, в том числе и пектолитические, под влиянием которых пектиновые вещества претерпевают различные превращения [7, 5, 8]. К таким пектолитическим ферментам относятся полигалактуроназа (ПГ) и пектинэстераза (ПЭ). Полигалактуроназа катализирует расщепление фрагментов полигалактуроновой кислоты. Расщеплению при этом подвергаются внутренние полимерные связи. При этом наиболее активно расщепление происходит для низкоэтерифицированных пектинов (свекловичного, подсолнечного и др.).

Пектинэстераза катализирует отщепление метильных групп от полиметилгалактуроновой кислоты. Пектинэстераза деэтерифицирует пектины на 60–70 % [7].

Следовательно, срок хранения растительного сырья и массовая доля пектиновых веществ в сырье находятся в прямой зависимости от активности перечисленных ферментов.

Цель исследования: изучение эффективности применения технологической обработки на сохранность пектиновых веществ растительного сырья.

Задачи исследования:

- изучить содержание пектиновых веществ в свежеубранных корзинках-соцветиях подсолнечника после обмолота и в течение хранения;
- определить активность пектолитических ферментов в свежем сырье и в течение хранения;
- изучить влияние технологической обработки на активность пектолитических ферментов и выход пектиновых веществ в процессе хранения.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили пять сортов подсолнечника, районированных и наиболее распространенных на территории Краснодарского края: Флагман, Юбилейный, Передовик, Кондитерский, Лидер.

Для определения массовой доли пектиновых веществ в растительном сырье использовали кальций-пектатный метод [6], активность пектинэстеразы определяли с помощью потенциометрического метода [5], для определения активности полигалактуроназы использовали титриметрический метод [5], выход пектиновых веществ определяли спиртоосаждением [6].

Результаты исследования и их обсуждение.

В корзинках-соцветиях подсолнечника сразу после уборки и обмолота и далее после 12 и 24 месяцев хранения определяли массовую долю пектиновых веществ. Хранение осуществляли при 15–20 °C, влажности воздуха 70 %, в темном, сухом помещении. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

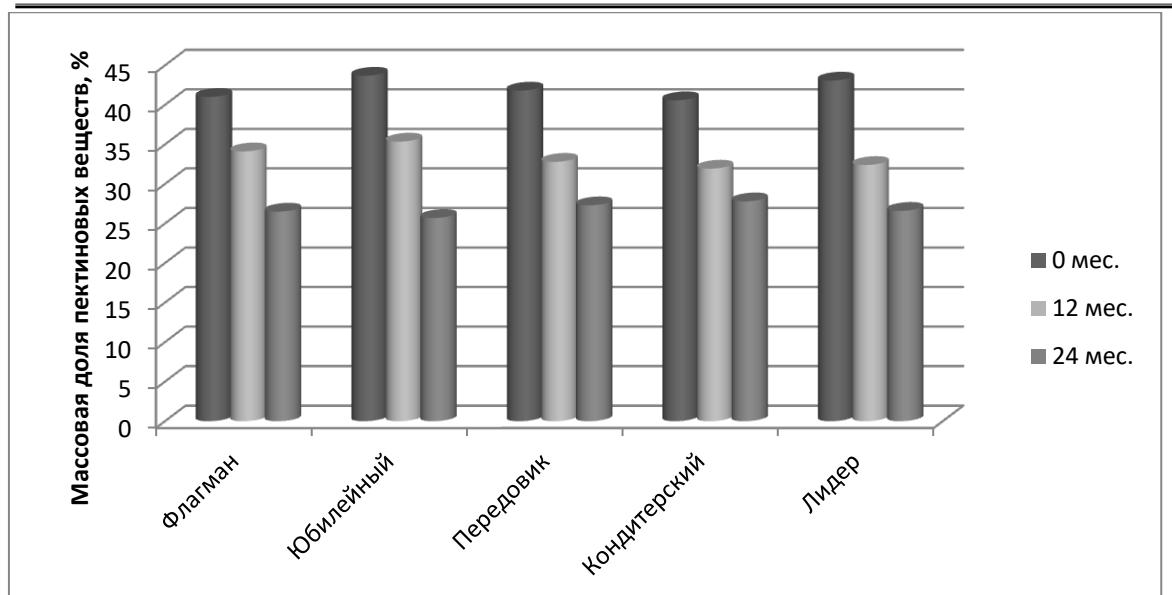


Рис. 1. Изменение массовой доли пектиновых веществ в течение хранения

Результаты исследования, представленные на рисунке 1, характеризуют значительное изменение массовой доли пектиновых веществ в течение 24 месяцев хранения. В начале хранения массовая доля пектиновых веществ изменялась от 40,59 % (сорт Кондитерский) до 43,69 % (сорт Юбилейный) и составила в среднем 42,04 %. Через 12 месяцев хранения показатель снизился в 3 раза (в среднем), а через 24 месяца хранения – снизился до 26,8 % (в среднем). Таким образом, при хранении подсолнечного сырья наблюдается значительное снижение

массовой доли пектиновых веществ, которое, вероятно, связано с активностью пектолитических ферментов сырья.

Чтобы подтвердить выдвиннутое предположение, были проведены исследования по определению активности пектолитических ферментов в сырье.

Активность пектолитических ферментов – полигалактуроназы и пектинэстеразы определяли сразу после уборки и обмолота корзинок-соцветий подсолнечника, затем после 12 и 24 месяцев хранения. Данные исследований представлены на рисунках 2, 3.

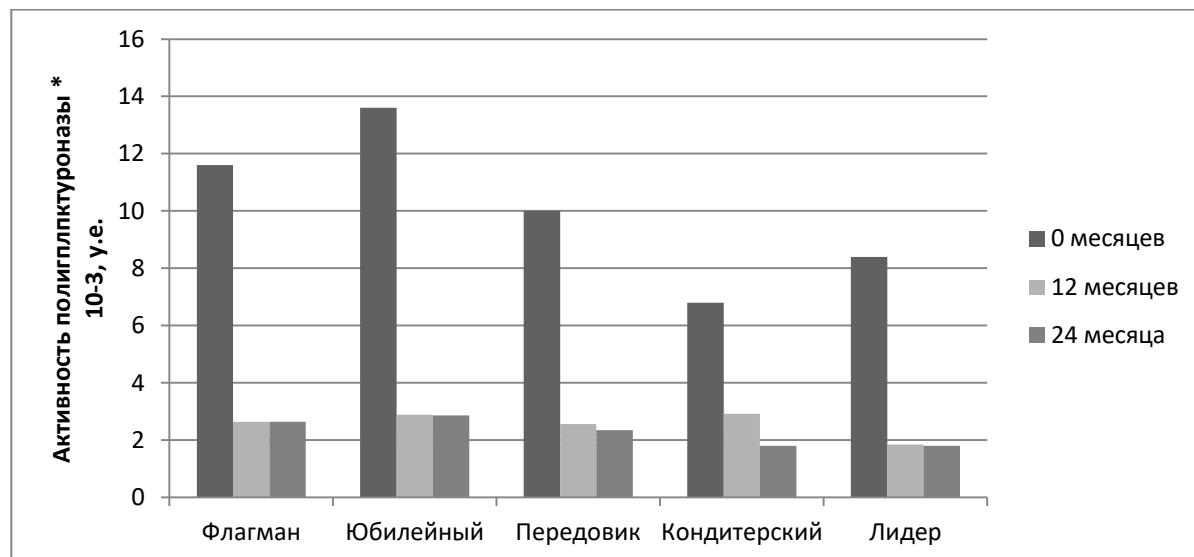


Рис. 2. Изменение активности полигалактуроназы в процессе хранения растительного сырья

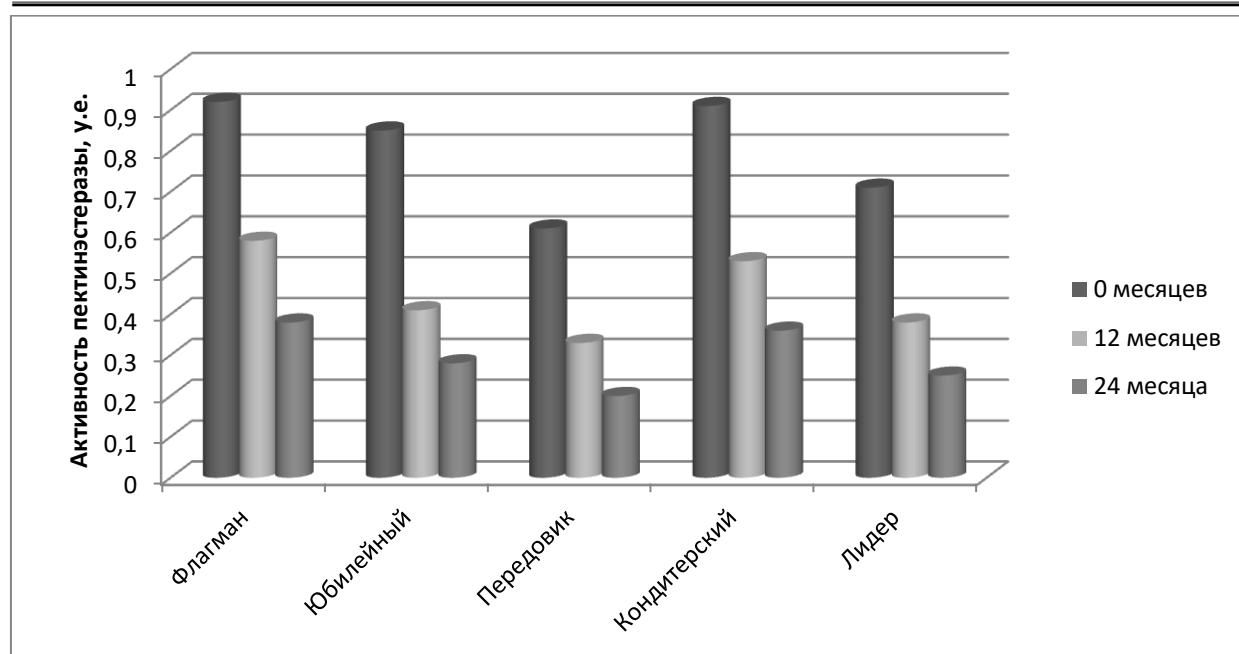


Рис. 3. Изменение активности пектинэстеразы в процессе хранения растительного сырья

Результаты исследований, представленные на рисунках 2, 3, показывают, что активность пектолитических ферментов является наиболее высокой у свежеубранного подсолнечного сырья. В зависимости от сорта подсолнечника она изменяется в пределах $6,8 \times 10^{-5} \dots 13,6 \times 10^{-5}$ у. е. для полигалактуроназы и в пределах 0,61...0,92 у.е. для пектинэстеразы. В процессе хранения активность ферментов снижается. Так, через 12 месяцев хранения активность ферментов уменьшается примерно в 5 раз у полигалактуроназы ($1,84 \times 10^{-5} \dots 2,92 \times 10^{-5}$ у. е.) и в 2 раза у пектинэстеразы (0,2...0,53 у. е.).

Дальнейшее хранение корзинок-соцветий подсолнечника (до 24 месяцев) практически не изменяет активность полигалактуроназы. Она находится примерно на уровне, достигнутом после 12 месяцев хранения. Массовая доля пектиновых веществ практически не изменяется.

Активность пектинэстеразы при этом продолжает изменяться. Снижение активности пектинэстеразы продолжается в течение всего срока хранения корзинок-соцветий подсолнечника – 24 мес. и достигает 0,25–0,91 у. е.

Таким образом, пектинэстераза, имеющая более высокую активность, оказывает большее разруши-

тельное действие на пектиновые вещества, чем полигалактуроназа, что подтверждается полученными данными и результатами, представленными на рисунке 1.

Результаты экспериментальных исследований доказывают необходимость дополнительной обработки корзинок-соцветий подсолнечника для инактивации пектолитических ферментов и сохранения массовой доли пектиновых веществ на первоначальном уровне.

Для сохранения массовой доли пектиновых веществ на первоначальном уровне необходимо инактивировать действие пектолитических ферментов.

С целью инактивации пектолитических ферментов проводили термическую обработку измельченных корзинок-соцветий подсолнечника. Корзинки-соцветия подсолнечника прогревали при температуре 80–120 °C в течение 1–2 ч, поскольку температура полной инактивации ферментов колеблется от 80 °C и выше. Фактором технологического контроля служил выход пектиновых веществ из растительного сырья.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Влияние температуры и продолжительности термической обработки на активность пектолитических ферментов

Температура, °С	Продолжительность, ч	Активность пектолитических ферментов, у.е.		Выход пектиновых веществ, %
		ПГ×10 ⁻⁵	ПЭ	
20 (контроль)	-	11,6	0,92	11,8
80	1,0	Следы	Следы	15,6
80	2,0	Следы	Следы	16,7
80	3,0	Следы	Следы	18,0
100	1,0	Следы	Следы	19,8
100	2,0	0	0	20,4
100	3,0	0	0	21,1
120	1,0	0	0	19,7
120	2,0	0	0	18,3
120	3,0	0	0	16,5

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что под влиянием высокой температуры (100 °C), в течение определенного времени (3 часа), пектолитические ферменты полностью инактивируются. Это положительно отражается на выходе пектиновых веществ, который при этом повышается до наибольшего значения (21,1 %). Повышение температуры до 120 °C и выдержка при этой температуре подсолнечного сырья приводят к снижению выхода пектиновых веществ. Это объясняется термической деградацией пектиновых веществ.

Исследование активности ферментов в обработанном сырье после 24 мес. хранения показали, что сырье после термической обработки сохраняет первоначальное содержание пектиновых веществ, активность ферментов в этом случае равна нулю.

Выводы. Таким образом, проведенное исследование показало следующее:

- свежеубранные корзинки-соцветия подсолнечника необходимо подвергать обработке при температуре 100 °C в течение 2 часов;

- хранение корзинок-соцветий подсолнечника целесообразно осуществлять в закрытых хранилищах при относительной влажности воздуха не более 70 %. Повышение относительной влажности воздуха нежелательно, так как это способствует увлажнению корзинок-соцветий подсолнечника и развитию плесени и других микроорганизмов, что резко снижает качество пектинсодержащего сырья;

- хранение корзинок-соцветий подсолнечника, подвергнутых термической обработке, возможно в течение 12–24 месяцев в соответствующих условиях без изменения массовой доли пектиновых веществ.

Литература

1. Типсина Н.Н., Присухина Н.В., Машанов А.И. и др. Возможность использования пектинового экстракта в производстве хлеба // Вестн. КрасГАУ. – 2018. – № 3. – С. 168–171.
2. Родионова Л.Я., Донченко Л.В., Соболь И.В. и др. Биохимические особенности пектиновых веществ дикорастущего растительного сырья // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 53. – С. 241–248.
3. Родионова Л.Я., Соболь И.В., Степовой А.В. Научные основы конструирования функциональных пектиносодержащих сухих продуктов целевого назначения // Новые технологии. – 2010. – № 2. – С. 73–77.
4. Родионова Л.Я., Донченко Л.В., Соболь И.В. и др. Расширение классификации пектиносодержащего сырья // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 52. – С. 199–206.
5. Методы биохимического исследования растений / под ред. П.И. Ермакова. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
6. Нелина В.В., Донченко Л.В., Карпович Н.С. и др. Методы контроля в пектиновом производстве. – Киев, 1992. – 114 с.
7. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. – М.: ДeЛи прнт, 2002. – 336 с.
8. Демиденко Г.А., Чепелев Н.И., Типсина Н.Н. и др. Влияние термической обработки на безопасность овощной продукции // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 5. – С. 135–140.

Literatura

1. *Tipsina N.N., Prisuhina N.V., Mashanov A.I. i dr. Vozmozhnost' ispol'zovaniya pektinovogo jekstrakta v proizvodstve hleba // Vestn. KrasGAU. – 2018. – № 3. – S. 168–171.*
2. *Rodionova L.Ja., Donchenko L.V., Sobol' I.V. i dr. Biohimicheskie osobennosti pektinovyh veshhestv dikorastushhego rastitel'nogo syr'ja // Tr. Kuban. gos. agrar. un-ta. – 2015. – № 53. – S. 241–248.*
3. *Rodionova L.Ja., Sobol' I.V., Stepovoj A.V. Nauchnye osnovy konstruirovaniya funktsional'nyh pektinosoderzhashhih suhih produktov celevogo naznachenija // Novye tehnologii. – 2010. – № 2. – S. 73–77.*
4. *Rodionova L.Ja., Donchenko L.V., Sobol' I.V. i dr. Rasshirenie klassifikacii pektinosoderzhashhego syr'ja // Tr. Kuban. gos. agrar. un-ta. – 2015. – № 52. – S. 199–206.*
5. *Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij / pod red. P.I. Ermakova. – L.: Kolos, 1972. – 456 s.*
6. *Nelina V.V., Donchenko L.V., Karovich N.S. i dr. Metody kontrolja v pektinovom proizvodstve. – Kiev, 1992. – 114 s.*
7. *Kisluhina O.V. Fermenty v proizvodstve pishchi i kormov. – M.: DeLi print, 2002. – 336 s.*
8. *Demidenko G.A., Chepelev N.I., Tipsina N.N. i dr. Vlijanie termicheskoy obrabotki na bezopasnost' ovoshchnoj produkci // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 5. – S. 135–140.*

УДК 664.6./7

М.А. Янова, Е.Н. Олейникова, Н.И. Пыжикова

ЗНАЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ДЛЯ МУКОМОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

M.A. Yanova, E.N. Oleynikova, N.I. Pyzhikova

THE IMPORTANCE OF GRAIN QUALITY FOR FLOUR-GRINDING ENTERPRISES OF KRASNOYARSK REGION

Янова М.А. – канд. с.-х. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

Олейникова Е.Н. – гл. специалист отдела управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ovn@kgau.ru

Пыжикова Н.И. – д-р экон. наук, проф., ректор Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Yanova M.A. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of Agrarian and Industrial Complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova .m@mail.ru

Oleynikova E.N. – Chief Specialist, Department of Management of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ovn@kgau.ru

Pyzhikova N.I. – Dr. Econ. Sci., Prof., Rector, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

В статье представлены результаты проведенного исследования, направленного на изучение структуры формирования качества зерна пшеницы с учетом его дальнейшего использования на мукомольных предприятиях Красноярского края. В ходе проведения анализа обработаны статистические показатели производства зерна по группам районов (зонам) Красноярского края 2013–2017 гг. Установлено, что более 45 % произведенной пшеницы приходится на районы Западной зоны, районы Восточной зоны обеспечивают более 29 % собранного урожая пшеницы в крае. В общем объеме зерна на продовольственные цели используется от 18 до 22 %. Мукомольные предприятия Минусинского района являются лидерами по производ-

ству муки в крае – 33,2 %, производственные мощности, размещенные в Ачинском районе вырабатывают 22,1 %. Анализ структуры производства пшеницы по классам показал, что в Красноярском крае самые высокие доли продовольственного зерна в общем объеме приходятся на районы Западной и Восточной зон края: в западной более 55 % относится к 3-му классу, около 37 % – к 4-му классу. Доля пшеницы 1-го класса – до 1,5 %, 5-го класса – до 20 %. Проведенный анализ также показал, что в Красноярском крае производят партии зерна всех классов, следовательно, большое значение для формирования однородных по качеству партий зерна, правильного размещения их на мукомольных предприятиях имеет предварительная оценка ка-

чества зерна. Определение качества зерна позволяет формировать однородные товарные партии целевого назначения для реализации и обеспечить его конкурентоспособность на зерновом рынке.

Ключевые слова: зерно, качество, класс зерна, мука, производство, Красноярский край.

The results of conducted research directed on studying the structure of formation of grain quality of wheat taking into account its further use at flour-grinding enterprises of Krasnoyarsk Region were presented in the study. During the analysis the statistics of grain production on groups of areas (zones) of 2013–2017 of Krasnoyarsk Region was processed. It was established that more than 45 % of made wheat had been the share of the regions of western zone, the regions of east zone provided more than 29 % of reaped wheat crop in the region. In total the amount of grain on food purposes from 18 to 22 % was used. Flour-grinding enterprises of Minusinsk area were the leaders in flour production in the region – 33.2 %; the capacities placed in Achinsk area developed 22.1 %. The analysis of the structure of wheat production on classes showed that in Krasnoyarsk Region the highest shares of food grain in total amount had fallen on the regions of western and eastern zones of the region: in western more than 55 % belonged to the 3rd class, about 37 % – to the 4th class belonged to the 3rd class. The share of the wheat of the 1st class – to 1.5 %, to the 5th class – to 20 %. Carried-out analysis showed that in Krasnoyarsk Region the consignments of grain of all classes were made, therefore, for the formation of grain consignments, correct placement, uniform in the quality, at flour-grinding enterprises preliminary estimate of the quality of grain had great value. The determination of the quality of grain allows to form uniform commodity parties of purpose for the realization and to provide its competitiveness in the grain market.

Keywords: grain, quality, grain class, flour, production, Krasnoyarsk Region.

Введение. На формирование качества зерна большое влияние оказывают климатические условия, агротехника возделывания пшеницы и сорт [8]. Содержание белка в зерне варьирует в очень широких пределах — от 12,9 до 26,5 %. Высокое содержание белка находится в тесной зависимости от континентальности климата европейской части России со свойственными ему жарким летом, холодной зимой и дефицитом осадков. Эти выводы в дальнейшем подтвердили и другие ученые [6, 11]. Они объясняли увеличение содержания белка в зерне с запада на восток влиянием не только географиче-

ской поясности, но и климатических факторов, а также плодородия почвы.

Ряд авторов заявляют об отрицательном тренде качества зерна российской пшеницы и о том, что на фоне роста производства зерна качество его достигло предельно низкого уровня [10]. В связи с этим для проявления высоких хлебопекарных качеств сильной пшеницы в случае, когда она используется в чистом виде, необходимо применение специфических технологий [7].

Красноярский край по экономическим и географическим признакам разделен по группам районов на зоны: Северная, Центральная, Западная, Восточная, Южная. Особенности климатических условий в различных зонах Красноярского края влияют на формирование качества зерна [12].

В последнее десятилетие в Красноярском крае происходила активная модернизация действующих мельничных предприятий и ввод новых производственных мощностей. На смену сортовых и двух сортовых мельниц вступили в эксплуатацию современные мельничные комплексы, позволившие значительно снизить трудовые и энергетические затраты, значительно улучшить условия труда работников.

На ценность продуктов переработки зерна пшеницы оказывает также тот факт, что на мукомольные предприятия поступают партии зерна, неоднородные по качеству, так как зерно пшеницы различных сортов и районов произрастания существенно отличается по физическим, биохимическим, мукомольным и хлебопекарным свойствам.

Цель исследования: оценить качество зерна с учетом использования для мукомольных предприятий Красноярского края.

Методы и результаты исследования. В ходе исследования проведена обработка статистических данных АПК Красноярского края 2013–2017 гг. [1–5].

В Красноярском крае производятся практически все основные зерновые культуры: пшеница, рожь, ячмень, овес, тритикале, просо, гречиха, кукуруза. Из-за особенностей климата в регионе не выращиваются рис и сорго.

В соответствии с данными территориального органа государственной статистики в Красноярском крае сбор зерна пшеницы составил: в 2015 г. – 1514,6 тыс. т; в 2016 г. – 1571,4; в 2017 гг. – 1261,9 тыс. т (табл.).

Более 45 % произведенной пшеницы приходится на районы Западной зоны, большая доля урожая в Ужурском, Назаровском, Шарыповском районах. Районы Восточной зоны обеспечивают более 29 % собранного урожая пшеницы в крае, лидерами зоны являются Канский, Дзержинский, Рыбинский и Уярский районы.

Производство зерновых культур в Красноярском крае, тыс. т

Зерновая культура	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Зерно (в весе после доработки)	2214,5	2208,2	2253,9	2353,5	1921,7
Пшеница озимая и яровая	1349,1	1426,9	1514,6	1571,4	1261,9
Рожь озимая	24,2	30,7	30,9	23,8	23,5
Ячмень яровой	365,9	337,4	346,5	369,2	328,3
Овес	447,5	389,0	343,8	363,8	289,1
Гречиха	4,3	2,8	2,5	2,1	4,0
Зернобобовые	22,2	20,2	14,0	20,6	14,3

В соответствии с балансами производства-потребления зерна в Красноярском крае уровень самообеспечения региона собственным зерном составил в 2015 г. – 140,7 %; в 2016 г. – 143,0; в 2017 г. – предварительно 120 %.

На рисунке 1 представлена сложившаяся за последние три года структура направлений использования зерновых культур в Красноярском крае.

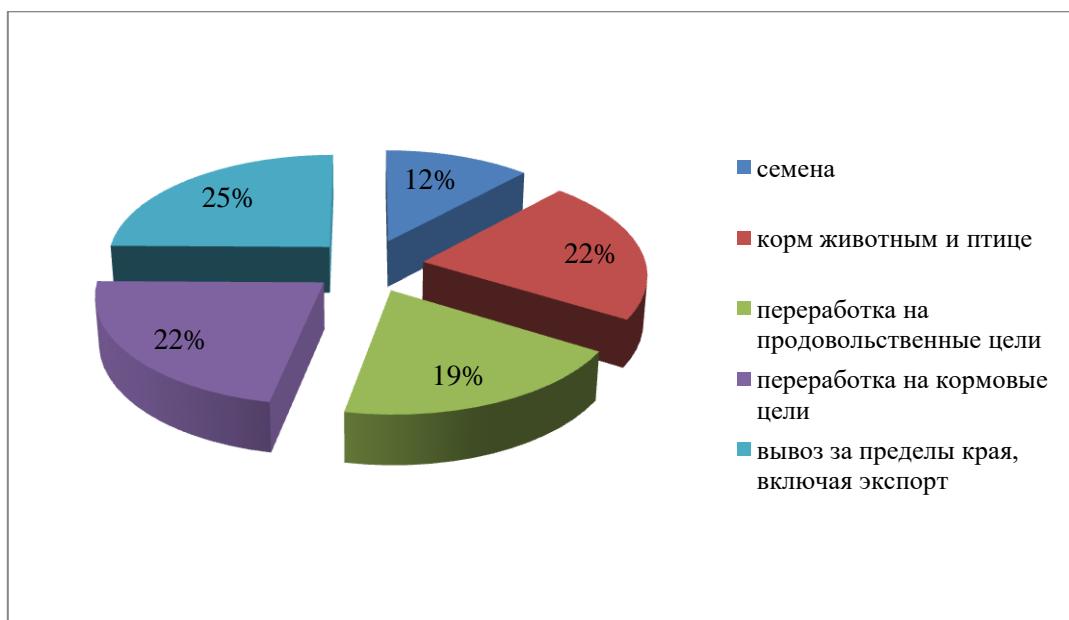


Рис. 1. Структура использования зерновых культур в Красноярском крае в среднем за 2015–2017 годы, %

На кормовые цели в крае используется от 40 до 44 % произведенного зерна, на продовольственные цели – от 18 до 22 %, за пределы края ежегодно вывозится от 19 до 27 % зерна, из них доля экспорта составляет 20–27 % от общего объема вывозимого зерна.

Сформировавшиеся в России товарно-денежные отношения заставляют производителя муки постоянно искать способы снижения затрат на ее производство, в первую очередь за счет сырья, доля которого в себестоимости пшеничной муки составляет 80 %.

Сложившаяся в нашей стране ситуация с производством пшеницы свидетельствует о том, что несмотря на благоприятные агроклиматические усло-

вия 2017 г., тенденция производства в Российской Федерации пшеницы низкого качества является устойчивой. По данным мониторинга зерна, проведенного в 2017 г. ФГБК «Центр оценки качества зерна» производство пшеницы 4-го класса составило 43,9 %; 5-го класса – 31,6 (вместе более 75,5 %); 3-го класса – 24,3; 2-го класса – 0,1 %, 1-го класса – не выявлено.

В 90-х гг. ХХ столетия на территории Красноярского края осуществляли деятельность 5 крупных и средних зерноперерабатывающих предприятий: Канский комбинат хлебопродуктов, Канское хлебоприемное предприятие, Красноярский мукомольный комбинат, Минусинский комбинат хлебопродуктов, Ачинский комбинат хлебопродуктов. По состоянию на 1990 г. мощность предприятий края по производ-

ству муки составляла 349,5 тыс. т. В конце 90-х – начале 2000-х гг. мельницы были приобретены многими субъектами АПК края, оценочно на территории края производством муки занималось около 200 малых и микромельниц, основная часть которых производили не сортовой помол. Мощность производства муки только крупными и средними предприятиями в 2000 г. оценочно достигла 735 тыс. т в год. За счет более низкой по сравнению с крупными предприятиями мукомольной промышленности края себестоимости продукции малые мельницы заняли более 60 % рынка муки края. К концу 2000-х гг. в крае количество организаций, осуществляющих производство хлебопекарной муки, стабилизировалось на уровне 50–60 единиц.

В настоящее время производство муки из зерновых и зернобобовых в Красноярском крае осуществляют около сорока предприятий. Общая мощность производства готовой продукции краевых мукомольных предприятий по итогам 2017 г. оценивается в 416 тыс. т в год. При этом объем производства в 2015 г. составил 247,7 тыс. т, в 2016 г. – 249,6 тыс. т, в 2017 г. в основном из-за нехватки пшеницы мукомольных кондитерских объем производства в крае снизился до уровня 190,5 тыс. т.

В Красноярском крае производится мука из пшеницы, ржи, овса, гречихи, однако около 97 % от общего объема производства составляет мука пшеничная, доля ржаной муки оценивается в 2,6 %, остальной – менее чем в 0,4 %.

Наиболее развита зерноперерабатывающая промышленность в Минусинском районе, в котором действует 6 малых предприятий, способных произвести в год более 138 тыс. т муки (33,2 %). Производственные мощности, размещенные в городе Ачинске и

Ачинском районе, составляют более 92 тыс. т (22,1 %) муки из зерновых и зернобобовых культур, в Назаровском районе – более 69 тыс. т в год.

Самыми крупными действующими предприятиями мукомольной промышленности являются ЗАО «Назаровское» (Назаровский район) и ООО «Причулымье» (г. Ачинск).

Производители Красноярского края способны полностью удовлетворить потребность населения края в муке. По данным за 2017 г., более 90 % производства хлеба и хлебобулочных изделий осуществляется из муки местного производства.

В соответствии с ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия» в зависимости от качества различают 5 классов пшеницы. Для производства муки используют пшеницу не ниже 4-го класса.

Зерно ценных сортов, а также сильных, не соответствующих требованиям высших классов, может заготавливаться 4-м, а более низкого качества – 5-м классом. Зерно любого сорта, не включенного в списки сильных и ценных, независимо от уровня показателей качества, оценивается не выше 4-го класса [9].

Анализ структуры производства пшеницы по классам показал, что в Красноярском крае самые высокие доли продовольственного зерна в общем объеме приходятся на районы Западной и Восточной зон края: в западной более 55 % относится к 3-му классу, около 37 % – к 4-му классу. Доля пшеницы 1-го класса колеблется до 1, 5%-го, 5 класса – до 20 %.

В Южной зоне Красноярского края пшеницу 3-го класса в большем количестве производят Краснотуранский район: 22 167,1 т – в 2015 г., 25 778,1 – в 2016 г., 17 563,0 – в 2017 г.; а 4-го класса – Карагатузский район: в 2016 г. – 13 409,3 т и в 2017 г. – 9 633,1 т (рис. 2).

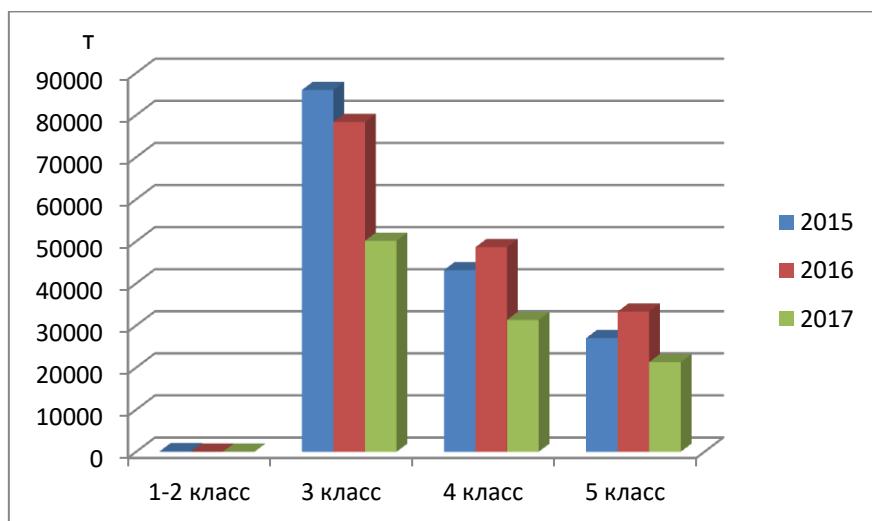


Рис. 2. Структура производства пшеницы по классам в Южной зоне за период 2015–2017 гг.

В Центральной зоне лидером по производству пшеницы 3-го и 4-го классов является Балахтинский район: в 2015 г. хозяйствами района произведено 80 098 и 35 438 т; в 2016 г. – 54 847,7 и 27 550,8; а в 2017 г. – 39 189,4 и 19 685,4 т соответственно (рис. 3).

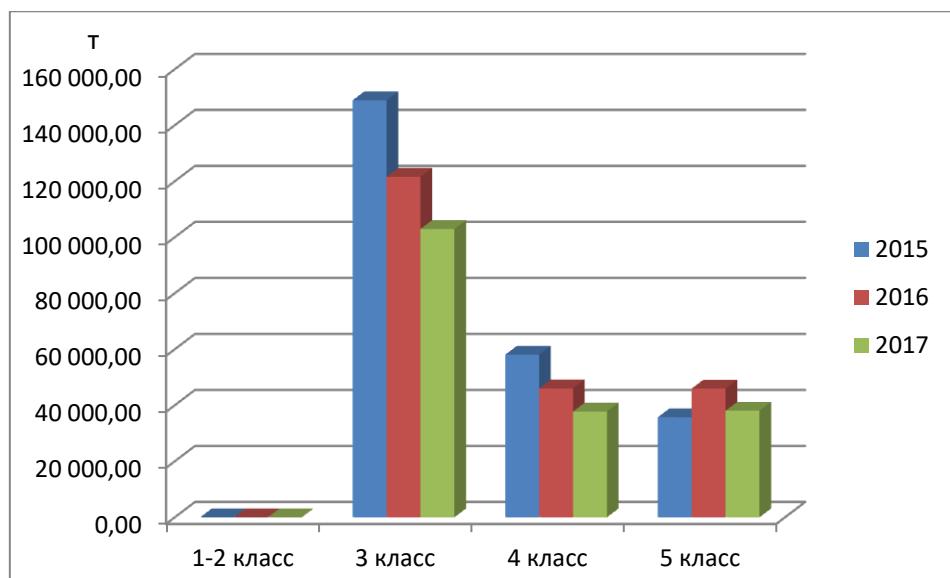


Рис. 3. Структура производства пшеницы по классам в Центральной зоне за период 2015–2017 гг.

В Восточной зоне стабильно высокие показатели производства пшеницы 3-го класса в Рыбинском районе: 52 445,8 т – в 2015 г.; 43 639,4 – в 2016 г.; 34 856,0 т – в 2017 г.; пшеницы 4-го класса в боль-

шем объеме производят в Дзержинском районе: 28 408,4 т – в 2015 г., 27 880,2 – в 2016 г., 20 300,6 т – в 2017 г., при этом доля пшеницы 4-го класса в этом районе выше, чем 3-го класса (рис. 4).

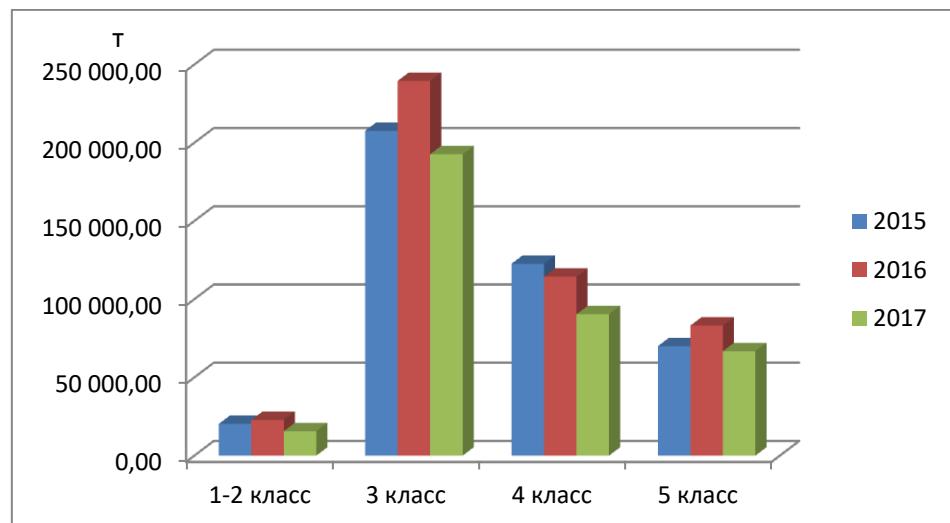


Рис. 4. Структура производства пшеницы по классам в Восточной зоне за период 2015–2017 гг.

Предприятия Западной зоны районов являются лидерами по общему производству зерна пшеницы и по показателям производства 3-го и 4-го классов. Большие объемы произведенного зерна пшеницы обеспечивают предприятия Ужурского района:

3-го класса – 227 322,5 т в 2015 г.; 162 202,7 – в 2016 г.; 161 071,9 т – в 2017 г.; пшеницы 4-го класса – 113 261,0 т – в 2015 г.; 71 939,8 – в 2016 г., 71 438,4 т – в 2017 г. (рис. 5).

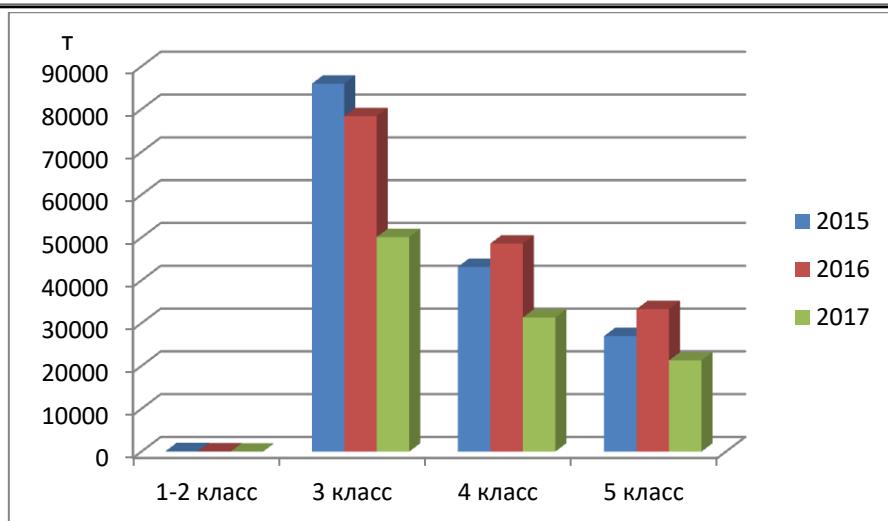


Рис. 5. Структура производства пшеницы по классам в Западной зоне за период 2015–2017 гг.

В Северной зоне края производят зерно пшеницы в малых объемах, лидерами в разные годы среди районов северной зоны являются Пирровский и

Тюхтетский районы, следует отметить, что во всех районах данной зоны производство пшеницы 4-го класса выше, чем пшеницы 3-го класса (рис. 6).

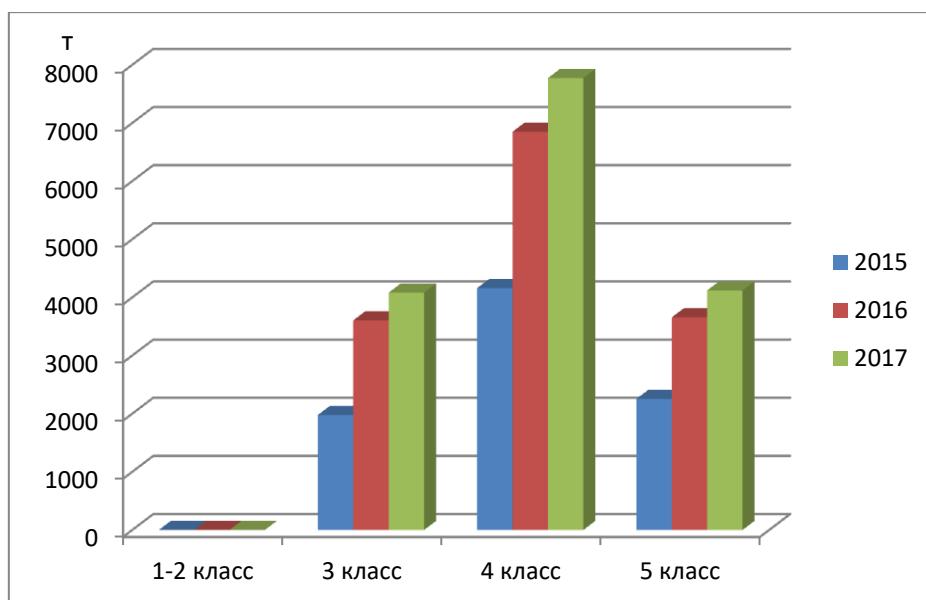


Рис. 6. Структура производства пшеницы по классам в Северной зоне за период 2015–2017 гг.

Предприятия Северной зоны в 2017 г. увеличили валовой сбор пшеницы по сравнению с 2015 и 2016 гг.

Выводы. Проведенный анализ показал, что в Красноярском крае производят партии зерна всех классов. В одном и том же хозяйстве формируется зерно разного качества. Это в основном зависит от предшественников, почвенных особенностей, различной обеспеченности элементами питания, влагой и другими факторами внешней среды. В связи с этим большое значение для формирования однородных по качеству партий зерна, правильного размещения их на мукомольных предприятиях имеет

предварительная оценка качества зерна. На практике для рационального использования зерна, исходя из тех или иных задач переработки зерна, потребитель решает, как объединять партии по их аналогичности: однородности либо идентичности, – и учитывать это при определении их стоимости.

Определение качества зерна позволяет формировать однородные товарные партии целевого назначения для реализации и обеспечивать его конкурентоспособность на зерновом рынке.

Литература

1. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2013 году. – Красноярск, 2013. – 235 с.
2. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2014 году. – Красноярск, 2014. – 183 с.
3. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2015 году. – Красноярск, 2015. – 196 с.
4. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2016 году. – Красноярск, 2016. – 180 с.
5. Агропромышленный комплекс Красноярского края в 2017 году. – Красноярск, 2017. – 198 с.
6. Иванов Н.Н. Влияние географических факторов на химический состав растений // Изв. Гос. ин-та опыта агрономии. – Л., 1926. – № 1-2. – С. 142.
7. Капис В.И., Колмаков Ю.В. Производство высококачественного зерна пшеницы, обследование, выявление и эффективное целевое использование. – Омск, 2001. – 40 с.
8. Лясковский П.О. О химическом составе пшеничного зерна. – М., 1965.
9. Самсонов М.М. Сильные и твердые пшеницы СССР. – М.: Колос, 1967. – 168 с.
10. Синицын С.С., Кошелев Б.С. Сильная и твердая пшеница. – Омск: Омское кн. изд-во, 1988. – 117 с.
11. Скворкин Л.В. Химический состав русской пшеницы на основании анализа 117 образцов, собранных из разных местностей Европейской России. – Спб., 1890.
12. Янова М.А., Братилова Н.П., Дмитриев В.Е. Формирование хлебопекарных свойств зерна пшеницы в условиях Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 6. – С. 184–188.

Literatura

1. Agropromyshlennyj kompleks Krasnojarskogo kraja v 2013 godu. – Krasnojarsk, 2013. – 235 s.
2. Agropromyshlennyj kompleks Krasnojarskogo kraja v 2014 godu. – Krasnojarsk, 2014. – 183 s.
3. Agropromyshlennyj kompleks Krasnojarskogo kraja v 2015 godu. – Krasnojarsk, 2015. – 196 s.
4. Agropromyshlennyj kompleks Krasnojarskogo kraja v 2016 godu. – Krasnojarsk, 2016. – 180 s.
5. Agropromyshlennyj kompleks Krasnojarskogo kraja v 2017 godu. – Krasnojarsk, 2017. – 198 s.
6. Ivanov N.N. Vlijanie geograficheskikh faktorov na himicheskij sostav rastenij // Izv. Gos. in-ta opyt. agronomii. – L., 1926. – № 1-2. – S. 142.
7. Kapis V.I., Kolmakov Ju.V. Proizvodstvo vysokokachestvennogo zerna pschenicy, obsledovanie, vyjavlenie i effektivnoe celevoe ispol'zovanie. – Omsk, 2001. – 40 s.
8. Ljaskovskij P.O. O himicheskem sostave pschenichnogo zerna. – M., 1965.
9. Samsonov M.M. Sil'nye i tverdye pschenicy SSSR. – M.: Kolos, 1967. – 168 s.
10. Sinicyn S.S., Koshelev B.S. Sil'naja i tverdaja pschenica. – Omsk: Omskoe kn. izd-vo, 1988. – 117 s.
11. Skvorkin L.V. Himicheskiy sostav russkoj pschenicy na osnovanii analiza 117 obrazcov, sobrannyh iz raznyh mestnostej Evropejskoj Rossii. – Spb., 1890.
12. Janova M.A., Bratilova N.P., Dmitriev V.E. Formirovanie hlebopekarnyh svojstv zerna pschenicy v uslovijah Krasnojarskogo kraja // Vestn. KrasGAU. – 2008. – № 6. – S. 184–188.



**БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ**

УДК 581.5

**А.Я. Тамахина, А.А. Ахкубекова,
А.М. Корсунов**

**МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ *ECHIUM VULGARE* L.
В ЭКОТОПАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА**

**A.Ya. Tamakhina, A.A. Akhkubekova,
A.M. Korsunov**

**MODIFICATION VARIABILITY OF *ECHIUM VULGARE* L. IN ECOTOPES
OF THE CENTRAL CAUCASUS**

Тамахина А.Я. – д-р с.-х. наук, проф. каф. товароведения, туризма и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aida17032007@yandex.ru

Ахкубекова А.А. – асп. каф. товароведения, туризма и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aminaahk2018@mail.ru

Корсунов А.М. – мл. науч. сотр. центра «Физика и технология наноструктур» Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ. E-mail: anatoly256@gmail.com

Tamakhina A.Ya. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Merchandizing, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aida17032007@yandex.ru

Akhkubekova A.A. – Post-Graduate Student, Chair of Merchandizing, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aminaahk2018@mail.ru

Korsunov A.M. – Junior Staff Scientist, Physics and Technology of Nanostructures Center, North Ossetia State University named after K.L. Khetagurov, Vladikavkaz. E-mail: anatoly256@gmail.com

Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) является перспективным лекарственным и медоносным растением. В связи со слабой изученностью эколого-биологических особенностей вида целью исследования стала оценка уровня модификационной изменчивости *E. vulgare* в экотопах Центрального Кавказа. В задачи исследования входило изучение фитоценотической приуроченности, анализ состояния ценопопуляций *E. vulgare* по демографическим и биометрическим параметрам, оценка биохимической изменчивости по общему содержанию алкалоидов. Исследования проводили в 2017–2018 гг. в естественных фитоценозах и техногенных экотопах на территории Кабардино-Балкарской Республики и Республики Северная Осетия – Алания. На учетных площадках определяли общее проективное покрытие травостоя, его среднюю высоту, численность, плотность особей, биометрические параметры генеративных побегов *E. vulgare*. Общее содержание алкалоидов определяли весовым методом, содержание тяжелых металлов в почве и растениях – на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Согласно полученным результатам, растения *E.*

vulgare свободно заселяют антропогенно нарушенные луговые фитоценозы на высоте от 200 до 1400 м над у. м. и выше. Ненарушенные луговые фитоценозы и старые залежи устойчивы к внедрению *E. vulgare* (плотность 0,41–1,92 особей на 1 м²). Максимальных значений показатели численности и плотности особей *E. vulgare* достигают в условиях умеренно нарушенных (2,56–5,25 особей на 1 м²) и сильно нарушенных (3,18–5,38 особей на 1 м²) экотопов. Для *E. vulgare* характерна высокая морфологическая изменчивость. К группе индикаторов, зависящих от эколого-ценотических условий мест произрастания, отнесены высота побегов, длина листьев, число боковых побегов и листьев на главном побеге. Наибольшее влияние на изменчивость биометрических параметров оказывает фитоценотическая конкуренция, содержание азота в почве и степень пастбищной дигressии. Содержание алкалоидов в надземной части *E. vulgare* увеличивается в условиях засухи (0,038 %) и сильного загрязнения почвы тяжелыми металлами (0,042 %).

Ключевые слова: *Echium vulgare L.*, морфологическая изменчивость, биохимическая изменчивость, алкалоиды, тяжелые металлы.

*Blueweed (*Echium vulgare L.*) is a perspective officinal and melliferous plant. Due to not sufficient research of ecological and biological features of the species, the aim of the study was to assess the level of modification variability of *E. vulgare* in ecotopes of the Central Caucasus Mountains. The research objectives were to study phytocenotic confinedness, the analysis of the status of populations of *E. vulgare* on demographic and biometric parameters, evaluation of the biochemical variability for the total content of alkaloids. The studies were conducted in 2017–2018 in natural phytocenoses and technogenic ecotopes on the territory of the Kabardino-Balkar Republic and the Republic of North Ossetia-Alania. Total projective cover of the grass stand, its average height, the number, density of individuals and biometric parameters of generative sprouts of *E. vulgare* were determined at the registration sites. General content of alkaloids was determined by weight method, the content of heavy metals in the soil and plants on the atomic absorption spectrophotometer. According to the received results, plants *E. vulgare* freely occupy anthropogenically disturbed grassland plant communities at the height from 200 to 1400 m above sea-level and above. Undisturbed meadow phytocenoses and old deposits are resistant to colonization of *E. vulgare* (density 0.41–1.92 individuals per m²). The maximum values of the number and density of individuals *E. vulgare* reach in moderately disturbed (2.56–5.25 individuals per m²) and severely disturbed (3.18–5.38 individuals per m²) ecotopes. The high morphological variability is characteristic of *E. vulgare*. The height of the sprouts, the length of the leaves, the number of side sprouts and leaves on the main sprouts are indicators of ecological-ecenotic conditions of growth places. The greatest influence on the variability of biometric parameters has phytocenotic competition, nitrogen content in the soil and the degree of pasture digression. The content of alkaloids in the above-ground part of *E. vulgare* increases under drought conditions (0.038 %) and heavy metal contamination of the soil (0.042 %).*

Keywords: *Echium vulgare L.*, morphological variability, biochemical variability, alkaloids, heavy metals.

Синяк обыкновенный (*Echium vulgare L.*) – стержнекорневой двухлетний или короткоживущий монокарпический многолетник, относящийся к евразибирскому элементу флоры Северного Кавказа [1]. Благодаря богатому химическому составу вид применяется в народной медицине, является отличным медоносом [2].

Синяк обыкновенный обладает широким ареалом распространения и амплитудой изменчивости [3]. Несмотря на обширные сведения об участии *E. vulgare* в формировании урбano- и природной флоры [4, 5], а также пионерных сообществ на инициальных стадиях восстановительной сукцессии техногенных экотопов [6, 7], морфологическая изменчивость вида под влиянием различных эколого-ценотических условий мест произрастания изучена слабо.

Факторы внешней среды обуславливают значительные изменения не только фенотипа, но и накопления вторичных метаболитов в растениях [8, 9]. В связи с тем, что *E. vulgare* является продуцентом пирролизидиновых алкалоидов, представляет интерес изучение изменчивости в количественном их содержании, что расширит представления о выполняемых алкалоидами функциях.

Цель исследования: оценка уровня модификационной изменчивости *E. vulgare* в экотопах Центрального Кавказа. Для достижения поставленной цели нами решались следующие задачи: 1) изучение фитоценотической приуроченности *E. vulgare*; 2) анализ состояния ценопопуляций *E. vulgare* по демографическим параметрам; 3) оценка морфологической изменчивости вида под действием эколого-ценотических факторов; 4) оценка биохимической изменчивости *E. vulgare* по общему содержанию алкалоидов в надземной фитомассе.

Методы исследования. Исследования проводили в пределах первичного ареала вида на территории Кабардино-Балкарской Республики (КБР) и Республики Северная Осетия – Алания (РСО – Алания) в июне–июле 2017–2018 гг. На первом этапе исследований изучали фитоценотическую приуроченность синяка обыкновенного на основе геоботанических описаний 15 учетных площадок (УП): УП 1 – окрестности с. Алтуд (старая степная залежь); УП 2 – нижняя терраса хвостохранилища Тырныаузского горно-обогатительного комбината (ТГОК); УП 3 – средняя терраса ТГОК; УП 4 – верхняя терраса ТГОК; УП 5 – окрестности с. Аушигер (участок, загрязненный строительным мусором после проведения берегоукрепительных работ на р. Черек); УП 6 – с. Сармаково (окраина сельскохозяйственного поля); УП 7 – не засеянный газонными сортами трав и периодически скашиваемый газон вдоль тротуара по пр. Шогенцурова (г. Нальчик); УП 8 – надпойменная терраса р. Нальчик (мезофильный луг на окраине г. Нальчик); УП 9 – железнодорожные пути железнодорожной станции «Ала-гир»; УП 10 – с. Псыхурей (свежая залежь вдоль автодороги Куба–Псыхурей); УП 11 – окрестности с. Лечинкай (сорное место); УП 12 – окрестности с. Малка (остепненный луг); УП 13 – окрестности

с. Нижний Акбаш (участок периодически скашивающего травостоя между дорогой и сельскохозяйственным полем); УП 14 – окрестности с. Былым (надпойменная терраса р. Баксан); УП 15 – окрестности с. Аргудан (пастбище). Почвенные условия УП оценивали по шкалам увлажнения (H_d), солевого режима (T_r), кислотности (R_c), богатства почв азотом (N_t) [10], а величину пастбищной дигрессии (ПД) – по шкале Л.Г. Раменского [11]. На каждой УП определены общее проективное покрытие травостоя и его средняя высота. Анализ состояния ценопопуляций (ЦП) *E. vulgare* в пределах УП оценивали по демографическим (численность и плотность особей) и биометрическим параметрам. Для оценки уровня морфологической изменчивости измеряли высоту главного (H_1) и боковых (H_2) побегов; количество боковых побегов (N); число листьев на главном (n_1) и боковых (n_2) побегах; длину листьев на главном (L_1) и боковых (L_2) побегах; ширину листьев на главном (W_1) и боковых (W_2) побегах; диаметр стебля главного (D_1) и боковых (D_2) побегов. Длину, ширину листьев и диаметр стеблей измеряли на высоте 3 см от основания стеблей (h) и на половине их высоты (c). Учетной единицей служили особи в фазе цветения.

В качестве показателя общей изменчивости использовали коэффициент вариации (CV , %), а согласованной изменчивости – коэффициент детерминации отдельных признаков (R^2ch) [12]. Уровни варьирования признаков оценивали по Г.Н. Зайцеву [13], зависимость между экологическими факторами и биометрическими параметрами растений – коэффициентом корреляции (r). Индекс размерной пластиности (ISP) *E. vulgare* рассчитывали как отношение максимального значения индекса виталитета (IVC) к минимальному [14].

Биохимическую изменчивость *E. vulgare* оценивали по общему содержанию алкалоидов в надземной фитомассе растений средневозрастного генеративного состояния на двух УП с умеренным загрязнением почвы тяжелыми металлами, но различным типом увлажнения (УП 8, контроль – свежесолуговое, УП 1 – среднестепенное) и на УП 2 со сверхвысоким уровнем загрязнения субстрата тяжелыми металлами (ТМ). Общее содержание алкалоидов определяли весовым методом [15]. Разделение алкалоидов осуществляли на высокоэффективном жидкостном хроматографе «МИЛИХРОМ А-02» с УФ-спектрофотометрическим детектором при длине волны 220 нм. Содержание ТМ в почве (горизонт 0–20 см) и надземной части растений определяли атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией [16]. Биологическая повторность десятикратная, аналитическая – трехкратная.

Результаты исследования. По степени нарушенности изученные экотопы разделены на 3 групп-

пы: наименее нарушенные (естественные фитоценозы) – УП 1, 8, 12, 14; умеренно нарушенные (широкоадаптивные техногенные экотопы) – УП 6, 7, 10, 13, 15; сильно нарушенные – УП 5, 9, 11 (ограниченно адаптивные техногенные экотопы) и УП 2, 3, 4 (узкоадаптивные техногенные экотопы). Балльные значения увлажнения почв на всех учетных площадках находятся в пределах экологической амплитуды *E. vulgare* и варьируют от среднестепенного (7–8 баллов) до влажно-лесолугового (10–13 баллов). Большая часть УП расположена на слабозасоленных почвах за исключением УП 1 (среднезасоленные), УП 2 и 3 (резкозасоленные), УП 4 (сильно засоленные). В условиях ненарушенных, широко и ограниченно адаптивных техногенных экотопов балльные значения кислотности и богатства почв азотом находятся в пределах экологической амплитуды вида. В узкоадаптивных техногенных экотопах *E. vulgare* произрастает в условиях щелочных, анитрофильных и субантрофильных почв. Пастбищная дигрессия на УП варьирует от 1 (слабая) до 13 (сильная) (табл. 1).

Максимальных значений показатели численности и физической плотности особи *E. vulgare* достигают в условиях умеренно (2,56–5,25 особей на 1 м²) и сильно нарушенных (3,18–5,38 особей на 1 м²) экотопов.

В наименее нарушенных экотопах проективное покрытие и обилие в 2–3 балла имеют злаки (*Bromus arvensis* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Hordeum leporinum* Link, *Setaria pumila* Roem. & Schult. и др.), разнотравье (*Cichorium intybus* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) и бобовые (*Medicago falcata* L. *Vicia angustifolia* Reichard), среди которых преобладают многолетники. В условиях высокой фитоценотической конкуренции и плотной ненарушенной дернины, препятствующей заглублению семян в почву, появлению всходов и развитию растений, *E. vulgare* имеет минимальное покрытие и обилие (1 % и менее).

Умеренно нарушенные экотопы характеризуются снижением видового разнообразия и увеличением доли рудеральных видов. В условиях пониженной фитоценотической конкуренции проективное покрытие *E. vulgare* повышается до 5–12 %. Нескошенные участки травостоя между автодорогой и сельскохозяйственным полем (УП 6, УП 13) являются наиболее многочисленными и характерными для предгорной зоны Центрального Кавказа. Здесь покосы носят регулярный характер, поэтому в условиях пониженной фитоценотической конкуренции проективное покрытие *E. vulgare* повышается до 5%. Наибольшее проективное покрытие (7–12%) *E. vulgare* отмечено на УП 10 и 15. В травостое молодой залежи (УП 10) преобладают стержнекорневые и корнеотпрысковые рудеральные виды. Слабая дернина и относительно невысокая фитоценотическая конкуренция повыша-

ют возможность возобновления популяции *E. vulgare* из почвенного банка семян. В луговом фитоценозе, подверженном выпасу скота и рекреационной нагрузке (УП 15), *E. vulgare* является наиболее массовым видом наряду с растениями, устойчивыми к

поеданию и вытаптыванию (тысячелистник обыкновенный, полынь Маршалла, цикорий обыкновенный, подорожник средний, ежа сборная, выонок полевой и др.).

Таблица 1

Характеристика учетных площадок и демографические параметры *E. vulgare*

Но- мер УП	Балльные значения экологических факторов (в скобках – экологическая амплитуда вида)					Высота над у. м., м	Площадь описания, м ²	Общее проективное покрытие, %	Средняя высота Травостоя, см	Число видов	Численность особей <i>E. vulgare</i>	Плотность особей <i>E. vulgare</i> на 1 м ²	IVC
	Hd (5–13)	Tr (5–9)	Rc (1–11)	Nt (3–7)	ПД								
Наименее нарушенные экотопы													
1	7	13	10	5	5	250	100	100	75	38	112	1,12	1,17
8	12	11	7	7	3	550	150	100	88	33	286	1,87	1,04
12	8	11	9	7	3	650	200	100	64	32	452	1,92	0,90
14	10	11	11	4	2	1040	150	100	80	47	62	0,41	1,05
Умеренно нарушенные экотопы													
6	8	11	9	7	3	840	200	100	70	16	692	3,46	0,94
7	7	11	7	5	5	600	60	70	45	12	694	2,56	1,03
10	7	11	9	5	3	500	200	60	64	15	1568	5,23	1,13
13	7	11	10	5	3	260	250	100	72	25	814	3,26	1,05
15	7	11	9	5	7	380	250	40	50	24	1672	5,25	1,18
Сильно нарушенные экотопы													
5	10	11	7	5	5	620	200	50	30	14	754	3,77	0,92
9	8	11	7	3	1	370	250	30	40	19	795	3,18	0,73
11	9	11	7	6	1	750	250	60	100	21	1346	5,38	1,21
2	13	17	13	1	1	1190	200	59	55	57	667	3,33	1,09
3	9	17	13	1	1	1280	200	37	46	48	584	2,92	0,91
4	7	15	12	2	1	1360	200	13	30	17	356	1,78	0,64

Фитоценозы сильно нарушенных экотопов представлены рудеральными видами, устойчивыми к неблагоприятным физическим свойствам субстрата и / или загрязнению. При низком общем проективном покрытии *E. vulgare* произрастает здесь разреженно или образует группировки, выдерживая механические повреждения автотранспортом, засыпание щебенкой, вибродинамические нагрузки на корнеобитаемый слой, уплотнение и загрязнение нефтепродуктами, повреждение надземных органов песком. Наиболее значительное обилие (10–15 %) *E. vulgare* отмечено в окрестностях с. Лечинкай на участке свалки бытовых отходов (УП 11). Несмотря на высокую токсичность субстрата хвостохранилища ТГОК, обилие *E. vulgare* составляет 10 % на влажном пылеватом субстрате пляжа пруда-отстойника (УП 2),

на средних террасах до 5 % (УП 3), на верхних террасах (УП 4) – около 1 %.

В слабо нарушенных экотопах IVC ценопопуляций *E. vulgare* варьирует в интервале от 0,90 до 1,17 (ISP = 1,30). Большинство изученных биометрических параметров характеризуются средней изменчивостью ($CV = 10\text{--}20\%$). Низкая изменчивость ($CV < 10\%$) отмечена для ширины листьев на боковых побегах, а высокая ($CV > 20\%$) – для длины листьев, количества боковых побегов и листьев на главном побеге (рис. 1).

В умеренно нарушенных экотопах IVC ценопопуляций *E. vulgare* варьирует от 0,94 до 1,18 (ISP = 1,25). Отдельные биометрические параметры (N, n_1, L_1, L_2, D_2) характеризуются высокой изменчивостью, у остальных параметров изменчивость средняя (рис. 2).

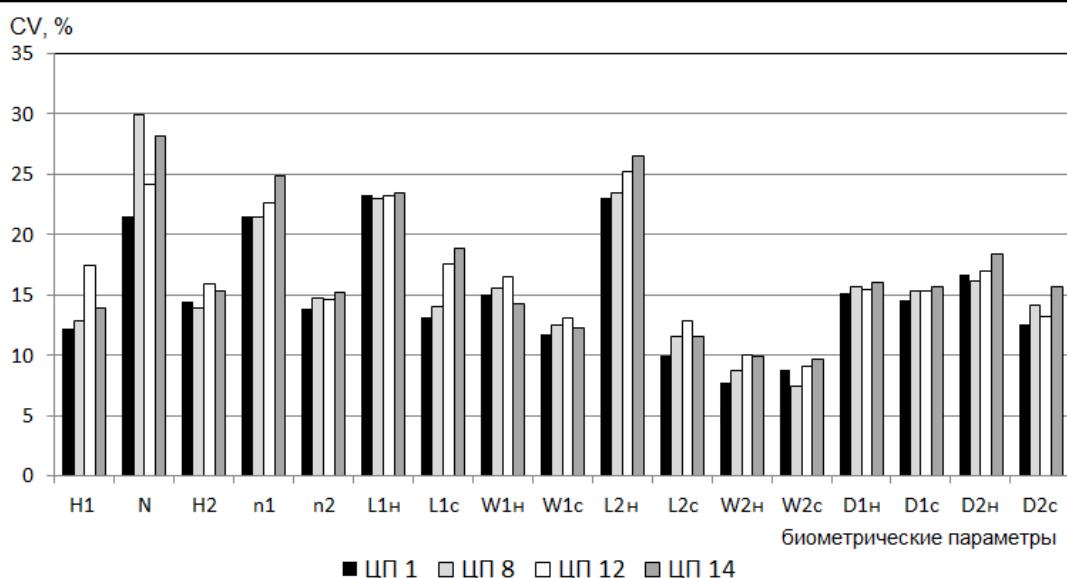


Рис. 1. Морфологическая изменчивость биометрических параметров в ценопопуляциях *E. vulgare* наименее нарушенных экотопов

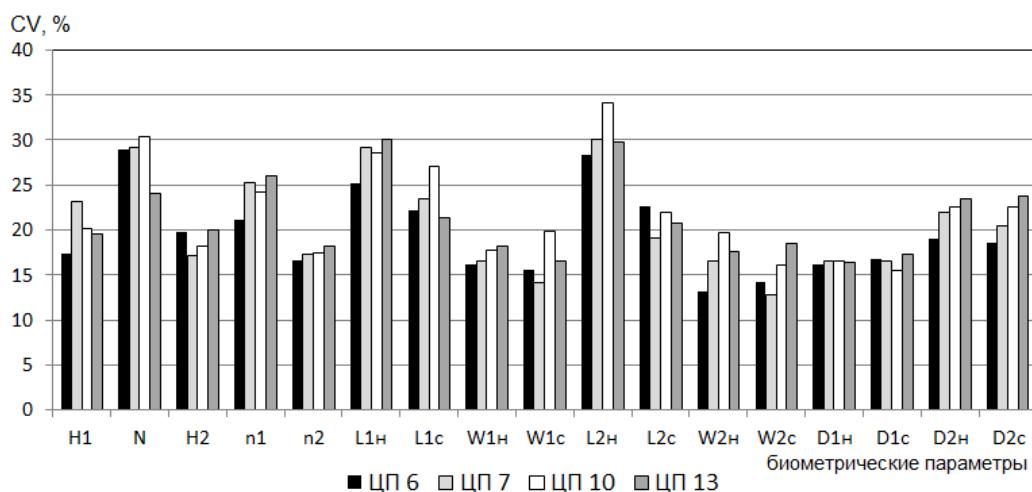


Рис. 2. Морфологическая изменчивость биометрических параметров в ценопопуляциях *E. vulgare* умеренно нарушенных экотопов

В сильно нарушенных экотопах IVC ценопопуляций *E. vulgare* варьирует от 0,64 до 1,21, что свидетельствует о высокой размерной пластичности вида (ISP = 1,89). Все биометрические параметры за исключением диаметра стебля главного побега характеризуются высокой изменчивостью (рис. 3).

У *E. vulgare* выявлено 3 группы признаков – индикаторов: генотипические (n_2 , W_1l , W_1m , W_2l , W_2m , D_1l , D_1m , D_2l , D_2m), экологические (N, n_1 , L_1l , L_1m , L_2l , L_2m) и эколого-биологические (H_1 , H_2). Биологические индикаторы среди изученных признаков *E. vulgare* не обнаружены (рис. 4).

Установлена средняя связь ($r = 0,36\text{--}0,55$) между степенью пастищной дигрессии, содержанием азота в почве и отдельными биометрическими параметрами (высота побегов, диаметр стеблей, длина и ширина листьев). Увлажнение, солевой режим и кислотность почв слабо влияют на уровень морфологической изменчивости растений *E. vulgare*.

По валовому содержанию тяжелых металлов, не превышающему фоновых значения, почвы УП 8 и 1 относятся к умеренно загрязненным. Субстрат на УП 2 отличается повышенными концентрациями Cu, Zn, Pb и Mo, превышающими фон соответственно в 4,5; 10,2; 1,5; и 93,9 раза (табл. 2).

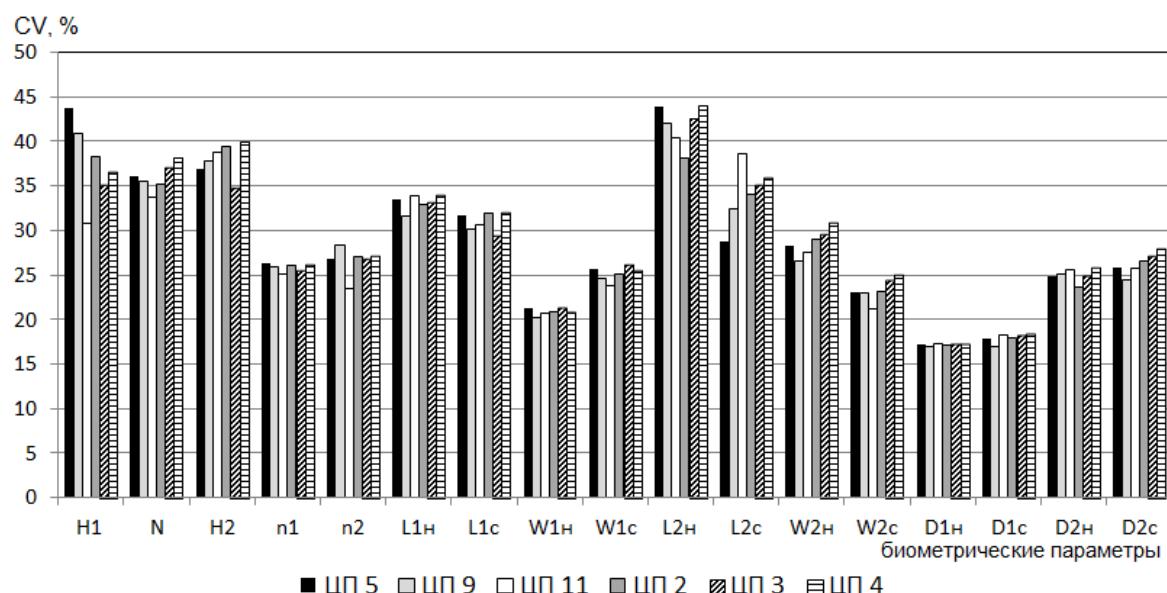


Рис. 3. Морфологическая изменчивость биометрических параметров в ценопопуляциях *E. vulgare* сильно нарушенных экотопов

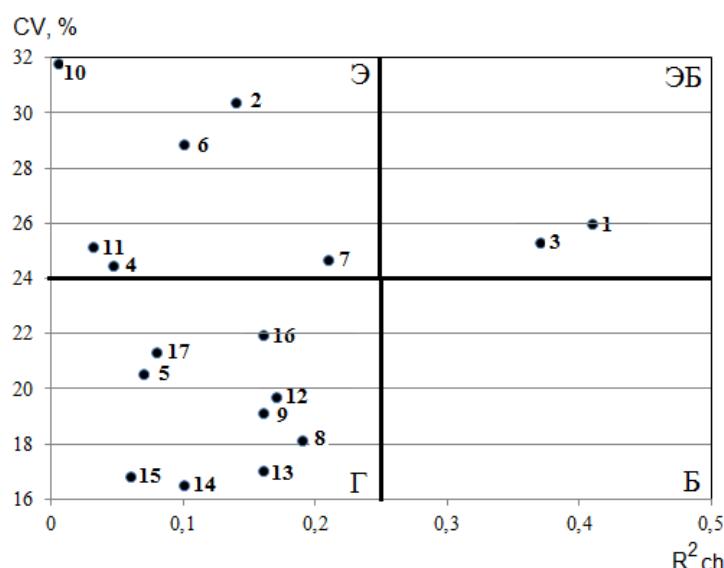


Рис. 4. Структура изменчивости морфологических признаков ценопопуляций *E. vulgare*: 1 – *H₁*; 2 – *N*; 3 – *H₂*; 4 – *n₁*; 5 – *n₂*; 6 – *L_{1h}*; 7 – *L_{1c}*; 8 – *W_{1h}*; 9 – *W_{1c}*; 10 – *L_{2h}*; 11 – *L_{2c}*; 12 – *W_{2h}*; 13 – *W_{2c}*; 14 – *D_{1h}*; 15 – *D_{1c}*; 16 – *D_{2h}*; 17 – *D_{2c}*; Э – экологические, ЭБ – эколого-биологические; Б – биологические; Г – генотипические индикаторы

Таблица 2
Валовое содержание тяжелых металлов в почве районов исследования, мг/кг

УП	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Mo
8 (контроль)	3,65±0,80	115,30±6,50	22,14±2,42	4,58±0,82	0,25±0,08	0,98±0,15
1	4,52±0,92	126,36±8,45	5,76±1,17	4,12±0,74	0,22±0,09	1,10±0,18
2	40,18±3,34	98,28±7,62	230,18±10,35	19,34±1,73	0,28±0,10	103,26±5,32
Фон	9,00	450,00	22,60	13,00	0,50	1,10

При относительно низком варьировании содержания Cu, Mn и Zn в надземной части растений исследованных экотопов отмечено повышенное накопление Pb и Cd у особей ЦП 1, Pb и Mo у особей ЦП 2. Общее содержание алкалоидов в надземной части *E. vulgare* возрастает соответственно в 1,65 и 1,83 раза по сравнению с контролем (табл. 3).

На хроматограмме образца надземной части *E. vulgare*, произрастающего на УП 2, выделено 16 пиков, соответствующих алкалоидам пирролизидинового ряда (рис. 5). В контрольном образце уровень накопления неосновных алкалоидов снижается до следовых количеств.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов (мг/кг сух. в-ва) и алкалоидов (% от массы абс. сух. сырья)
в надземной части *E. vulgare*

Номер ЦП	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Mo	Содержание алкалоидов
8 (контроль)	7,95±1,11	31,64±3,16	24,48±2,74	1,70±0,32	0,50±0,11	6,35±0,20	0,023±0,003
1	8,76±1,42	32,35±4,32	25,32±3,58	3,00±0,64	2,10±0,23	7,12±0,56	0,038±0,006
2	8,81±1,64	35,67±4,45	25,68±3,61	3,24±1,02	0,61±0,12	19,34±1,16	0,042±0,005

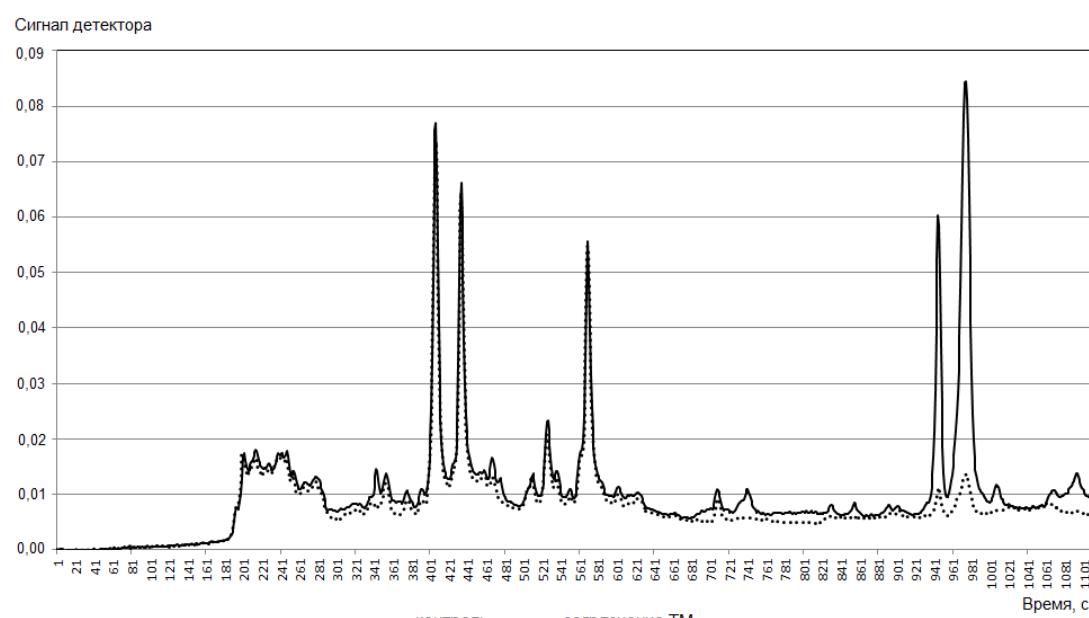


Рис. 5. Хроматограмма алкалоидов надземной части *E. vulgare*.

Обнаруженные различия в количественном содержании алкалоидов свидетельствуют об их участии в биохимической адаптации растений *E. vulgare* к условиям засухи и загрязнению почвы ТМ. Полученные результаты согласуются с имеющимися в литературе сведениями об усилении синтеза алкалоидов при Mo- и Cd-стрессе [17, 18], а также в условиях засухи [19].

Заключение. На территории КБР и РСО – Алания растения *Echium vulgare* L. свободно заселяют антропогенно нарушенные луговые фитоценозы на высоте от 200 до 1400 м над у. м. и выше. Наименее изменчивыми признаками *E. vulgare* являются число листьев на боковых побегах, ширина листьев и диаметр стеблей. Наибольшей изменчивостью обладает высота побегов. К экологическим индикаторам зависящим от внешних условий и мало связанным с

общей структурой организма, относятся число боковых побегов и листьев на главном побеге, длина листьев. Наибольшее влияние на изменчивость биометрических параметров *E. vulgare* оказывает фитоценотическая конкуренция, при снижении которой возрастают показатели численности и физической плотности особей *E. vulgare*. Внутривидовая изменчивость *E. vulgare* по содержанию алкалоидов в надземной части обусловлена адаптацией растений к условиям засухи и загрязнению почв тяжелыми металлами. Высокая размерная пластичность *E. vulgare* свидетельствует о широкой экологической амплитуде вида, обусловленной морфологической и биохимической изменчивостью.

Литература

1. Шагапсоев С.Х. Растительный покров Кабардино-Балкарии. – Нальчик: Тетраграф, 2015. – 352 с.
2. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Caprifoliaceae* – *Plantaginaceae*. – Л.: Наука, 1990. – 328 с.
3. Gleason H.A. The new Britton and Brown illustrated Flora of the Northeastern United States and Adjacent Canada. Ed. 2. – Lancaster, Penna, 1958. – Vol. 2. – 655 p.
4. Улигова Т.С., Гедгафова Ф.В., Горобцова О.Н. и др. Эколого-биологические исследования естественных биоценозов в ареале черноземов обыкновенных карбонатных остаточно-луговых Центрального Кавказа (Кабардино-Балкария) // Изв. Самар. науч. центра Рос. акад. наук. – 2015. – Т. 17, № 4 (2). – С. 412–418.
5. Антипова С.В., Антипова Е.М. Степень натурализации инвазионных видов растений во флоре г. Красноярска // Вестн. КрасГАУ. – 2017. – № 12. – С. 163–170.
6. Галиева Р.Р. Флористическое разнообразие и особенности восстановления растительного покрова на участках, нарушенных в результате нефтегазодобычи на территории Общего Сырта // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 6 (56). – С. 199–202.
7. Хархота А.И., Прохорова С.И., Агурова И.В. Особенности антропогенного сингенеза в техногенных экотопах юго-востока Украины // Биосфера. – 2014. – Т. 6, № 1. – С. 46–52.
8. Чадин И.Ф. Хемосистематика – основа изучения биохимического разнообразия растений // Вестн. Ин-та биологии Коми науч. центра УрО РАН. – 2001. – № 8. – С. 15–17.
9. Погоцкая А.А., Бузук Г.Н., Созинов О.В. Морфометрия *Chelidonium majus* L.: взаимосвязь размеров, формы листа и содержания алкалоидов и фенольных соединений // Вестн. фармации. – 2010. – № 3 (49). – С. 26–39.
10. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – М.: Наука, 1983. – 197 с.
11. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н. и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
12. Ростова Н.С. Корреляции: структура и изменчивость. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2002. – 308 с.
13. Зайцев Н.Г. Методика биометрических расчетов. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
14. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. – 2004. – Ч. 2. – С. 113–120.
15. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – 11-е изд. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
16. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: Изд-во ЦИНАО, 1992. – 63 с.
17. Мироненко А.В. Биохимия люпина. – Минск: Наука и техника, 1975. – 310 с.
18. Rai V., Khatoon S., Bisht S.S., Mehrotra S. Effect of cadmium on growth, ultramorphology of leaf and secondary metabolites of *Phyllanthus amarus* Schum. and Thonn // Chemosphere. – 2005. – Vol. 61. – P. 1644–1650.
19. Бабыкина А.М., Анцупова Т.П. Влияние некоторых эколого-географических факторов на накопление алкалоидов в двух видах мака // Известия Бурятского государственного университета. – 2012. – № 4. – С. 85–87.

Literatura

1. Shhagapsoev S.H. Rastitel'nyj pokrov Kabardino-Balkarii. – Nal'chik: Tetragraf, 2015. – 352 s.
2. Rastitel'nye resursy SSSR. Cvetkovye rastenija, ih himicheskij sostav, ispol'zovanie. Semejstva Caprifoliaceae – Plantaginaceae. – L.: Nauka, 1990. – 328 s.
3. Gleason H.A. The new Britton and Brown illustrated Flora of the North-eastern United States and Adjacent Canada. Ed. 2. – Lancaster, Penna, 1958. – Vol. 2. – 655 p.
4. Uligova T.S., Gedgafova F.V., Gorobcova O.N. i dr. Jekologo-biologicheskie issledovaniya estestvennyh biocenozov v areale chernozemov obyknovennyh karbonatnyh ostanochno-lugovatyh Central'nogo Kavkaza (Kabardino-Balkarija) // Izv. Samar. nauch. centra Ros. akad. nauk. – 2015. – T. 17, № 4 (2). – S. 412–418.
5. Antipova S.V., Antipova E.M. Stepen' naturalizacii invazionnyh vidov rastenij vo flore g. Krasnojarska // Vestn. KrasGAU. – 2017. – № 12. – S. 163–170.
6. Galieva R.R. Floristicheskoe raznoobrazie i osobennosti vossta-novlenija rastitel'nogo pokrova na uchastkah, narushennyh v rezul'tate neftegazodobychi na territorii Obshhego Syrta // Izv. Orenburg. gos. ag-rar. un-ta. – 2015. – № 6 (56). – S. 199–202.
7. Harhota A.I., Prohorova S.I., Agurova I.V. Osobennosti antropo-gennogo singeneza v

- tehnogenyy jekotopah jugo-vostoka Ukrayny // Biosfera. – 2014. – T. 6, № 1. – S. 46–52.
8. Chadin I.F. Hemosistematiка – osnova izuchenija biohimicheskogo raznoobrazija rastenij // Vestn. Instituta biologii Komi nauch. centra UrO RAN. – 2001. – № 8. – S. 15–17.
9. Pogockaja A.A., Buzuk G.N., Sozinov O.V. Morfometrija Chelidonium majus L.: vzaimosvjaz' razmerov, formy lista i soderzhanija alkaloidov i fenol'nyh soedinenij // Vestn. farmacii. – 2010. – № 3 (49). – S. 26–39.
10. Cyganov D.N. Fitoindikacija jekologicheskikh rezhimov v podzone hvojno-shirokolistvennyh lesov. – M.: Nauka, 1983. – 197 s.
11. Ramenskij L.G., Cacenkin I.A., Chizhikov O.N. i dr. Jekologicheskaja ocenka kormovyh ugodij po rastitel'nomu pokrovu. – M.: Sel'hozgiz, 1956. – 472 s.
12. Rostova N.S. Korreljacii: struktura i izmenchivost'. – SPb.: Izd-vo SPb. un-ta, 2002. – 308 s.
13. Zajcev N.G. Metodika biometricheskikh raschetov. – M.: Nauka, 1973. – 256 s.
14. Ishbirdin A.R., Ishmuratova M.M. Adaptivnyj morfogenet i jeko-logo-cenoticheskie strategii vyzhivanija travjanistyh rastenij // Metody populacionnoj biologii. – 2004. – Ch. 2. – S. 113–120.
15. Gosudarstvennaja farmakopeja SSSR. Vyp. 2. Obshchie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. – 11-e izd. – M.: Medicina, 1990. – 400 s.
16. Metodicheskie ukazanija po opredeleniju tjazhelyh metallov v pochvah sel'hozgodij i produkcii rastenievodstva. – M.: Izd-vo CINAO, 1992. – 63 s.
17. Mironenko A.V. Biohimija ljudjina. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1975. – 310 s.
18. Rai V., Khatoon S., Bisht S.S., Mehrotra S. Effect of cadmium on growth, ultramorphology of leaf and secondary metabolites of Phyllanthus amarus Schum. and Thonn // Chemosphere. – 2005. – Vol. 61. – P. 1644–1650.
19. Babykina A.M., Anisurova T.P. Vlijanie nekotoryh jekologo-geograficheskikh faktorov na nakoplenie alkaloidov v dvuh vidah maka // Izvestija Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2012. – № 4. – S. 85–87.

УДК634.0.231

М.А. Мартынова

**ДЕМУТАЦИОННЫЕ И ИНВАЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ
В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ**

M.A. Martynova

**DEMOULTIONAL AND INVASIVE PROCESSES OF LAYLANDS IN THE STEPPE ZONE
OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA**

Мартынова М.А. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. группы мелиорации и борьбы с опустыниванием НИИ аграрных проблем Хакасии, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое. E-mail: artemisiadracun61@mail.ru

Martynova M.A. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Group of Melioration and Fight against Desertification, Research and Development Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Republic of Khakassia, Ust-Abakan District, V. Zelenoe. E-mail: artemisiadracun61@mail.ru

Цель исследования – оценка скорости демутационных и инвазионных процессов пахотных земель в степной зоне Республики Хакасия, подвергнутых стихийной консервации. Исследование проводили согласно общепринятым методикам на пахотных землях, стихийно законсервированных в течение 13 лет. На трансектах закладывали пробные площадки и проводили геоботаническое описание по А.Г. Воронову, жизненное состояние семенного возобновления вяза приземистого – по В.А. Алексееву. Определено, что восстановление первичной целинной растительности протекает медленно, демутация относилась к корневищной стадии. *Ulmus pumila* L. активно расселяется и

натурализуется на залежных землях в границах полезащитных лесных полос (ПЗЛП). Скорость процесса распространения вяза приземистого семенами проявлялась как в слабой, так и сильной степени (категории «внедрение» и «захват»). Зарастание межполосных полей вязом приземистым происходило неравномерно. Зарастание полей, расположенных с краю системы ПЗЛП, относили к категории «внедрение», где сомкнутость крон вяза приземистого в среднем на всю территорию межполосного поля составляла менее 0,3. Зарастание удаленного от влияния господствующих ветров межполосного поля относили к категории «захват», где вся площадь была занята вязовыми

фитоценозами. На участках с категорией «внедрение» средневозрастные особи были представлены малочисленно и не образовывали верхний ярус, на территории с категорией «захват» образовывали верхний ярус с сомкнутостью крон 0,2–0,5. Жизненное состояние средневозрастных растений оценивали как ослабленное или усыхающее. Жизненное состояние молодняков хорошее. Полученные данные могут быть использованы при возврате залежных земель в сельскохозяйственный оборот в условиях активного расселения вяза приземистого.

Ключевые слова: вяз приземистый, демутация, инвазия, полезащитные лесные полосы, естественное возобновление, залежные земли.

The research objective was the assessment of speed of demutational and invasive processes of arable lands in the steppe zone of the Republic of Khakassia subjected to spontaneous preservation. The research was conducted according to the standard techniques on the arable lands which are spontaneously preserved within 13 years. On the transects trial platforms were put and geobotanical description according to A.G. Voronov carried out, vital condition of seed renewal of *Ulmus pumila* according to V.A. Alekseev. It is defined that restoration of primary virgin vegetation proceeds slowly, the demutation belonged to root stage. *Ulmus pumila* L. it is actively settled and naturalized on laylands in borders of forest shelter belts (FSB). The speed of the process of distribution of *Ulmus pumila* was shown by the seeds as in weak and strong degree (category "introduction" and "capture"). Overgrowing of interband fields *Ulmus pumila* happened unevenly. Overgrowing of the fields located with edge of system of FSB was referred to the category "introduction" where the density of elm crown of interband field on all territory, averaged less than 0.3. Overgrowing remote from influence of the dominating winds of an interband field referred to the category "capture" where all area was occupied with *Ulmus pumila* phytocenosis. On the sites with the category "introduction" middle-aged individuals were presented small and not forming the top circle, on the territory with the category "capture" formed the top circle with crowns density 0.2–0.5. Vital condition of middle-aged plants was estimated as weakened or drying out. Vital condition of young growths was good. Obtained data can be used at return of laylands to agricultural turn in the conditions of active moving of an elm stocky.

Keywords: *Ulmus pumila*, demutation, invasion, windbreak forest fields, natural regeneration, laylands.

Введение. В связи с ликвидацией в России в 90-х гг. ХХ в. 15 тыс. сельскохозяйственных предприятий выведены из сельскохозяйственного оборота 45 млн га земель. Эти земли активно застают древесной и кустарниковой растительностью [1]. На

юге Средней Сибири инвазионным видом, поселяющимся на заброшенных полях между полезащитными лесными полосами, стал вяз приземистый. *Ulmus pumila* L. – интродуцент, источником семян этого вида являются насаждения городов и поселков [2], а также полезащитные лесные полосы (ПЗЛП). Учеными этому виду присвоен 2-й статус агрессивности в Черной книге флоры Сибири, так как он активно расселяется и натурализуется в нарушенных полупустынных и естественных местообитаниях [3]. В течение последних 20 лет растет интерес к исследованию процессов естественного лесовозобновления на оставленных сельскохозяйственных угодьях. Проблема оценки скорости процессов лесовозобновления на нарушенных территориях актуальна [4]. В настоящее время необходимо определить эффективную стратегию борьбы с нежелательным естественным семенным возобновлением.

Цель исследования: оценить скорость демутационных и инвазионных процессов, протекающих на пахотных землях в степной зоне Республики Хакасия, подвергнутых стихийной консервации.

Задачи: определить категории инвазии вяза приземистого на стихийно законсервированных землях; определить стадии демутации залежных земель; охарактеризовать лесоводственные показатели и санитарное состояние семенного возобновления вяза приземистого.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось в 2012 г. маршрутным методом в межполосных полях системы ПЗЛП степной зоны Республики Хакасия. Перпендикулярно полезащитным лесным полосам через все межполосные поля с юго-запада на северо-восток закладывались транsects шириной 1 м. На них распределяли вплотную друг к другу пробные площадки. Размер пробной площадки равнялся 20 м² (1 м × 20 м) [5]. На пробных площадках проводилось геоботаническое описание по методике, изложенной в учебном пособии «Геоботаника» [6]. Определяли: видовой состав, обилие, проективное покрытие травостоя, сомкнутость крон, диаметр стволов, диаметр крон, высоту стволов, возраст кустарникового яруса. Подсчитывали густоту особей вяза приземистого. Для определения жизненного состояния семенного возобновления вяза приземистого использовалась общепринятая шкала визуальной оценки состояния деревьев по внешним диагностическим признакам [7]. Возраст древесных растений определялся на модельных деревьях методом подсчета годичных колец на спилах стволов. В работе использовались термины и определения согласно ГОСТ 18486-87 [8]. Отдельная особь вяза приземистого имела несколько побегов, поэтому ее биоморфа определялась как кустарниковое растение (рис. 1, 2). Для кустарников возрастной период равняется 5 годам [9]. Кустарниковые растения до 10 лет относили к 1-му и 2-му классам, в воз-

расте от 11 до 15 лет – к 3-му средневозрастному классу. Классификация кустарников по высоте определена по сведениям, изложенным в «Справочнике по мелиорации» [10].

Результаты исследования и их обсуждение. Объект исследования – растительный покров межполосных полей системы ПЗЛП. Почвы – чернозем малогумусный среднемощный суглинистый [11]. Залежные черноземные земли подлежат возврату в сельскохозяйственный оборот. Система ПЗЛП состояла из 4 лесных полос. Высота древостоя в ПЗЛП равнялась $535 \pm 0,4$ см; диаметр стволов – $9,4 \pm 0,1$ см. Ширина межполосного поля равнялась 300 м. Возраст залежи составлял 13 лет. По существующей градации залежи сроком более 10 лет относятся к старым [12].

Для удобства характеристики степени и скорости инвазии вяза приземистого в залежные поля смоделированы две категории: «внедрение» и «захват». Условно к категории инвазии «внедрение» отнесены такие территории, где среднеарифметическая сомкнутость древесного полога составляет менее 0,3 или закустаренность территории менее 30 %.

Условно к категории инвазии «захват» отнесены такие территории, где среднеарифметическая сомкнутость древесного полога составляет более 0,3 или закустаренность территории более 30 %.

К категории инвазии «внедрение» относились межполосные поля, расположенные с наветренной части системы ПЗЛП (1-е и 2-е межполосное поле).

С заветренной (восточной) стороны на расстоянии от 0 до 100 м от лесных полос лентой произрастал вяз приземистый. Наибольшая численность

(171 тыс. шт/га) зафиксирована на узкой ленте шириной 20 м вблизи ПЗЛП (табл. 1). На расстоянии свыше 20 м численность резко падала до 16,5 тыс. шт/га.

Естественное семенное возобновление было разновозрастным. На фоне молодых растений хорошо выделялись одиночно стоящие древесные растения, в возрасте 13 лет, по причине своей малочисленности не образующие верхний ярус. Высота средневозрастных особей составляла 2–3 м, диаметр кроны – 2–3 м, сомкнутость крон менее 0,1. Сомкнутость крон молодых кустарниковых растений составляла от 0,1 до 0,7. Молодые кустарниковые растения относились к градации «мелкие», так как их высота была менее 200 см. На расстоянии от 80 до 100 м от ПЗЛП особи вяза малочисленны (0,5 тыс. шт/га) и мелки по размерам (высота около 26 см), сомкнутость крон составляла менее 0,1. Перед наветренной стороной ПЗЛП также произрастал вяз приземистый, но уже меньшей численности.

Жизненное состояние молодых кустарниковых растений – здоровые. Средневозрастные растения имели усыхание ветвей 40–50 (60–100 %). Жизненное состояние средневозрастных растений оценивалось как сильно ослабленное или усыхающее.

К категории «захват» относились территории 3-го межполосного поля, где вся растительность была представлена вязовыми фитоценозами (табл. 2). Сомкнутость крон вяза приземистого достигала 0,2–0,5, высота – 200–300 см. Жизненное состояние средневозрастных особей оценивалось как здоровые.

Таблица 1

Лесоводственная характеристика вяза приземистого, произрастающего на залежных землях на 1-м и 2-м межполосных полях

Расстояние от ПЗЛП, м	Характеристика вяза приземистого с высотой ствола до 100 см				Численность вяза приземистого с высотой ствола более 100 см, тыс. шт/га
	Численность вяза, тыс. шт/га	Высота, см	Диаметр кроны, см	Диаметр ствola в комплевой части, см	
0–20	172,0±2,4	85,5±7,4	94,8±10	0,1±1,4	0
21–40	16,0±0,3	63,9±6,6	66,3±6,8	0,29±0,03	2,0±0,1
41–60	6,5±1,0	48,5±3,4	52,8±4,0	0,35±0,05	0,5±0,05
61–80	0,5±0,3	54,7±5,8	58,2±7,1	0,38±0,06	0,5±0,1
81–00	0	Единичные экземпляры			0
101–120	0	-	-	-	0
121–140	0	-	-	-	0
141–160	0	Единичные экземпляры			0
161–180	0	-	-	-	0
181–200	0	-	-	-	0
201–220	0	Единичные экземпляры			0
221–240	0	Единичные экземпляры			0
241–260	0	Единичные экземпляры			0
261–280	0	Единичные экземпляры			0
281–300	39,7±2,0	44,1±4,5	38,3±3,1	0,21±0,03	2,0±0,2

Таблица 2

**Характеристика вяза приземистого на 3-м межполосном поле в системе ПЗЛП,
расположенном на залежных землях**

Расстояние от ПЗЛП, м	Фитоценоз	Возраст вяза приземистого в верхнем ярусе, лет	Высота, см	Сомкнутость крон верхнего яруса
0–9	Пырейно-вязовый	1–3	15–20	0,5
10–77		9–13	200–300	0,4–0,5
77–100		9–13	200–300	0,2
101–294		9–13	200–300	0,2–0,4
295–300	Полынно-вязовый	1–3	15–20	0,2

Согласно исследованиям В.Р. Вильямса, в степи на 2–10-й год залежеобразования развивается 2-я стадия демутации: стадия корневищных злаков, после которой наступает стадия рыхлокустовых злаков [13]. На изучаемом объекте на всех межполосных полях наблюдали стадию корневищных злаков (табл. 2, 3).

Доминирующими видами в растительном покрове являлся *Agropyron repens* (L.) Beauv. (табл. 4). Кроме пырейно-вязовых или пырейных фитоценозов местами встречались колосняковые, кострецовье, по центру поля – полынные, коноплевые фитоценозы,

Таблица 3

**Характеристика растительного покрова залежных земель
на 1-м и 2-м межполосных полях в системе ПЗЛП**

Расстояние от ПЗЛП, м	Фитоценоз	Стадии демутации	Общее проективное покрытие	Закустаренность, %
0–20	Кострецово-колосняково-вязовый; пырейно-вязовый	Корневищная	40–70	50–70
21–40	Пырейный-вязовый; полынно-пырейно-вязовый	Корневищная с наличием бурьянистой	30–50	10–50
41–60	Пырейный-вязовый; полынно-пырейно-вязовый	Корневищная с наличием бурьянистой	30–40	0–10
61–80	Пырейный	Корневищная	25–30	-
81–100	Пырейный	Корневищная	25–30	-
101–120	Пырейный; полынно-пырейный	Корневищная с наличием бурьянистой	20–25	-
121–140	Колосняково-пырейный; полынно-коноплево-пырейный	Корневищная с наличием бурьянистой	30	-
141–160	Полынно-пырейный; пырейно-коноплевый	Корневищная с наличием бурьянистой	35–40	-
161–180	Полынно-пырейный	Корневищная с наличием бурьянистой	25–35	-
181–200	Пырейно-полынnyй; полынно-пырейный	Корневищная с наличием бурьянистой	35–40	-
201–220	Коноплево-пырейный; колосняково-пырейно-коноплевый	Корневищная с наличием бурьянистой	30–35	-
221–240	Пырейный; пырейно-колосняковый	Корневищная	30–40	-
241–260	Пырейный; пырейно-колосняковый	Корневищная	30–40	-
261–280	Пырейный	Корневищная	30	-
281–300	Колосняково-пырейный; пырейно-вязовый	Корневищная	30	0–10
Среднее	Пырейный	Корневищная	33	-

**Список видов травянистых растений, произрастающих на залежных землях
в границах системы ПЗЛП в окрестностях д. Красный Камень**

№ п/п	Вид	Обилие видов	№	Вид	Обилие видов
1	<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.	Cop ²	14	<i>Potentilla conferta</i> Bunge	Sp
2	<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub	Cop ¹	15	<i>Nonea pulla</i> (L.) DC.	Sp
3	<i>Leymus ramosus</i> (Trin.) Tzvel.	Cop ¹	16	<i>Veronica incana</i> L.	Sp
4	<i>Stipa capillata</i> L.	Sp	17	<i>Senecio erucifolius</i> L.	
5	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Sp	18	<i>Artemisia sieveriana</i> Willd.	Cop ¹
6	<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. et Kit.	Cop ¹	19	<i>Cannabis ruderalis</i> Janisch.	Cop ¹
7	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Sp	20	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Sp
8	<i>Artemisia frigida</i> Willd.	Sp	21	<i>Lappula myosotis</i> Moench	Sol
9	<i>Artemisia glauca</i> Pall. ex Willd.	Cop ¹	22	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Roen et Schult.	Sol
10	<i>Aster altaicus</i> Willd.	Sp	23	<i>Sonchus arvensis</i> L.	Sp
11	<i>Erysimum hieracifolium</i> L.	Sp	24	<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Sp
12	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	Sp	25	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	Sp
13	<i>Potentilla biturca</i> L.	Sp			

Выходы. Скорость демутационных процессов на залежных землях в системах ПЗЛП в степной зоне Хакасии медленная, так как по прошествии 13 лет с момента консервации пахотных земель наблюдалась стадия корневищных злаков.

Зарастание межполосных полей вязом приземистым происходит неравномерно. Скорость инвазионных процессов проявлялась как в слабой, так и сильной степени (категории «внедрение» и «захват»). К категории инвазии «внедрение» относились 2 залежных поля, расположенных с наветренной части системы ПЗЛП, так как закустаренность составила менее 30 %. На этих 2 полях скорость инвазионных процессов слабая из-за влияния господствующих ветров. На межполосных полях преобладал мелкий кустарник высотой от 44 до 85 см с диаметром кроны от 38 до 94 см. Жизненное состояние мелкого кустарника – здоровые. Залежные земли, где произрастал мелкий кустарник, а это за-ветренная сторона ПЗЛП на расстоянии до 80 м, следует перепахать землю плантажным плугом, предварительно выкорчевав одиночно произрастающие особи средне-возрастного класса возраста. Остальные участки следует перепахать плугом ПН-3-35.

К категории инвазии «захват» относилось 3-е межполосное поле, удаленное от влияния господствующих ветров, так как вся территория была занята вязовыми фитоценозами. На межполосных полях преобладали средневозрастные особи высотой от 200 до 300 см с сомкнутостью крон от 0,2 до 0,5. Жизненное состояние средневозрастных кустарни-

ковых растений – здоровые. Территорию 3-го межполосного поля следует обработать арборицидом.

Литература

1. Свинцов И.П., Кулик К.Н., Чмыр А.Ф. Леса на землях, выбывших из сельскохозяйственного оборота АПК России // Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота: мат-лы всерос. науч. конф. – М., 2008. – С. 166–173.
2. Татаринцев А.И. Санитарное состояние насаждений вяза в г. Красноярске // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 8. – С. 68–72.
3. Черная Книга флоры Сибири. – Новосибирск: Гео, 2016. – 440 с.
4. Шледт А.А. История земледелия Сибири / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2003. – 261 с.
5. Жукова А.И., Григорьев О.И., Григорьева О.И. и др. Лесное ресурсоведение: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЛТА, 2008. – 206 с.
6. Воронов А.Г. Геоботаника: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1973. – 384 с.
7. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
8. ГОСТ 18486-87. Лесоводство. Термины и определения / Госком СССР по стандартам. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 18 с.

9. Колесниченко М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства. – М: Колос, 1981. – 335 с.
10. Маслов Б.С., Минаев И.В., Губер К.В. Справочник по мелиорации. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 383 с.
11. Градобоев Н.Д. Атлас почв Хакасской автономной области // Тр. Южно-Енисейской комплексной экспедиции. – М.: Изд-во АН СССР, 1950. – Вып. 1. – 12 с.
12. Сенокосы и пастбища. – Л.: Колос, 1969. – 704 с.
13. Вильямс В.Р. Естественно-научные основы луговодства, или луговедение. – М.: Новая деревня, 1922.
3. Chernaja Kniga flory Sibiri. – Novosibirsk: Geo, 2016. – 440 s.
4. Shpedt A.A. Istorija zemledelija Sibiri / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2003. – 261 s.
5. Zhukova A.I., Grigor'ev O.I., Grigor'eva O.I. i dr. Lesnoe resursovedenie: ucheb. posobie. – SPb.: Izd-vo SPbGLTA, 2008. – 206 s.
6. Voronov A.G. Geobotanika: ucheb. posobie. – M.: Vyssh. shk., 1973. – 384 s.
7. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostojaniya derev'ev i drevostoev // Lesovedenie. – 1989. – № 4. – S. 51–57.
8. GOST 18486-87. Lesovodstvo. Terminy i opredelenija / Goskom SSSR po standartam. – M.: Izd-vo standartov, 1987. – 18 s.
9. Kolesnichenko M.V. Lesomeliioracija s osnovami lesovedstva. – M: Kolos, 1981. – 335 s.
10. Maslov B.S., Minaev I.V., Guber K.V. Spravochnik po melioracii. – M.: Rosagropromizdat, 1989. – 383 s.
11. Gradoboev N.D. Atlas pochv Hakasskoj avtonomnoj oblasti // Tr. Juzhno-Enisejskoj kompleksnoj jekspedicii. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1950. – Vyp. 1. – 12 s.
12. Senokosy i pastbishha. – L.: Kolos, 1969. – 704 s.
13. Villjams V.R. Estestvenno-nauchnye osnovy lugovodstva, ili lugovedenie. – M.: Novaja drevnya, 1922.

Literatura

1. Svincov I.P., Kulik K.N., Chmyr A.F. Lesa na zemljah, vybyvshih iz sel'skokhozjaistvennogo oborota APK Rossii // Agroekologicheskoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija zemel' Rossii, vybyvshih iz aktivnogo sel'skokhozjaistvennogo oborota: mat-ly vseros. nauch. konf. – M., 2008. – S. 166–173.
2. Tatarincev A.I. Sanitarnoe sostojanie nasazhdennij vjaza v g. Krasnojarske // Vestn. KrasGAU. – 2012. – № 8. – S. 68–72.

УДК: 574.3: 633.1

В.М. Гювендиев, А.М. Аскеров

ТАКСОНОМИЯ ВИДОВ РОДА *MEDICAGO* L. (*FABACEAE* LINDL.) ФЛОРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА И МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ

V.M. Guvendiev, A.M. Askerov

THE TAXONOMY OF SPECIES OF THE GENUS *MEDICAGO* L. (*FABACEAE* LINDL.) FLORA OF AZERBAIJAN AND MICROMORPHOLOGICAL TRAITS OF SEEDS OF SOME SPECIES

Гювендиев В.М. – науч. сотр. отдела экоботаники и систематики Института генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: guvendiyev@mail.ru

Аскеров А.М. – зав. отделом экоботаники и систематики Института генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: askerov1@mail.ru

В результате проведенных исследований внесены изменения в таксономию рода *Medicago* L.

Guvendiev V.M. – Staff Scientist, Department of Ecobotany and Systematization, Institute of Genetic Resources, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: guvendiyev@mail.ru

Askerov A.M. – Head, Department of Ecobotany and Systematization, Institute of Genetic Resources, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: askerov1@mail.ru

современной азербайджанской флоры и виды рода сгруппированы не в 4, а в 7 секциях. Виды, сгруппи-

рованные в каждой секции, характеризуются общими константными морфологическими признаками. Установлено, что в Азербайджане распространено 17 видов рода *Medicago* L. В статье представлена информация о систематике, биоэкологических особенностях рода и результаты исследования микроморфологических особенностей семян видов со спорной систематической классификацией. Впервые под электронным микроскопом (SEM) изучена микроморфология семян 9 видов рода *Medicago* L. (*M. littoralis*, *M. rigidula*, *M. truncatula*, *M. arabica*, *M. minima*, *M. polymorpha*, *M. meyeri*, *M. orbicularis*, *M. lupulina*), относящихся к 3 секциям (*Spirocarpos*, *Orbiculares*, *Lupularia*). Статус некоторых видов рода *Medicago* L., относящихся к субтрибе *Trigonellinae* трибы *Trifolieae* спорен, однако различная форма семян, размеры и различный цвет позволяют присвоить самостоятельный статус этим видам. Как показали исследования, виды рода *Medicago* L. различаются не только по макроморфологическим признакам, но и своими микроморфологическими особенностями. Семена большинства исследованных видов рода *Medicago* L. наряду с различной формой обладают различной структурой эпидермального слоя. Некоторые таксоны (*M. littoralis*, *M. truncatula*, *M. minima*, *M. meyeri*), мало отличающиеся по морфологическим признакам, легко различаются особенностями микроструктуры эпидермального слоя. В статье представлены результаты индексации и кластерного анализа согласно показателям микроморфологических признаков каждого семени таксона по форме, цвету, структуре поверхности, размерам. Таксономический состав таксонов рода представлен на основании принятых приоритетных названий Международной ботанической номенклатуры. Уточнен ареал распространения видов рода в Азербайджане.

Ключевые слова: *Medicago*, флора, триба, род, таксон, ареал, биотоп.

As a result of the studies, some changes were made to the taxonomy of the genus *Medicago* L. of modern Flora of Azerbaijan and the species of the genus are classified not in 4, but in 7 sections. The types grouped in each section were characterized by general constant morphological features. It was established that 17 species of the genus *Medicago* L. were spread in Azerbaijan. The information on the systematization, bioecological features of the sort and results of research of micromorphological features of seeds of views with disputable systematic classification was provided in the study. For the first time under an electronic microscope (SEM) the micromorphology of seeds of 9 types of the sort *Medicago* L. has been studied (M. *littoralis*,

M. rigidula, *M. truncatula*, *M. arabica*, *M. minima*, *M. polymorpha*, *M. meyeri*, *M. orbicularis*, *M. lupulina*), belonging to 3 sections (*Spirocarpos*, *Orbiculares*, *Lupularia*). The status of some types of the sort *Medicago* L. *Trigonellinae* of the tribe of *Trifolieae* relating to the subtribe was disputable, however, various form of seeds, the size and various color allowed to give independent status to these types. The studies demonstrated that the species of the genus *Medicago* L. varied not only in their macromorphological features, but also in micromorphological features. The seeds of the most of studied species of the genus *Medicago* L., along with different form, had different structure of epidermal layer. Some taxons (*M. littoralis*, *M. truncatula*, *M. minima*, *M. meyeri*) were a little different on morphological features, easily differed with features of microstructure of epidermal layer. The study provided the results of indexation and cluster analysis according to the indicators of the micromorphological characteristics of each seed taxon in terms of shape, color, and surface structure, size. Taxonomical composition of taxons of the genus was presented on the basis of confirmed priority names of the International Botanical Nomenclature. The area of distribution of types of a sort in Azerbaijan was specified.

Key words: *Medicago*, flora, triba, genus, taxon, area, biotope.

Введение. В мировой фитогеографии Азербайджанская Республика занимает лидирующие позиции в богатстве биоразнообразия дикой растительности. На территории Азербайджана распространено 159 семейств и 4 961 вид растений, относящихся к 1 117 родам [1].

Семейство Бобовые охватывает примерно 720 родов и 18 000 видов [22]. Род *Medicago* L. считается полиморфным родом семейства бобовых. Современным ареалом распространения видов рода *Medicago* L. считается Евразия, Африка и, в частности, страны Средиземноморского бассейна, а также большинство фитогеографических регионов мира в целом. В мировой флоре известно 83 вида данного рода [11]. Впервые в 1753 г. К. Линни дал научное описание рода *Medicago* и показал, что род состоит из 9 видов [21]. Род *Medicago* таксономически относится к семейству *Fabaceae* (*Leguminosae*), полусемейству *Papilionoideae*, трибе *Trifolieae*, полутрибе *Trigonellinae* [10]. К трибе *Trifolieae* относятся роды *Medicago* L., *Melilotus* Adans., *Trigonella* L. и *Trifolium* L. Роды *Medicago*, *Melilotus* и *Trigonella* вместе образуют субтрибу *Trigonellinae* внутри трибы *Trifolieae*. В связи со спорным генетическим филогенезом история эволюции рода *Medicago* остается нерешенной [9, 15].

Во «Флоре СССР» указано распространение 36 родов *Medicago* L. [4]. По данным И. Лачашвили на Кавказе распространено 30 видов рода люцерна, 19 из которых являются многолетними, а остальные виды однолетними растениями [2]. В труде «Флора Азербайджана» отмечается, что на территории Азербайджана распространено 20 видов люцерны [3]. По последним данным в Азербайджане распространен 21 вид рода *Medicago* [1].

Таксономия *Medicago* L. в Азербайджане не была детально исследована, статус большинства видов рода не уточнен, в чем и состоит актуальность исследования.

Цель исследования: подготовить конспект рода *Medicago* L. Азербайджанской флоры и уточнить статус спорных видов. В исследованиях, проведенных в 2012–2015 гг. статусы нескольких видов рода были уточнены нами.

Материал и методики исследования. В 2012–2017 гг. с целью исследования видов рода *Medicago* азербайджанской флоры во флористических экспедициях, организованных на территории Азербайджана, были собраны гербарий и семена растений видов этих родов.

Экспедиции и мониторинги проводились на разных морфофизиологических стадиях развития растений для выявления диагностических признаков, которые имеют важное таксономическое значение. Собранные образцы были обследованы на основе материалов, хранящихся в гербариях Тбилисского Ботанического Института (ТБ, Грузия),

Гёттингенского Гербарного Фонда (DGT, Германия), Института Ботаники НАНА (ВАК) и Института Генетических Ресурсов НАНА (AGRi), и были проанализированы с использованием информации, полученной из литературы, интернет-ресурсов и в результате мониторинга, проведенного в природе.

Электронным (SEM) и стереомикроскопами было исследовано микроструктурное строение поверхности собранных во время экспедиций семян 9 видов рода, относящихся к секциям *Medicago*, *Orbiculares*, *Lupularia* и *Spirocarios* (рис. 1, 2).

Каждый изученный вид был собран из разных популяций. Собранный семенной материал был упакован в специальные стерильные бумажные пакеты и высушен силикагелем в специальных лабораторных условиях. Было изучено по 10–20 семян всех образцов каждого вида. В стереомикроскопе Leica EZ4D были установлены размеры и цвет семян. Для изучения семян под электронным микроскопом (SEM) семена помещались на клейкие ленточные стабы и покрывались золотой пылью с помощью ионно-распылительного устройства JOEL JFC-1600 AFC. С целью изучения микроструктуры поверхности семян под электронным микроскопом JEOL JSM 6610 LV(SEM) были сделаны фотографии и проведен спектральный анализ различных участков поверхности.

Терминология моделей Testa была основана на Small и Brookers [27], Pinar и др. [26], Gunes и др. [17], Ceter и др. [8], Gunes F. [16], Teixeira и др. [28], Ozbek и др. [25], Mirzaei и др. [23].

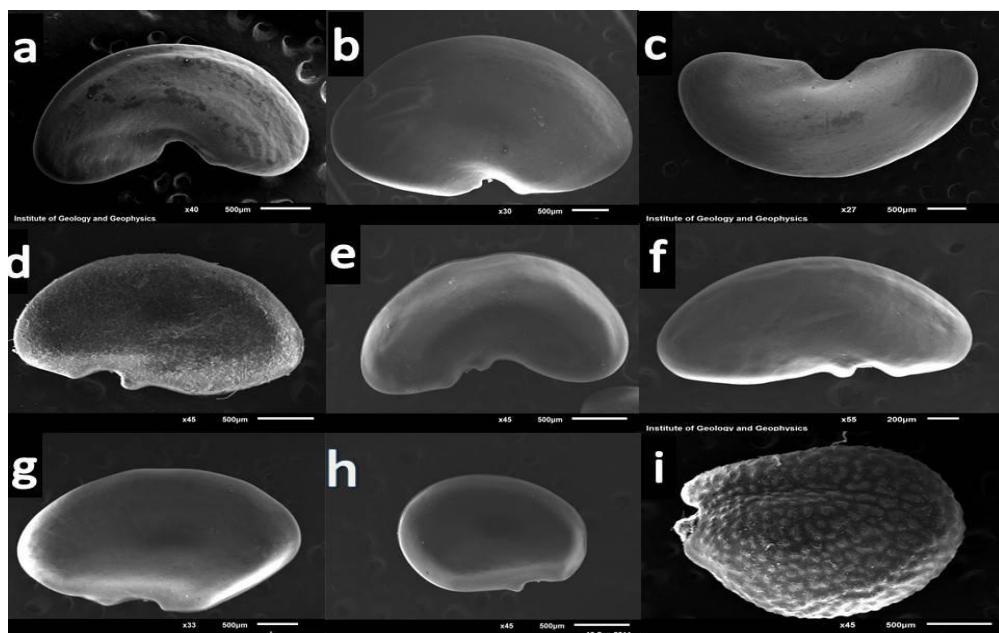


Рис. 1. СЭМ микрографы поверхности семян: a – *M. littoralis*; b – *M. rigidula*; c – *M. truncatula*; d – *M. arabica*; e – *M. minima*; f – *M. meyeri*; g – *M. polymorpha*; h – *M. lupulina*; i – *M. orbicularis*

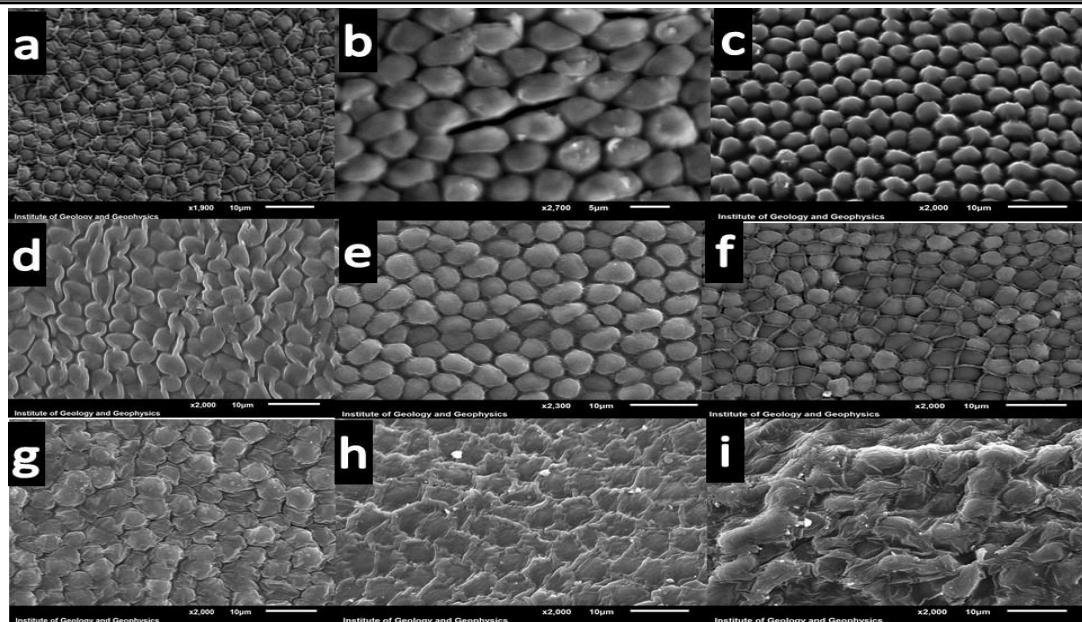


Рис. 2. Рисунок поверхности семян: a – *M. littoralis*; b – *M. rigidula*; c – *M. truncatula*; d – *M. arabica*; e – *M. minima*; f – *M. meyeri*; g – *M. polymorpha*; h – *M. lupulina*; i – *M. orbicularis*

Результаты исследования и их обсуждение.

Анализ географических и генетических связей видов рода люцерна азербайджанской флоры показал, что эти виды находятся в тесном контакте с некоторыми флористическими регионами – Центральной Азии, Западной Европы, Средиземноморского бассейна и Передней Азии.

Был уточнен статус таксонов и таксономический состав рода *Medicago*. Установлено, что во флоре Азербайджана распространено 17 видов рода *Medicago*. Виды родов встречаются в различных экологических биотопах, особенно в засушливых местах, на травянистых склонах, каменисто-щебнисто-глинистых почвах, в садах и посевах, среди сорных растений, на лесных полянах и лугах; 15 видов рода *Medicago* флоры Азербайджана (*M. littoralis*, *M. rigidula*, *M. orbicularis*, *M. truncatula*, *M. arabica*, *M. lupulina*, *M. minima*, *M. meyeri*, *M. polymorpha*, *M. medicaginoides*, *M. monantha*, *M. monspeliaca*, *M. orthocerac*, *M. radiata*, *M. brachycarpa*) – однолетние, а 2 вида (*M. sativa*, *M. popillosa*) – многолетние растения. Виды родов участвуют в образовании различных пастбищ, однако не образуют формаций большого массива и независимых ценозов. Некоторые из видов (*M. littoralis*, *M. rigidula*, *M. truncatula*, *M. minima*) участвуют в формировании горных ксерофитов и сухих пастбищ. Некоторые виды рода (*M. orbicularis*, *M. arabica*, *M. polymorpha*, *M. lupulina* и т. д.) встречаются среди субальпийской растительности, на различных злаковых лугах, а некоторые однолетние виды (*M. minima*, *M. monspeliaca*,

M. rigidula, *M. orthocerac* и т. д.) встречаются в полупустынных и пустынных растительных формациях.

В предыдущих исследованиях авторы группировали виды рода *Medicago* флоры Азербайджана в четырех секциях. В результате исследований таксономический состав рода был изменен и виды рода *Medicago* были сгруппированы не в 4, а в 7 секциях. Виды, сгруппированные в каждой секции, характеризуются общими константными морфологическими признаками. Согласно вышеупомянутым данным и проведенным исследованиям, виды *Medicago* L. во флоре Азербайджана представлены не 21 видом, а 17 видами. Таксономический состав исследован и представлен в секциях, указанных в таблице.

Исследуемые нами некоторые таксоны по морфологическим признакам мало отличаются друг от друга. Морфология поверхности семян вообще не изменяется, они имеют стабильную форму, в сравнении с другими органами семена менее подвергаются воздействию внешних экологических условий [13]. В определении статуса видов и их установлении микроструктура поверхности семени каждого вида обладает специфическими микроморфологическими особенностями. Обладая специфическими микроморфологическими признаками микроструктура поверхности семян каждого вида имеет таксономическое значение в установлении статуса видов. Изучение многих групп растений показывает, что морфология семян и анатомические особенности являются достаточно консервативными и опосредованно важными морфологическими признаками с таксономической

точки зрения [29, 14, 18]. Исследование ультраструктуры поверхности семян с помощью электронного микроскопа (СЭМ) известно как надежный метод для подхода к оценке филогене-

тических связей видов и установлении таксонов [5]. Данный признак иногда считается характерным признаком рода.

Виды секции

Секции	Виды
Sect. <i>Medicago</i>	<i>M. sativa</i> L., <i>M. papillosa</i> Boiss.
Sect. <i>Spirocarios</i>	<i>M. littoralis</i> Rohde ex Loisel., <i>M. rigidula</i> (L.) All., <i>M. truncatula</i> Gaertn., <i>M. arabica</i> (L.) Huds, <i>M. minima</i> (L.) Bartalini, <i>M. polymorpha</i> L., <i>M. meyeri</i> Grun.
Sect. <i>Orbiculares</i>	<i>M. orbicularis</i> (L.) Bartalini
Sect. <i>Hymenocarpos</i>	<i>M. radiata</i> L.
Sect. <i>Lunate</i>	<i>M. brachycarpa</i> M. Bieb.
Sect. <i>Lupularia</i>	<i>M. lupulina</i> L.
Sect. <i>Buceras</i>	<i>M. medicaginoides</i> (Retz) E. Small, <i>M. monantha</i> (C.A. Mey) Trautv., <i>M. monspeliaca</i> (L.) Trautv., <i>M. orthocerac</i> (Kar. & Kir.) Trautv.

Срез семян видов рода *Medicago* L. состоит из эпидермиса – слоя Малпигии, гиподермиса (лимфатический слой), внутреннего слоя (паренхимы), эндосперма и зародыша [27, 19]. Хотя данное строение характерно для многих семейств, его нельзя отнести ко всем родам семейства бобовых [29, 12].

Большинство семян видов рода *Medicago* L. имеют почковидную форму, зернистый слой эпидермиса, морщинистую или ровную поверхность. Из экзоморфических признаков – формы, цвета, структуры поверхности, размеров формы становится ясно, что семена исследуемых таксонов отличаются друг от друга. При рассмотрении поверхности семени под стереомикроскопом кроме морщинистого и ворсистого семени *M. orbicularis* семена всех остальных видов гладкие и не ворсистые. При использовании в исследованиях электронного микроскопа различие в строении эпидермального слоя семян очевидно (рис. 2). Размеры семян меняются в пределах 4.2 × 2.5 и 1.8 × 1.4 мм.

Проведена сравнительная оценка гербарного и семенного материала видов *M. arabica* (L.) Huds. и *M. talyschensis* Latsch. Под электронным микроскопом (SEM) изучались микроморфологические особенности семян, а у пророщенных в лабораторных условиях проростков обоих видов, особенности строения стебля, листьев и т. д. (рис. 4). Все микроморфологические показатели обоих видов были идентичными. В результате молекулярного анализа видов рода *Medicago* L. с использованием ISSR маркеров у генотипов *M. talyschensis* и *M. arabica* генетический коэффициент сходства составил 0.98, вследствие чего оба генотипа были сгруппированы в одном кластере.

Исследуемые виды преобладают в секции *Spirocarios* (*M. littoralis*, *M. rigidula*, *M. truncatula*, *M. arabica*, *M. minima*, *M. polymorpha*, *M. meyeri*). Виды данной секции имеют специфический тип боба. Боб покрыт плотно спирально закручивающимися колючками. Подобное покрытие плода колючками помога-

ет его распространению. Так, после того как бобы опадают на почву, они застrewают там. Внутри боба находится 2–7 (9) семян и при прорастании развивается только один из них. В отличие от других видов, в видах данной секции семена не отделяются от бобов.

Исследования показывают, что гемолитический сапонин чаще встречается у видов рода *Medicago*, семена которых более долгое время держатся внутри плода, чем у видов, которые с легкостью распространяют свои семена [24]. Поэтому из-за гемолитического сапонина, содержащегося в семенах видов секции *Spirocarios*, они обладают антипитательными защитными свойствами против насекомых [20].

Ниже даны краткие морфобиологические характеристики видов изучаемого рода и микроструктура их семян. Для уточнения некоторых терминов использовался плодовый и семенной атлас флоры Центральной и Восточной Европы [27, 7].

***M. arabica* All.** Однолетние. Стебель четырехугольный, слабый, часто расстиляемый, разветвленный и оболочка покрыта мягкими членистыми ворсинками. Высота растения 10–50 см. Семя почковидное, сильно сжатое. Радикула образует своеобразную форму клюва. Размеры семян 2.6–3.1 × 1.4–1.8 мм. Поверхность гладкая, блестящая, от светло-желтого до красновато-коричневого цвета. Масса 1000 семян составляет примерно 1.7 г. 2n = 16.

***M. rigidula* (L.) All.** Однолетние или двухлетние. Стебель тонкий, волосистый, обычно расстиляемый, иногда поднимающийся вверх, разветвленный, высота – 10–40 см. Семена эллиптические, почковидные, иногда почти плоские, радикулы слабые, равны половинке котиледона. Котиледон своеобразно круглый. Размер семян – 3.2–3.8 × 1.6–2.3 мм. Поверхность гладкая или с малыми ямками, иногда встречаются рубцы-полоски. Блестящая, желтовато-

коричневого цвета. Масса 1000 семян примерно 2.3–6.4 г. $2n = 14, 16$.

M. minima L. Однолетние, иногда двухлетние. Стебли тонкие, ворсистые, не больше чем основной корень, часто имеют множество простирающихся стеблей, длиной 10–40 см. Семена почковидные, серповидные. Радикула образует форму клюва и равна половине котиледона. Размер семян 1.8–2.8 × 1.1–1.4 мм. Поверхность гладкая, матовая или слабо блестящая, желтого цвета. Масса 1000 семян приблизительно 0.9–1.4 г. $2n = 16$.

M. littoralis Rohde in Lois-Desl. Однолетние. Стебли тонкие, мало или более расстилаемые или поднимающиеся, длиной 20–60 см, сильно разветвленные, угловатые, нижняя часть почти голая, верхняя часть – приплюснутово-ворсистая. Семена почковидные, в форме полумесяца, ржаво-коричневые. Радикула слабая, меньше половины котиледона. Размер семян – 3.4–4.2 × 1.8–2.5 мм. Поверхность гладкая, матовая или слабо блестящая, ржаво-коричневого цвета. Масса 1000 семян примерно 2.7–3.3 г. $2n = 16$.

M. meyeri Gruner. Однолетнее, бурое, ворсистое растение. Стебли обычно многочисленные, тонкие, удлиненной формы. Растение длиной 5–25 см. Семена почковидные, сжатые с боков, удлиненные, малоисленные. Радикула круглой формы и немного больше половины котиледона. Размер семян – 3.7–4.2 × 1.2–1.6 мм. Поверхность гладкая, матовая или слабо блестящая, ржаво-коричневого цвета. Масса 1000 семян примерно 1.2–1.7 г. $2n = 16, 32$.

M. polymorpha L. Однолетние, длиной 8–60 см растения. Стебли многочисленные, угловатые, слабые, голые, расстилаемые, иногда прямые. Семена эллипсовидные или почковидные, сжатые с боков, радикула короче половины котиледона. Масса 1000 семян – 2.2–5.8 г. $2n = 14, 16$.

M. truncatula Gaertn. Однолетние, длиной до 15–40 см растения. Стебли тонкие, ворсистые, разветвленные с основания, слабые и расстилаемые. Семена почковидные, сжатые с боков, ржаво-коричневого цвета. Радикула слабая, короче половины котиледона. Семена размерами 3.4–4.1 × 1.2–1.8 мм. Поверхность гладкая, блестящая, ржаво-коричневого цвета. Масса 1000 семян примерно 4–5 г. $2n=16$.

Вид *M. orbicularis* относится к монотипной секции *Orbiculares*. В нашем исследовании было установлено, что семена этого вида являются единственными видами *Medicago* с морщинистой поверхностью (рис. 2). По структуре он близок к видам рода *Trigonella*. Диагностируемые морфологические признаки и особая форма бобов стали основанием для выделения монотипной секции. Ранее проведенные монографические, особенно биохимические молекулярно-генетические исследования подтверждают правильность данной мысли [10, 6].

M. orbicularis (L.) All. Однолетние. Стебель обычно голый, с бороздой, расстиляемый или поднимающийся, разветвленный с основания, длиной 10–90 см. Семя сжатое, яйцевидное – треугольное, радикула простирается вдоль котиледона и образует четырехугольную форму. Размер семян 2.2–2.8 × 2.2–2.5 мм. Поверхность морщинистая, матовая или слабо блестящая, желтовато-коричневая, темно-коричневая. Масса 1000 семян приблизительно 5.5 г. $2n = 16$.

Как в секцию *Orbiculares*, так и в секцию *Lupularia* входит вид *M. lupulina*. Семена вида *M. lupulina* овальные, зелено-желтого цвета, размер 1.5–2.0 × 1.2–1.5 мм. Поверхность семян видов 6 секций мировой флоры рода *Medicago*, а также видов секции *Lupularia* гладкие. Когда семена полностью созревают, его поверхность покрывается жилистой корочкой черного цвета.

M. lupulina L. Однолетние или двухлетние. Высота растений 10–50 см, стебли и листья голые или железистые, ворсистые, многочисленные, слабые, обычно лежащие или вертикально стоящие. Бобы имеют одно семя. Семена сжатые, имеют яйцевидную, иногда почковидную форму. Радикула удлиняется до 2/3 части котиледона. Размерами 1.5–2.2 × 1.2–1.5 мм. Поверхность гладкая, матовая или слабо блестящая, из желтоватого зеленого переходит в коричневый цвет. Масса 1000 семян 1.4–1.6 г. $2n = 16, 32$.

Согласно показателям микроморфологических признаков каждого семени таксона по форме (индекс 3 формы), цвету (индекс 3 цвета), структуре поверхности (индекс 4 признака), размерам (индекс 2 размера) и так далее была проведена индексация и проведен кластерный анализ.

Виды, относящиеся к одной секции, в соответствии с макроморфологическими особенностями, сгруппированы в разные кластеры (рис. 3).

К первому кластеру относится только один вид – *M. lupulina*. Как и в систематической группировке секций рода люцерна, вид *M. lupulina* и здесь сгруппирован в отдельный кластер, так как обладает специфическими особенностями.

В два субкластера второго кластера вошли три вида (*M. minima*, *M. meyeri*, *M. littoralis*). Рассматривая микроморфологические характеристики семян этих видов, можно понять, что многие из них идентичны.

В третьем кластере, как и в первом, имеется всего один вид – *M. orbicularis*. Вид *M. orbicularis* находится в отдельном кластере, так как обладает единственными макро- и микроморфологическими признаками, подобно виду *M. lupulina*.

Четвертый кластер также делится на два субкластера и здесь собраны четыре вида (*M. rigidula*, *M. truncatula*, *M. arabica*, *M. polymorpha*).

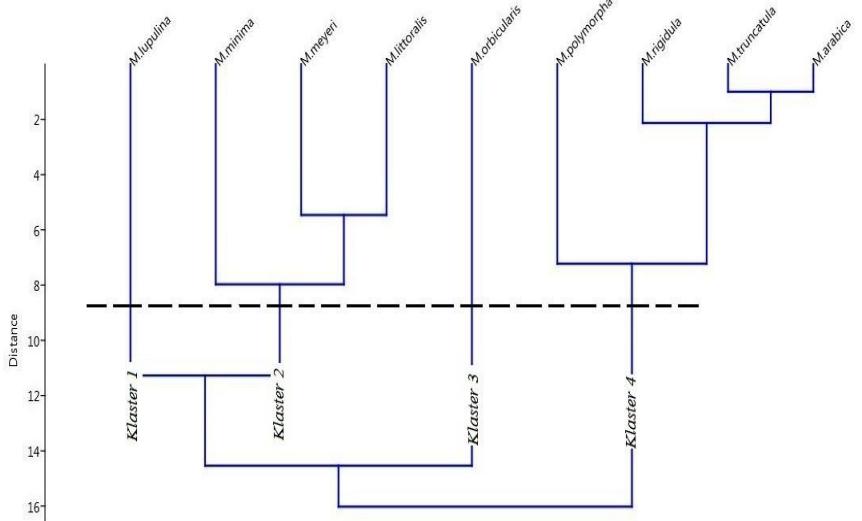


Рис. 3. Кластерный анализ микроморфологических показателей семян

Входящие в данный кластер 4 вида по биоморфологическим признакам вместе с видами, сгруппированными во втором кластере, являются таксонами, принадлежащими к той же секции. Однако семена этих видов сгруппированы в отдельный кластер, так как микроморфологические характеристики ви-

дов различаются. В отдельности виды, относящиеся к этому кластеру, отличаются по своим экологическим характеристикам.

Виды *M. rigidula*, *M. truncatula* – ксерофиты, а *M. arabica* и *M. polymorpha* относятся к экологической группе мезофитов.

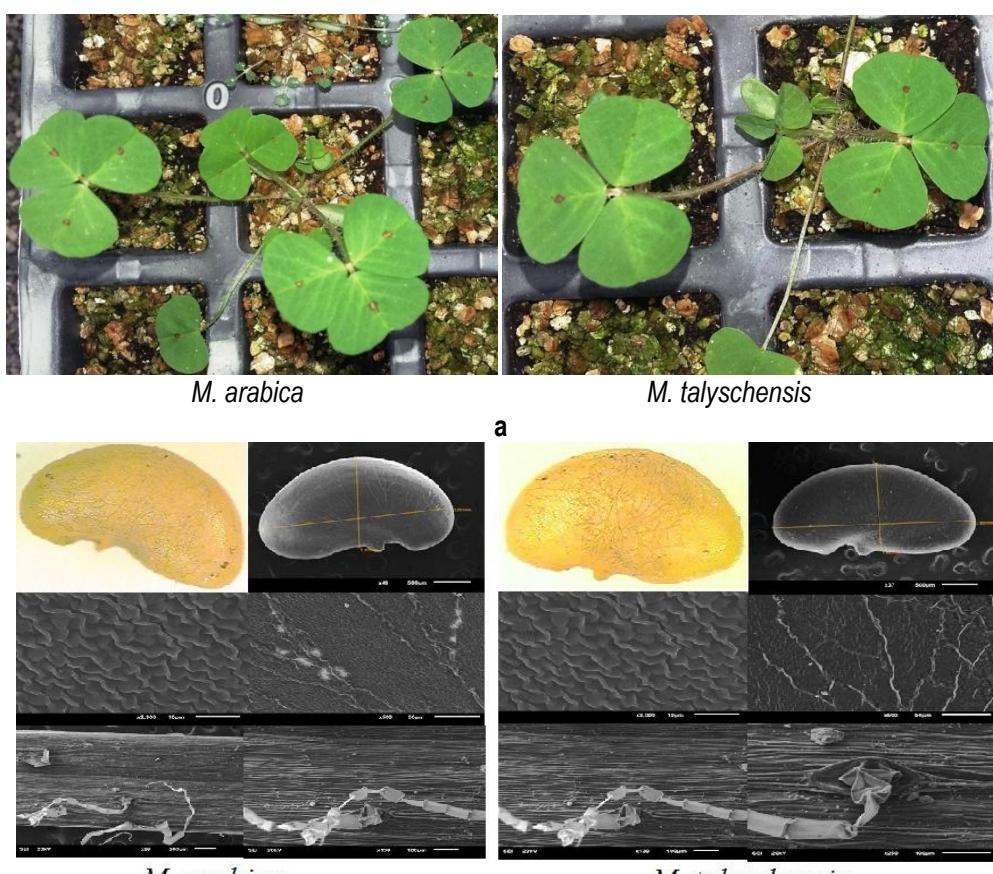


Рис. 4. Проростки (а) и микроструктурное строение поверхности семени и стебля (б)
M. frabica и *M. talyschensis*

Выводы. Виды рода *Medicago* L. были заново обработаны на основании политипической концепции. *M. coerulea*, *M. glomerata*, *M. falcata*, *M. hemicycla*, которые ранее рассматривались как самостоятельные виды, были приняты как подвиды *Medicago sativa* L., а другие виды (*M. viresgens*, *M. caucasica*, *M. polychroa*) – как синонимы вида *Medicago sativa* L. Кроме того, *M. talyshensis*, который рассматривается как самостоятельный вид в книге «Флора Азербайджана», принят нами в статусе *M. arabica* var. *heptacycla* Urb. Данный результат был также подтвержден при сравнительном изучении микроморфологических особенностей семян рода *M. arabica* в *M. talyshensis* и морфологических признаков прорастаний (рис. 4).

Литература

1. Аскеров А.М. Растительный мир Азербайджана. – Баку: TEAS PRESS, 2016. – 444 с.
2. Лачашвили И.Я. Люцерны Кавказа. – Тбилиси, 1967.
3. Флора Азербайджана. Т. 5. – Баку: Изд-во АН Азербайджанской ССР, 1954. – С. 248–265.
4. Флора СССР. Т. 11. – Ленинград, 1945. – С. 129–176.
5. Barthlott W. (1981). Epidermal seed surface characters of plants systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J. Bot.*, 1: 345–355.
6. Bena G. (2001). Molecular phylogeny supports the morphologically based taxonomic transfer of the “Medicagoid” *Trigonella* L. species to the genus *Medicago* L. *Plant SystEvol* 229: pp. 217–236.
7. Bojňanský V., Fargašová A. (2017). Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora, Amstherdam, Netherlands;. Springer pp. 1046.
8. Ceter T., Pinar M., Akan H., Ekici M., Aytac Z. (2012). Comparative seed morphology of *Trigonella* L. species (Leguminosae) in Turkey. *Afr. J. Agric. Res.* 7 (3): pp.509–522.
9. Sousa de F., Bertrand Y. J., Nylander S., Oxelman B., Eriksson J.S., Pfeil B.E. (2014). Phylogenetic properties of 50 nuclear loci in *Medicago* (Leguminosae) generated using multiplexed sequence capture and next-generation sequencing.
10. Small E., Lassen P. & Brenda S. Brokers. (1987). An expanded circumscription of *Medicago* L. (Leguminosae, Tnifolieae) based on explosive flower tripping. Source: *Willdenowia*, pp. 415–437.
11. Small E. (2011). Alfalfa and relatives. Evolution and classification of *Medicago*. NRC Research Press, Ottawa, pp.767.
12. Fawzi N.M. (2011). Macro- and micromorphological seed characteristics of some selected species of Leguminosae. *Research Journal of Botany* 6: pp. 68–77.
13. Fayed A.A. and Hassan N. (2007). Systematic significance of the seed morphology and seed coat sculpture of the genus *Euphorbia* L. (*Euphorbiaceae*) in Egypt. *FL Medit*, 17: 47–64.
14. Gabr D.G. (2014). Seed morphology and seed coat anatomy of some species of *Apocynaceae* and *Asclepiadaceae*. *Ann.Agric. Sci.*, 59: 229–238.
15. Gazara M. Kamel W., Haider A. (2001). Cladistic analysis of the genera: *Trifolium*, *Trigonella* and *Melilotus* (*Fabaeeae*; *Papilionaceae*) in Egypt. *Egypt J. Biol* 3: 161–170.
16. Gunes F. (2013). Seed characteristics and textures of *Pratensis*, *Orobon*, *Lathyrus*, *Orobastrum* and *Cicercola* sections from *Lathyrus* (*Fabaceae*) in Turkey. Springer-Verlag Wien., *Plant Syst. Evol* 299: 1935–1953.
17. Gunes F., Çırpıcı A. (2011). Seed characteristics and testa textures some taxa of *Lathyrus* L. (*Fabaceae*) from Turkey. *Int J Agri Biol* 13(6): 888–894.
18. Heneidak S. and Abdel-Khalik K. (2015). Seed coat diversity in some tribes of *Cucurbitaceae*: implications for taxonomy and species identification. *Acta Bot. Bras.*, 29: 129–142.
19. Jha S. S. and Aruna P. (1992). Seed Structure In *Medicago* L. *Flora* 187: pp. 209–218 Lucknow, India.
20. Jurzysta M., Small E. and Nozzol C. (1988). Hemolysis, a synapomorphic discriminator of an expanded genus *Medicago* (Leguminosae). *Taxon*, 37: pp. 354–363.
21. Linnaeus C. 1753. *Species plantarum Impensis Laurentii Salvii*, Stockholm, Sweden., vol. 2, p. 778–781.
22. Maarten J.M. Christenhusz & James W. Byng (2016). The number of known plant species in the world and its annual increase. *Phytotaxa* 261 (3): 201–217.
23. Mirzaei L., Assadi M., Nejadsatari T., Mehregan I. (2015 b.). Comparative seed and leaf micromorphology of *Colutea* species (*Fabaceae*) from Iran. *Environ ExpBiol* 13: 183–187.
24. Oakenfull D. and Sidhu G. S. (1989). Saponins. In Toxicants of plant origin. Vol. 2. Glycosides. Edited by P.R. Cheeke. CRC Press Inc., Boca Raton, Fla. pp. 97–141.
25. Ozbek F., Ozbek M.O., Ekici M. (2014). Morphological, anatomical, pollen and seed morphological properties of *Melilotus bicolour* Boiss & Balansa (*Fabaeeae*) endemic to Turkey. *Aust J Crop Sci* 8 (4): 543–549.
26. Pinar M. N., Duran A., Ceter T., Tug N. 2009. Pollen and seed Morphology of the Genus *Hesperis* L. (*Brassicaceae*) in Turkey. *Turk J Bot* 83–96.
27. Small E., Brookes B., Lassen P. (1990). Circumscription of the genus *Medicago* (Leguminosae) by seed characters. *Can. J. Bot.* 68: pp. 613–629.
28. Teixeira de Q.R., Azevedo de TAM, Lewis G.P. (2013). Seed morphology: an addition to the taxonomy of *Tephrosia* (Leguminoseae, Papionoideae,

- Millettiaeae*) from South America. Plant Syst. Evol 299:459-470.
29. Zoric L., Merkulov L., Lukovic J. and Boza P. (2012). Comparative analysis of qualitative anatomical characters of *Trifolium* L. (Fabaceae) and their taxonomic implications: preliminary results. Plant Syst. Evol., 298: 205–219.

Literatura

1. Askerov A.M. Rastitel'nyj mir Azerbajdzhana. – Baku: TEAS PRESS, 2016. – 444 s.
2. Lachashvili I.Ja. Ljucerny Kavkaza. – Tbilisi, 1967.
3. Flora Azerbajdzhana. T. 5. – Baku: Izd-vo AN Azerbajdzhanskoy SSR, 1954. – S. 248–265.
4. Flora SSSR. T. 11. – Leningrad, 1945. – S. 129–176.
5. Barthlott W. (1981). Epidermal seed surface characters of plants systematic applicability and some evolutionary aspects. Nord. J. Bot., 1: 345–355.
6. Bena G. (2001). Molecular phylogeny supports the morphologically based taxonomic transfer of the “Medicagoid” *Trigonella* L. species to the genus *Medicago* L. Plant SystEvol 229: pr. 217–236.
7. Bořňánský V., Fargašová A. (2017). Atlas of Seeds and Fruits of Central and East-European Flora, Amsterdam, Netherlands;. Springer pp. 1046.
8. Ceter T., Pinar M., Akan H., Ekici M., Aytac Z. (2012). Comparative seed morphology of *Trigonella* L. species (Leguminosae) in Turkey. Afr. J. Agric. Res. 7 (3): rp.509–522.
9. Sousa de F., Bertrand Y. J., Nylander S., Oxelman B., Eriksson J.S., Pfeil B.E. (2014). Phylogenetic properties of 50 nuclear loci in *Medicago* (Leguminosae) generated using multiplexed sequence capture and next-generation sequencing.
10. Small E., Lassen P. & Brenda S. Brokers. (1987). An expanded circumscription of *Medicago* L. (Leguminosae, Trifolieae) based on explosive flower tripping. Source: *Willdenowia*, pp. 415–437.
11. Small E. (2011). Alfalfa and relatives. Evolution and classification of *Medicago*. NRC Research Press, Ottawa, rp.767.
12. Fawzi N.M. (2011). Macro- and micromorphological seed characteristics of some selected species of Leguminosae. Research Journal of Botany 6: pp. 68–77.
13. Fayed A.A. and Hassan N. (2007). Systematic significance of the seed morphology and seed coat sculpture of the genus *Euphorbia* L. (Euphorbiaceae) in Egypt. FL Medit, 17: 47–64.
14. Gabr D.G. (2014). Seed morphology and seed coat anatomy of some species of Apocynaceae and Asclepiadaceae. Ann.Agric. Sci., 59: 229–238.
15. Gazara M. Kamel W., Haider A. (2001). Cladistic analysis of the genera: *Trifolium*, *Trigonella* and *Melilotus* (Fabaeeae; Papilionaceae) in Egypt. Egypt J. Biol 3: 161–170.
16. Gunes F. (2013). Seed characteristics and textures of *Pratensis*, *Orobon*, *Lathyrus*, *Orobastrum* and *Cicerula* sections from *Lathyrus* (Fabaceae) in Turkey. Springer-Verlag Wien., Plant Syst. Evol 299: 1935–1953.
17. Gunes F., Çırpıcı A. (2011). Seed characteristics and testa textures some taxa of *Lathyrus* L. (Fabaceae) from Turkey. Int J Agri Biol 13(6): 888–894.
18. Heneidak S. and Abdel-Khalik K. (2015). Seed coat diversity in some tribes of Cucurbitaceae: implications for taxonomy and species identification. Acta Bot. Bras., 29: 129–142.
19. Jha S. S. and Aruna P. (1992). Seed Structure In *Medicago* L. Flora 187: pp. 209–218 Lucknow, India.
20. Jurzysta M., Small E. and Nozzol C. (1988). Hemolysis, a synapomorphic discriminator of an expanded genus *Medicago* (Leguminosae). Taxon, 37: pp. 354–363.
21. Linnaeus C. 1753. Species plantarum Impensis Laurentii Salvii, Stockholm, Sweden., vol. 2, r. 778–781.
22. Maarten J.M. Christenhusz & James W. Byng (2016). The number of known plants species in the world and its annual increase. Phytotaxa 261 (3): 201–217.
23. Mirzaei L., Assadi M., Nejadsatari T., Mehregan I. (2015 b.). Comparative seed and leaf micromorphology of *Colutea* species (Fabaceae) from Iran. Environ ExpBiol 13: 183–187.
24. Oakenfull D. and Sidhu G. S. (1989). Saponins. In Toxicants of plant origin. Vol. 2. Glycosides. Edited by P.R. Cheeke. CRC Press Inc., Boca Raton, Fla. pp. 97– 141.
25. Ozbek F., Ozbek M.O., Ekici M. (2014). Morphological, anatomical, pollen and seed morphological properties of *Melilotus bicolour* Boiss & Balansa (Fabaceae) endemic to Turkey. Aust J Crop Sci 8 (4): 543–549.
26. Pinar M. N., Duran A., Ceter T., Tug N. 2009. Pollen and seed Morphology of the Genus *Hesperis* L. (Brassicaceae) in Turkey. Turk J Bot 83–96.
27. Small E., Brookes B., Lassen P. (1990). Circumscription of the genus *Medicago* (Leguminosae) by seed characters. Can. J. Bot. 68: pp. 613–629.
28. Teixeira de Q.R., Azevedo de TAM, Lewis G.P. (2013). Seed morphology: an addition to the taxonomy of *Tephrosia* (Leguminoseae, Papilionoideae, Millettiaeae) from South America. Plant Syst. Evol 299:459-470.
29. Zoric L., Merkulov L., Lukovic J. and Boza P. (2012). Comparative analysis of qualitative anatomical characters of *Trifolium* L. (Fabaceae) and their taxonomic implications: preliminary results. Plant Syst. Evol., 298: 205–219.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Акимов М.Ю.

– канд. с.-х. наук, директор Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: info@fnc-mich.ru

Антипова Л.В.

– д-р техн. наук, проф. каф. технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж. E-mail: antipova.l54@yandex.ru

Аскеров А.М.

– зав. отделом экоботаники и систематики Института генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: askerov1@mail.ru

Ахкубекова А.А.

– асп. каф. товароведения, туризма и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aminaahk2018@mail.ru

Багиров В.А.

– д-р биол. наук, проф., чл.-корр. РАН, зав. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: vugarbagirov@mail.ru

Белан И.А.

– канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: belan_skg@mail.ru

Бойко Т.В.

– д-р вет. наук, зав. каф. диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: tv.boyko@omgau.org

Бопп В.Л.

– канд. биол. наук, доц., проректор по науке Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Борисова А.В.

– канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru

Бурдуковский С.С.

– асп. каф. паразитологии, эпизоотологии и хирургии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Бурундукова О.Л.

– канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. клеточной биологии и биологии развития ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: burundukova.olga@gmail.com

Бутовец Е.С.

– канд. с.-х. наук, науч. сотр., и. о. зав. лаб. селекции сои Приморского НИИ сельского хозяйства, г. Уссурийск. E-mail: otdelsoy@mail.ru

Веремеева С.А.

– канд. вет. наук, доц. каф. анатомии и физиологии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru

Габдрахимов О.Б.

– асп. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail:olegabdrahimov@yandex.ru.

Гладких А.В.

– директор ООО «Теплично-парниковый комбинат», г. Омск. E-mail: andrei_hunter@mail.ru

Гулиев Ш.А.

– канд. биол. наук, доц., ст. науч. сотр. Института зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: sh.quliyew@mail.ru

Гювендиеев В.М.

– науч. сотр. отдела экоботаники и систематики Института генетических ресурсов Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: guvendiyev@mail.ru

Данилкина О.П.

– канд. вет. наук, доц. каф. внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: danilkina_olga79@mail.ru

Данилова К.А.

– соискатель каф. частной зоотехнии Донского государственного аграрного университета, Ростовская обл., Октябрьский р-н, п. Персиановский, технолог ОАО «Агрофирма “Приазовская”», Ростовская обл., Кагальницкий р-н, с. Новобатайск. E-mail: kristina_nalivayko@mail.ru

- Донкова Н.В.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: dnv-23@mail.ru
- Дроздова Л.И.** – д-р вет. наук, проф. каф. морфологии, экспертизы и хирургии Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург. E-mail: drozdova43@mail.ru
- Евдокимов П.И.** – д-р вет. наук, проф., зам. начальника Бурятской республиканской станции по борьбе с болезнями животных, г. Улан-Удэ. E-mail: tretyakoff752015@yahoo.ru
- Ельцова А.А.** – асп. каф. диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: aa.eltssova360601@omgau.org
- Ермолаев В.А.** – д-р техн. наук, проф. каф. бизнес-технологий мясных и молочных продуктов, советник ректора по науке Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского, г. Москва. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru
- Жбанова Е.В.** – д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. биохимии и пищевых технологий Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: shbanovak@yahoo.ru
- Жилинский М.А.** – науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: naitkin888@mail.ru
- Жуков А.А.** – канд. техн. наук, доц., зав. каф. эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, Псковская обл., г. Великие Луки. E-mail: zukov5@mail.ru
- Зверовская Т.С.** – ст. науч. сотр. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova_LV@mail.ru
- Иолчиев Б.С.** – д-р биол. наук, вед. науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: baylar2@mail.ru
- Казак А.А.** – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru
- Калошин А.А.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: aa.kaloshin@omgau.org
- Кленовицкий П.М.** – д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: klenpm@mail.ru
- Козловская Л.Н.** – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва. E-mail: lkozlovska@mail.ru
- Кокунова И.В.** – канд. техн. наук, доц. каф. автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, Псковская обл., г. Великие Луки. E-mail: i.kokunova@yahoo.ru
- Коломейцев А.В.** – канд. биол. наук, начальник управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: avk1978@list.ru
- Кононов О.Д.** – д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, председатель Архангельского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Корсунов А.М.** – мл. науч. сотр. центра «Физика и технология наноструктур» Северо-Осетинского государственного университета им. К.Л. Хетагурова, г. Владикавказ. E-mail: anatoly256@gmail.com

- Косарева Е.Н.** – канд. хим. наук, зам. директора станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Коцур В.А.** – студ. 2-го курса Самарского государственного технического университета, г. Самара. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru
- Краснолобова Е.П.** – канд. вет. наук, ст. преп. каф. анатомии и физиологии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru
- Лазарева А.А.** – ассист. каф. морфологии, экспертизы и хирургии Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург. E-mail:pvlazareva@yahoo.ru
- Логинов Ю.П.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru
- Лукьянчук И.В.** – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. частной генетики и селекции Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: irina.lk2011@yahoo.ru
- Лукьянчук Л.М.** – мл. науч. сотр. лаб. селекции сои Приморского НИИ сельского хозяйства, г. Уссурийск. E-mail: otdelsoy@mail.ru
- Лыжин А.С.** – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. геномных технологий и стрессоустойчивости Федерального научного центра им. И.В. Мичурина, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: Ranenburzhetc@yahoo.ru
- Маланкина Е.Л.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. овощеводства Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва. E-mail: gandurina@mail.ru
- Мартынова М.А.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. группы мелиорации и борьбы с опустыниванием НИИ аграрных проблем Хакасии, Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, с. Зеленое. E-mail: artemisiadracun61@mail.ru
- Мешкова Л.В.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., зав. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova_LV@mail.ru
- Миронов А.М.** – вед. специалист отдела научного развития инфраструктуры наукограда Дирекции по реализации Программы развития г. Мичуринска как наукограда РФ, Тамбовская обл., г. Мичуринск. E-mail: naukograd-michurinsk@yahoo.ru
- Мистратова Н.А.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. растениеводства и плодоовощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mistratova@mail.ru
- Митюков С.А.** – асп. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный. E-mail: sergei.mituckov2015@yahoo.ru
- Мозылевая С.И.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: si.mozyleva@omgau.org
- Мусеева Н.С.** – науч. сотр. отдела научных направлений исследований комплексной переработки сельскохозяйственного сырья Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: Natasha555@mail.ru
- Мотовилов О.К.** – д-р техн. наук, руководитель Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: gnu_ip@ngs.ru
- Наквасина Е.Н.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: nakvasina@yahoo.ru

- Насиров Н.А.** – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. Института зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: nasirov.a50@mail.ru
- Некрасова Е.В.** – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org
- Ноженко Т.В.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. землеустройства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: tv.nozhenko@omgau.org
- Олейникова Е.Н.** – гл. специалист отдела управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: ovn@kgau.ru
- Омаров Р.С.** – канд. техн. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь. E-mail: dooctor@yandex.ru
- Подчекаев М.Г.** – магистрант каф. автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин Великолукской государственной сельскохозяйственной академии, Псковская обл., г. Великие Луки. E-mail: lesia2212@yandex.ru
- Потехин А.А.** – ст. лаборант каф. растениеводства и плодоowoощеводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: mistratova@mail.ru
- Пронина Е.А.** – студ. 4-го курса Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: hvost24@mail.ru
- Пыжикова Н.И.** – д-р экон. наук, проф., ректор Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Рендов Н.А.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. агрономии, селекции и семеноводства Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина, г. Омск. E-mail: na.rendov@omgau.org
- Романов Е.М.** – начальник отдела мониторинга плодородия земель станции агрохимической службы «Архангельская», асп. каф. лесоводства и лесоустройства Высшей школы естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Ромашкина С.И.** – науч. сотр. отдела агробиологии и селекции Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва. E-mail: romashkin69@inbox.ru
- Россеева Л.П.** – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. селекции яровой мягкой пшеницы Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: rosseeva@mail.ru
- Рябцев А.А.** – гл. специалист отдела развития растениеводства Министерства сельского хозяйства и торговли Красноярского края, соиск. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: stud_info87@mail.ru
- Сабаева О.Б.** – науч. сотр. лаб. иммунитета растений Омского аграрного научного центра, г. Омск. E-mail: Meshkova.LV@mail.ru
- Савченко О.М.** – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела агробиологии и селекции Всероссийского института лекарственных и ароматических растений, г. Москва. E-mail: swamprat@rambler.ru
- Седаков Д.А.** – магистрант, учебный мастер каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: 20.D_S.10@mail.ru
- Сеидли Я.М.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Института зоологии Национальной академии наук Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: yashar.seyidli@mail.ru
- Селиванов Н.И.** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: zaprudskii@list.tu

- Сидоров А.В.** – канд. с.-х. наук, зав. лаб. селекции пшеницы Красноярского НИИ сельского хозяйства – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск. E-mail: asidorovs@list.ru
- Скороделова А.Д.** – ст. лаборант каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: aspeedworker@mail.ru
- Сметанина О.В.** – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. земледелия Иркутского НИИ сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: smetaninaolesya@mail.ru
- Соболь И.В.** – канд. техн. наук, доц. каф. технологии хранения и переработки растениеводческой продукции Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар. E-mail: iv-sobol@mail.ru
- Солодун В.И.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им А.А. Ежевского, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, зав. лаб. земледелия Иркутского НИИ сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: rector@igsha.ru
- Султанов Ф.С.** – канд. с.-х. наук, зам. директора по научной работе Иркутского научно-исследовательского института сельского хозяйства, Иркутская обл., Иркутский р-н, с. Пивовариха. E-mail: gnu_iniiish@mail.ru
- Тамахина А.Я.** – д-р с.-х. наук, проф. каф. товароведения, туризма и права Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, г. Нальчик. E-mail: aida17032007@yandex.ru
- Третьяков А.М.** – д-р вет. наук, доц. каф. паразитологии, эпизоотологии и хирургии Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, г. Улан-Удэ. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru
- Турицына Е.Г.** – д-р вет. наук, проф. каф. анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: turitcyna@mail.ru
- Ушанов В.А.** – д-р техн. наук, проф. каф. механизации и технического сервиса в АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru
- Шабанова Е.Н.** – гл. агрохимик станции агрохимической службы «Архангельская», г. Архангельск. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Шайдуллин И.Н.** – д-р биол. наук, проф., гл. науч. сотр. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: ovismgavm@mail.ru
- Шералиев Ф.Д.** – асп. лаб. репродуктивной криобиологии Федерального научного центра животноводства – ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста, Московская обл., г. Подольск, п. Дубровицы. E-mail: sheraliev_88@mail.ru
- Шлыков С.Н.** – д-р биол. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь. E-mail: segwan@rambler.ru
- Якубышкина Л.И.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru
- Янова М.А.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

LIST OF CONTRIBUTORS

- Akhkubekova A.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Merchandizing, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aminaahk2018@mail.ru
- Akimov M. Yu.** – Cand Agr. Sci., Director, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: info@fnc-mich.ru
- Antipova L.V.** – Dr. Techn Sci., Prof., Chair of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh. E-mail: antipova.l54@yandex.ru
- Askerov A.M.** – Head, Department of Ecobotany and Systematization, Institute of Genetic Resources, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: askerov1@mail.ru
- Bagirov V.A.** – Dr. Biol Sci., Prof., Corr. RAS, Head, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: vugarbagirov@mail.ru
- Belan I.A.** – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Spring Soft Wheat Selection, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: belanyo_skg@mail.ru
- Bopp V.L.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Vice-Rector for Science, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Borisova A.V.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru
- Boyko T.V.** – Dr. Vet. Sci., Head, Chair of Diagnostics, Internal Noncontagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolygin, Omsk. E-mail: tv.boyko@omgau.org
- Burdukovsky S.S.** – Post-Graduate Student, Chair of Parasitology, Epizootiology and Surgery, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, Ulan-Ude. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru
- Burundukova O.L.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Cellular Biology and Biology of Development of FRC of Biodiversity of Land Biota, Eastern Asia FEB RAS, Vladivostok. E-mail: burundukova.olga@gmail.com
- Butovets E.S.** – Cand. Agr. Sci., Staff Scientist, Acting Head, Lab. of Soy Selection, Promorsky Research and Development Institute of Agriculture, Ussuriisk. E-mail: otdelsoy@mail.ru
- Danilkina O.P.** – Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Internal Noncontagious Diseases, Obstetrics and Physiology of Farm Animals, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: danilkina_olga79@mail.ru
- Danilova K.A.** – Applicant, Chair of Private Zootechnics, Don State Agrarian University, Rostov Region, Oktyabrsky District, S. Persianovsky, Technologist of JSC ‘Priazovskaya Agricultural Firm’, Rostov Region, Kagalnitsky District, V. Novobataysk. E-mail: kristina_nalivayko@mail.ru
- Donkova N.V.** – Dr. Vet. Sci., Prof., Head, Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: dnv-23@mail.ru
- Drozdova L.I.** – Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Morphology, Expertise and Surgery, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg. E-mail: drozdova43@mail.ru
- Eltsova A.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Diagnostics, Internal Noncontagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolygin, Omsk. E-mail: aa_eltsova360601@omgau.org
- Ermolaev V.A.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Business Technologies of Meat and Dairy Products, Rector Adviser for Science, Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovsky, Moscow. E-mail: ermolaevla@rambler.ru

- Evdokimov P.I.** – Dr. Vet. Sci., Prof., Deputy-Chief, Buryat Republican Station on Fight against Animals Diseases, Ulan-Ude. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru
- Gabdakhimov O.B.** – Post-Graduate Student, Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny. E-mail:olegabdrahimov@yandex.ru.
- Gladkikh A.V.** – Director, JSC “Hothouse and Greenhouse Complex”, Omsk. E-mail: andrei_hunter@mail.ru
- Guliev Sh.A.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof, Senior Staff Scientist, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: sh .quliyew@mail.ru
- Gyuvendiev V.M.** – Staff Scientist, Department of Ecobotany and Systematization, Institute of Genetic Resources, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: guvendiyev@mail.ru
- Iolchiev B.S.** – Dr. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: baylar2@mail.ru
- Kaloshin A.A.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: aa.kaloshin@omgau.org
- Kazak A.A.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Production, Technology, Storage and Processing of Plant Growing Production, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru
- Klenovitsky P.M.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chief Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: klenpm@mail.ru
- Kokunova I.V.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Cars, Tractors and Farm Vehicles, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region, Velikiye Luki. E-mail: i.kokunova@yandex.ru
- Kolomeytsev A.V.** – Cand. Biol. Sci., Head, Department of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: avk1978@list.ru
- Kononov O.D.** – Dr. Agr. Sci., Corr. RAS, Chairman, Arkhangelsk Branch, IPO "V.V. Dokuchaev Society of Soil Scientists", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Korsunov A.M.** – Junior Staff Scientist, Physics and Technology of Nanostructures Center, North Ossetia State University named after K.L. Khetagurov, Vladikavkaz. E-mail: anatoly256@gmail.com
- Kosareva E.N.** – Cand. Chem. Sci., Deputy-Director, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Kotsur V.A.** – 2-Year Student, Samara State Technical University, Samara. E-mail: anna_borisova_63@mail.ru
- Kozlovskaya L.N.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany, Selection and Seed Farming of Garden Plants, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow. E-mail: lkozlovska@mail.ru
- Krasnolobova E.P.** – Cand. Vet. Sci., Senior Lecturer, Chair of Anatomy and Physiology, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru
- Lazareva A.A.** – Asst., Chair of Morphology, Expertise and Surgery, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg. E-mail:pvlazareva@yandex.ru
- Loginov Yu.P.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Production, Technology, Storage and Processing of Plant Growing Production, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru

- Lukiyanchuk I.V.** – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Private Genetics and Selection, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: irina.lk2011@yandex.ru
- Lukiyanchuk L.M.** – Junior Staff Scientist, Lab. of Soy Selection, Promorsky Research and Development Institute of Agriculture, Ussuriisk. E-mail: otdelsoy@mail.ru
- Lyzhin A.S.** – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Genomic Technologies and Stress Resistance, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: Ranenburzhetc@yandex.ru
- Malankina E.L.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Vegetable Growing, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow. E-mail: gandurina@mail.ru
- Martynova M.A.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Group of Melioration and Fight against Desertification, Research and Development Institute of Agrarian Problems of Khakassia, Republic of Khakassia, Ust-Abakan District, V. Zelenoe. E-mail: artemisiadracun61@mail.ru
- Meshkova L.V.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Head, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru
- Mironov A.M.** – Leading Specialist, Department of Scientific Development of Infrastructure of Science City, Management in Implementation of the Program of the Development of Michurinsk as Science City of the RF, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: naukograd-michurinsk@yandex.ru
- Mistratova N.A.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: mistratova@mail.ru
- Mityukov S.A.** – Post-Graduate Student, Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny. E-mail: sergei.mituckov2015@yandex.ru
- Moiseeva N.S.** – Staff Scientist, Department of Research Areas of Integrated Processing of Agricultural Raw Materials, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center for Agrotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, Krasnoobsk. E-mail: Natasha555@mail.ru
- Motovilov O.K.** – Dr. Techn. Sci., Head, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center for Agrotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, Krasnoobsk. E-mail: gnu_ip@ngs.ru
- Mozyleva S.I.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolyipin, Omsk. E-mail: si.mozyleva@omgau.org
- Nakvasina E.N.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: nakvasina@yandex.ru
- Nasirov N.A.** – Dr. Biol. Sci., Chief Staff Scientist, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: nasirov.a50@mail.ru
- Nekrasova E.V.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolyipin, Omsk. E-mail: ev.nekrasova@omgau.org
- Nozhenko T.V.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Land Management, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolyipin, Omsk. E-mail: tv.nozhenko@omgau.org
- Oleynikova E.N.** – Chief Specialist, Department of Management of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: ovn@kgau.ru

- Omarov R.S.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Production and Processing of Agricultural Production, Stavropol State Agrarian University, Stavropol. E-mail: dooctor@yandex.ru
- Podchekayev M.G.** – Magistrate Student, Chair of Cars, Tractors and Farm Vehicles, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region, Velikiye Luki. E-mail: lesia2212@yandex.ru
- Potekhin A.A.** – Senior Lab. Asst, Chair of Plant Growing and Fruit-and-Vegetable Growing, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: mistratova@mail.ru
- Pronina E.A.** – 4-Year Student, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: hvost24@mail.ru
- Pyzhikova N.I.** – Dr. Econ. Sci., Prof., Rector, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Rendov N.A.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agronomy, Selection and Seed Farming, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk. E-mail: na.rendov@omgau.org
- Romanov E.M.** – Head, Department of Monitoring of Fertility of Lands of Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Post-Graduate Student, Chair of Forestry and Forest Management, Higher School of Natural Sciences and Technologies, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Romashkina S.I.** – Staff Scientist, Department of Agrobiology and Selection, All-Russia Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow. E-mail: romashkin69@inbox.ru
- Rosseeva L.P.** – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Spring Soft Wheat Selection, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: rosseeva@mail.ru
- Ryabtsev A.A.** – Chief Specialist, Department of Plant Growing Development, Ministry of Agriculture and Trade of Krasnoyarsk Region, Applicant, Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: stud_info87@mail.ru
- Sabaeva O.B.** – Staff Scientist, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. E-mail: Meshkova-LV@mail.ru
- Savchenko O.M.** – Cand. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Department of Agrobiology and Selection, All-Russia Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow. E-mail: swamprat@rambler.ru
- Sedakov D.A.** – Magistrate Student, Training Master, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: 20.D_S.10@mail.ru
- Seidli Ya.M.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Institute of Zoology, National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: yashar.seyidli@mail.ru
- Selivanov N.I.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Head, Chair of Tractors and Cars, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: zaprudskii@list.ru
- Shabanova E.N.** – Chief Agrochemist, Station of Agrochemical Service "Arkhangelskaya", Arkhangelsk. E-mail: agrohim_29@mail.ru
- Shaydullin I.N.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chief Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: ovismgavm@mail.ru
- Sheraliev F.D.** – Post-Graduate Student, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: sheraliev_88@list.ru
- Shlykov S.N.** – Dr. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production Technologies and Processing of Agricultural Production, Stavropol State Agrarian University, Stavropol. E-mail: segwan@rambler.ru

- Sidorov A.V.** – Cand. Agr. Sci., Head, Lab. of Wheat Selection, Krasnoyarsk Research and Development Institute of Agriculture – Separate Division of FRC KRC SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: asidorovs@list.ru
- Skorodelova A.D.** – Senior Lab. Asst, Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: aspeedworker@mail.ru
- Smetanina O.V.** – Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Agriculture, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikha. E-mail: smetanina-olesya@mail.ru
- Sobol I.V.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technologies of Storage and Processing of Crop Production, Kuban State Agricultural University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. E-mail: iv-sobol@mail.ru
- Solodun V.I.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agriculture and Plant Growing, Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk Region, Irkutsk District, S. Molodyozhny, Head, Lab. of Agriculture, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikha. E-mail: rector@igscha.ru
- Sultanov F.S.** – Cand. Agr. Sci., Deputy-Director on Scientific Work, Irkutsk Research and Development Institute of Agriculture, Irkutsk Region, Irkutsk District, V. Pivovarikha. E-mail: gnu_iniiish@mail.ru
- Tamakhina A.Ya.** – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Merchandizing, Tourism and Law, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik. E-mail: aida17032007@yandex.ru
- Tretyakov A.M.** – Dr. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Parasitology, Epizootiology and Surgery, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, Ulan-Ude. E-mail: tretyakoff752015@yandex.ru
- Turitsyna E.G.** – Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: turitcyna@mail.ru
- Ushanov V.A.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Mechanization and Technical Service in AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru
- Veremeeva S.A.** – Cand. Vet. Sci., Assoc. Prof., Chair of Anatomy and Physiology, State Agrarian University of Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: e_krasnolobova@mail.ru
- Yakubyshkina L.I.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production, Technology, Storage and Processing of Plant Growing Production, State Agrarian University, Northern Trans-Urals, Tyumen. E-mail: kazaknastenka@rambler.ru
- Yanova M.A.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of Agrarian and Industrial Complex, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru
- Zhbanova E.V.** – Dr. Agr. Sci., Leading Staff Scientist, Lab. of Biochemistry and Food Technologies, I.V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov Region, Michurinsk. E-mail: shbanovak@yandex.ru
- Zhilinsky M.A.** – Staff Scientist, Lab. of Reproductive Cryobiology, Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, Moscow Region, Podolsk, S. Dubrovitsy. E-mail: naitkin888@mail.ru
- Zhukov A.A.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Operation and Repair of Machine and Tractor Park, Velikiye Luki State Agricultural Academy, Pskov Region, Velikiye Luki. E-mail: zukov5@mail.ru
- Zverovskaya T.S.** – Senior Staff Scientist, Lab. of Plants Immunity, Omsk Agricultural Scientific Center, Omsk. Email: Meshkova-LV@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

АГРОНОМИЯ

Габдрахимов О.Б., Солодун В.И., Султанов Ф.С. Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в Иркутской области	3
Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Бурундукова О.Л. Продукционные характеристики и мезоструктура фотосинтетического аппарата нового сорта сои Сфера	8
Ноженко Т.В., Некрасова Е.В. Оптимизационная модель севооборотов в системе адаптивного земледелия	14
Солодун В.И., Сметанина О.В., Митюков С.А. Эффективность применения прямого посева однолетних трав в лесостепи Иркутской области	19
Гладких А.В., Рендов Н.А., Некрасова Е.В., Мозырева С.И., Калошин А.А. Формирование стеблестоя голозерного ячменя в условиях южной лесостепи Омской области.....	24
Мешкова Л.В., Рассеева Л.П., Сидоров А.В., Сабаева О.Б., Зверовская Т.С., Белан И.А. Физиологическая специализация возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Красноярском крае.....	29
Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Урожайность и качество семенных клубней раннеспелого сорта картофеля Северный при разных сроках и способах посадки в северной лесостепной зоне Тюменской области	37
Савченко О.М., Козловская Л.Н., Маланкина Е.Л., Ромашкина С.И. Взаимодействие регулятора роста «Циркон» и микроудобрения «Силиплант» при вегетативном размножении <i>Allium ursinum</i> L. и <i>Allium victorialis</i> subsp. <i>platyphyllum</i> (Hultun) Makino	45
Кокунова И.В., Жуков А.А., Подчекаев М.Г. К вопросу повышения качества сенажа, заготавливаемого в сложных погодно-климатических условиях	51
Акимов М.Ю., Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В., Лыжин А.С., Миронов А.М. Характеристика сортового фонда земляники по химическому составу и антиоксидантной ценности плодов в условиях Центрально-Черноземного района	56
Наквасина Е.Н., Романов Е.М., Шабанова Е.Н., Косарева Е.Н., Кононов О.Д. Применение сапонит-содержащих материалов в качестве минерального удобрения при выращивании картофеля в Архангельской области.....	60
Коломейцев А.В., Мицратова Н.А., Янова М.А., Потехин А.А. Оценка качества свеклы столовой, произведенной с учетом принципов и требований органического сельского хозяйства	69
Олейникова Е.Н., Янова М.А., Пыжикова Н.И., Рябцев А.А., Бопп В.Л. Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края.....	74

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Третьяков А.М., Евдокимов П.И., Бурдуковский С.С. Эпизоотология бешенства в Республике Бурятия	81
Данилова К.А. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при использовании препаратов «Проваген» и «Лактусан»	86
Иолчиеев Б.С., Шералиев Ф.Д., Кленовицкий П.М., Багиров В.А., Шайдуллин И.Н., Жилинский М.А. Мясная продуктивность гибридов архара и романовской породы	92
Турицына Е.Г., Пронина Е.А. Клинико-морфологические особенности поражений головного мозга у декоративных крыс.....	97
Сеидли Я.М., Гулиев Ш.А., Насиров А.М. Современное состояние паразитофауны растительноядных рыб в Мингачаурском водохранилище	103
Ельцова А.А., Бойко Т.В. Результаты анализа факторов, определяющих рациональное назначение нестероидных противовоспалительных лекарственных препаратов для животных	107
Лазарева А.А., Дроздова Л.И. Морфологическая характеристика тучных клеток в плаценте свиньи при физиологической и патологической беременности	112
Данилкина О.П. Иммуномодулирующее действие облепихи на тимус телят, полученных от коров с метаболическим ацидозом.....	118
Краснолобова Е.П., Веремеева С.А. Анатомические особенности строения респираторной системы питонов и их влияние на проявление пневмонии	123

Донкова Н.В., Скороделова А.Д. Гистологическая диагностика внутрипротоковой аденокарциномы молочной железы у кошек	128
--	-----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

Ушанов В.А. К формализации процессов старения и восстановления работоспособности машин.....	132
Селиванов Н.И., Седаков Д.А. Рациональное использование трактора Versatile 2375 в технологиях почвообработки	138

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Коцур В.А., Борисова А.В. Использование натурального красителя в технологии приготовления булочек для гамбургеров	144
Омаров Р.С., Антипова Л.В., Шлыков С.Н. Получение сухой белковой композиции на основе модифицированной плазмы крови	149
Моисеева Н.С., Мотовилов О.К. Биологическая ценность копчено-запеченного филе из мяса индейки	156
Ермолаев В.А. Низкотемпературная вакуумная сушка как способ обезвоживания растительного сырья	160
Соболь И.В. Влияние технологической обработки на сохраняемость пектиновых веществ растительного сырья	167
Янова М.А., Олейникова Е.Н., Пыжикова Н.И. Значение качества зерна для мукомольных предприятий Красноярского края	172

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Тамахина А.Я., Ахкубекова А.А., Корсунов А.М. Модификационная изменчивость <i>Echium vulgare</i> L. в экотопах Центрального Кавказа	179
Мартынова М.А. Демутационные и инвазионные процессы залежных земель в степной зоне Республики Хакасия	187
Гювендиев В.М., Аскеров А.М. Таксономия видов рода <i>Medicago</i> L. (<i>Fabaceae Lindl.</i>) флоры Азербайджана и микроморфологические признаки семян некоторых видов.....	192
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	201

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

AGRONOMY

Gabdakhimov O.B., Solodun V.I., Sultanov F.S. The quality of grain of zoned varieties of spring wheat in Irkutsk Region	3
Butovets E.S., Lukyanchuk L.M., Burundukova O.L. Descriptive characteristics and mesostructure of photosynthetic apparatus of a new variety of soy Sphere	8
Nozhenko T.V., Nekrasova E.V. Crop rotations optimization model in the system of adaptive agriculture	14
Solodun V.I., Smetanina O.V., Mityukov S.A. The efficiency of using direct seeding of annual herbs in forest-steppe of Irkutsk Region	19
Gladikh A.V., Rendov N.A., Nekrasova E.V., Mozyleva S.I., Kaloshin A.A. Forming of footstalks density of hulless barley in the conditions of southern forest-steppe of Omsk Region	24
Meshkova L.V., Rosseeva L.P., Sidorov A.V., Sabaeva O.V., Zverovskaya T.S., Belan I.A. Physiological specialization of brown rust pathogen on the wheat in Krasnoyarsk Region	29
Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I. The productivity and quality of seed tubers of early ripe potatoes variety severny at different terms and ways of planting in the northern forest-steppe zone of Tyumen Region	37
Savchenko O.M., Kozlovskaya L.N., Malankina E.L., Romashkina S.I. Production capacity of growth regulators and micronutrient "Siliplant" under vegetative propagation of <i>Allium ursinum</i> L. и <i>Allium victorialis</i> subsp. <i>platyphyllum</i> (Hultun) Makino	45
Kokunova I.V., Zhukov A.A., Podchekaev M.G. To the question of increasing the quality of haylage prepared under adverse climatic and weather conditions	51
Akimov M.Yu., Zhanova Ye.V., Lukyanchuk I.V., Lyzhin A.S., Mironov A.M. The characterisation of strawberry variety pool on chemical composition and antioxidant values of fruit under conditions of Central Chernozym Region	56
Nakvasina E.N., Romanov E.M., Shabanova E.N., Kosareva E.N., Kononov O.D. The use of saponite-containing materials as mineral fertilizers at the cultivation of potatoes in Arkhangelsk Region	60
Kolomeytsev A.V., Mistratova N.A., Yanova M.A., Potekhin A.A. The evaluation of the quality of beetroot produced in accordance with the principles and requirements of organic agriculture	69
Olynikova E.N., Yanova M.A., Pyzhikova N.I., Ryabtsev A.A., Bopp V.L. Spring raps – perspective culture for the development of agrarian and industrial complex of Krasnoyarsk Region	74

VETERINARY SURGERY AND ANIMAL BREEDING

Tretyakov A.M., Evdokimov P.I., Burdukovsky S.S. The epizootiology of rabies in the Republic of Buryatia	81
Danilova K.A. Meat efficiency of broiler chickens receiving medicines "Provagen" and "Lactusan"	86
Iolchiev B.S., Sheralev F.D., Klenovitsky P.M., Bagirov V.A., Shaydullin I.N., Zhilinsky M.A. Meat productivity of hybrids of argali with Romanov breed	92
Turitsyna E.G., Pronina E.A. Clinical and morphological features of brain disease in decorative rats	97
Seidli Ya.M., Guliev Sh.A., Nasirov A.M. Current state of parasithofauna of plant-and-vegetable fish in the Mingachaur reservoir	103
Eltsova A.A., Boyko T.V. The results of the analysis of factors determining rational designation of nonsteroid anti-inflammatory medicinal drugs for animals	107
Lazareva A.A., Drozdova L.I. Morphological characteristics of mast cells in pigs' placenta at physiological and pathological pregnancy	112
Danilkina O.P. Immunomodulating effect of sea-buckthorn on thymus of calves obtained from the cows with metabolic acidosis	118
Krasnolobova E.P., Veremeeva S.A. Anatomical features of the structure of respiratory system of pythons and their influence on pneumonia manifestation	123
Donkova N.V., Skorodelova A.D. Histological diagnostics of intra-current mammary gland adenocarcinoma in cats	128

TECHNICAL SCIENCES

PROCESSES AND MACHINES OF AGRICULTURAL ENGINEERING SYSTEMS

<i>Ushanov V.A.</i> To the formalization of the processes of aging and restoration of cars	132
<i>Selivanov N.I., Sedakov D.A.</i> Rational use of Versatile 2375 tractor on the main soil tillage	138

FOOD PRODUCTS TECHNOLOGY

<i>Kotsur V.A., Borisova A.V.</i> Using natural dye in the technology of baking for hamburgers.....	144
<i>Omarov R.S., Antipova L.V., Shlykov S.N.</i> The production of dry protein composition based on modified blood plasma	149
<i>Moiseeva N.S., Motovilov O.K.</i> Biological value of smoked-baked fillet from meat of turkey.....	156
<i>Ermolaev V.A.</i> Low-temperature vacuum drying as the method of draining of plant raw materials.....	160
<i>Sobol I.V.</i> The influence of technological processing on the persistence of pectin substances of vegetable raw materials.....	167
<i>Yanova M.A., Oleynikova E.N., Pyzhikova N.I.</i> The importance of grain quality for flour-grinding enterprises of Krasnoyarsk Region	172

BIOLOGICAL SCIENCES

<i>Tamakhina A.Ya., Akhkubekova A.A., Korsunov A.M.</i> Modification variability of <i>Echium vulgare</i> L. in ecotopes of the Central Caucasus	179
<i>Martynova M.A.</i> Demotional and invasive processes of laylands in the steppe zone of the Republic of Khakassia	187
<i>Guvendiev V.M., Askerov A.M.</i> The taxonomy of species of the genus <i>Medicago</i> L. (<i>Fabaceae Lindl.</i>) flora of Azerbaijan and micromorphological traits of seeds of some species	192

LIST OF CONTRIBUTORS.....	343
----------------------------------	-----

ВЕСТИК КрасГАУ

BULLETIN of KSAU

Выпуск 1 (142)

Issue 1 (142)

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет»

Founder – Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Krasnoyarsk State Agrarian University»

Главный редактор *N.V. Донкова*

Редактор *O.Yu. Потапова*

Компьютерная верстка *A.A. Грудинин*

Editor-in-chief *N.V. Donkova*

Editor *O.Ju. Potapova*

Desktop publishing *A.A. Grudinin*

12+

Подписано в печать 17.01.2019. Выход в свет 24.01.2019
Формат 60 × 84/8. Усл. п.л. 27,5. Тираж 250 экз. Заказ № 2

Адрес издателя: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90; тел. 8-(3912)-27-05-34; E-mail: info@kgau.ru

Адрес редакции: 660017, г. Красноярск, ул. Ленина, 117; тел. 8-(3912)-65-01-93; E-mail: rio@kgau.ru

Адрес типографии: 660017, г. Красноярск, ул. Ленина, 117; тел. 8-(3912)-65-01-93; E-mail: rio@kgau.ru

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г., выдано
Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
ISSN 1819-4036

Цена свободная

Signed in print 17.01.2019. Released 24.01.2019. Format 60 × 84/8. CONV. p. l. 27,5 Edition of 250 copies. Order № 2

Address of publisher: 660049, Krasnoyarsk, Mira Ave., 90; tel.: 8-(3912)-27-05-34; E-mail: info@kgau.ru

Address of the editorial office: 660017, Krasnoyarsk, Lenin street, 117; tel. 8-(3912)-65-01-93; E-mail: rio@kgau.ru

Address printing: 660017, Krasnoyarsk, Lenin street, 117; tel. 8-(3912)-65-01-93; E-mail: rio@kgau.ru

Subscription index 46810 in the Catalog «Newspapers. Magazines» OJSC Agency «Rospechyat»
Certificate of registration media PI № 77-14267 from 06.12.2002 is issued by the Ministry of Press,

Broadcasting and Mass Communications

ISSN 1819-4036

The price is free

