

ИННОВАЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
innovations and food security



Теоретический
и научно-практический
журнал

ISSN 2311-0651

Инновации и продовольственная безопасность

№ 3 (33) 2021



Теоретический и
научно-практический
журнал

ISSN 2311 0651

ИННОВАЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 3(33) 2021



Новосибирск 2021

**ИННОВАЦИИ
И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Теоретический
и научно-практический
журнал**

№ 3(33) 2021

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Выходит ежеквартально
Основан в мае 2013 года

Зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
ПИ № ФС 77-54441 от 17.06.2013

Подписной индекс в Объединенном
каталоге «Пресса России» – 40553

Журнал включен в Перечень
рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы
основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой
степени доктора наук

Адрес редакции и издателя:
630039, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160
Тел./факс: 8 (383) 264-28-00
E-mail: ngaufiziologi@mail.ru
smirnov.271@mail.ru

Тираж 500 экз.

Технический редактор Г.В. Вдовина
Редактор Т. К. Коробкова
Компьютерная верстка М. В. Потапова

Подписано в печать 30 сентября 2021 г.
Свободная цена
Формат 60 × 84 1/8.
12,50 усл. печ. л.
Бумага офсетная
Гарнитура «Times». Заказ № 2426.

Отпечатано в Издательском центре
НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Е.В. Рудой – д-р экон. наук, проф., чл.-корр. РАН, ректор ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», председатель редакционной коллегии (Новосибирск, Россия)

П.Н. Смирнов – д-р вет. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, почетный профессор Якутской ГСХА и Таджикского ГАУ, зав. кафедрой физиологии и биохимии человека и животных ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», главный редактор (Новосибирск, Россия)

А.Н. Власенко – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН, действительный член Национальной академии наук Монголии, руководитель научного направления СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

С.Х. Вышегуров – д-р с.-х. наук, проф., заслуженный деятель науки Ингушетии, зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», (Новосибирск, Россия)

М.И. Воевода – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, директор ФГБОУ «НИИ терапии и профилактической медицины» (Новосибирск, Россия)

Г.П. Гамзиков – д-р биол. наук, акад. РАН, проф. кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

А.С. Донченко – д-р вет. наук, акад. РАН, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

К.В. Жучаев – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и технологии животноводства, декан биолого-технологического факультета ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

В.Г. Кашковский – д-р с.-х. наук, проф. кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

С.П. Князев – канд. биол. наук, доц, проф. кафедры кормления, разведения и частной зоотехнии ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

В.А. Козлов – д-р мед. наук, проф., акад. РАН, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель НИИ клинической иммунологии СО РАН (Новосибирск, Россия)

С.Н. Магер – д-р биол. наук, проф., руководитель научного направления СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Р.С. Москалик – д-р хабилитат вет. наук, проф., акад. МАИ, зав. лабораторией методов борьбы и профилактики болезней животных НИИ биотехнологий в животноводстве и ветеринарной медицине (Республика Молдова)

К.Я. Мотовилов – д-р биол. наук, проф., чл.-корр. РАН, научный руководитель Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Г.А. Ноздрин – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой фармакологии и общей патологии ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

Л.М. Поляков – д-р мед. наук, проф., зав. лабораторией НИИ биохимии СО РАМН (Новосибирск, Россия)

И. Саттори – д-р вет. наук, проф., акад. ТАН, министр сельского хозяйства Республики Таджикистан (Таджикистан)

Н.В. Семендяева – д-р с.-х. наук, заслуженный деятель науки РФ, проф. кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

В.Г. Тепленев – канд. биол. наук, проф., директор Западно-Сибирского филиала НИИ охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б.М. Житкова (Новосибирск, Россия)

Е.Ю. Торопова – д-р биол. наук, проф. кафедры защиты растений ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ» (Новосибирск, Россия)

В.А. Тутельян – д-р мед. наук, проф., акад. РАМН, иностранный член НАН РА, заслуженный деятель науки РФ, научный руководитель Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи (Москва, Россия)

* На обложке использован логотип ©World Trade Organization (WTO)

** Использован логотип, опубликованный в интернет-ресурсе http://ru.freepik.com/free-vector/ecology-and-recycling-icons_376900.htm

ОГЛАВЛЕНИЕ

Контроль качества и безопасность пищевой продукции

<i>Зыбалов В.С., Наумова Н.Л.</i> АНАЛИЗ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	5
<i>Мендыбаева А.М., Рыщанова Р.М., Сеилханова Р.О.</i> МОДЕЛИ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ САЛЬМОНЕЛЛ	14
<i>Наумова Н.Л., Журавель В.В., Бурмистров Е.А., Бурмистрова О.М.</i> ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПОРОШКА ИЗ ТОМАТОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	22
<i>Рыщанова Р.М., Мендыбаева А.М., Муканов Г.Б., Шевченко П.В., Бермухаметов Ж.Ж.</i> УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ И СПОСОБНОСТЬ К ОБРАЗОВАНИЮ БИОПЛЕНОК ЗОЛОТИСТОГО СТАФИЛОКОККА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ МОЛОКА КОРОВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ РК	29
<i>Черепанов И.С.</i> СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОДУКТОВ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ УГЛЕВОДНЫХ СИСТЕМ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С БИОАКТИВНОСТЬЮ	40

Рациональное природопользование и охрана окружающей среды

<i>Ермолик В.Б.</i> ПОДБОР КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОЙ КОСУЛИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД	48
<i>Коваль Ю.И., Васильцова И.В., Бокова Т.И.</i> КОМПОЗИЦИОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ КАК ДЕТОКСИКАНТЫ СВИНЦА И КАДМИЯ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	56

Ресурсосберегающие технологии в земледелии, агрохимии, селекции и семеноводстве

<i>Ермолик В.Б.</i> ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БИОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ	66
--	----

Достижения ветеринарной науки и практики

<i>Черепушкина В.С., Стацевич Л.Н., Козлова О.С., Афонюшкин В.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ИНАКТИВАЦИИ <i>SALMONELLA</i> READING	73
---	----

Технологии содержания, кормления и обеспечение ветеринарного благополучия в продуктивном животноводстве

<i>Князев С.П., Никитин С.В., Ермолаев В.И.</i> ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ И АДАПТАЦИЯ К ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ ДОМАШНИХ СВИНЕЙ: ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ	80
--	----

Хроника, события, факты

<i>Гарке Т.М., Кретьова Е.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОРИТЕТНОГО ФАЙЛА КАК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА: ОПЫТ СИБИРСКОЙ НАУЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ – ФИЛИАЛА ГПНТБ СО РАН	95
<i>Смирнов П.Н., Котлярова О.С., Ефанова Н.В., Баталова С.В., Осина Л.М., Борисенко Е.А., Вдовина Г.В.</i> ДОЦЕНТЫ – ДВИЖУЩАЯ СИЛА РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ	103



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

УДК 338.43.02

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-5-13

АНАЛИЗ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Зыбалов, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Н.Л. Наумова, магистрант

Южно-Уральский государственный университет (НИУ)
E-mail: n.naumova@inbox.ru

Ключевые слова: продовольственная безопасность, сельскохозяйственная продукция, агропромышленный комплекс, самообеспечение.

Реферат. Решение задач, направленных на достижение гарантированного уровня обеспеченности населения продовольствием, неразрывно связано с созданием условий для конкурентоспособного развития сельского хозяйства, которое во многом определяет уровень экономической безопасности и социальной стабильности страны. В последние годы Челябинская область входит в десятку лучших регионов Российской Федерации по производству продовольствия. Однако агропромышленный комплекс области имеет ряд слабых сторон, в частности низкую самообеспеченность молоком и продуктами его переработки. Целью исследования явилось изучение продовольственной безопасности Челябинской области по отдельным показателям, таким как динамика промышленного производства основных групп пищевой продукции; уровни самообеспечения Челябинской области хлебо-, мясо- и молокопродуктами; сырьевые ресурсы перерабатывающих предприятий. Определено, что Челябинская область имеет мощный промышленный потенциал. Региональное сельское хозяйство играет ведущую роль в формировании продовольственной безопасности. Своевременные инвестиции в развитие сырьевой и производственной базы предприятий мясной и мукомольно-крупяной отраслей позволили достичь высоких показателей в промышленном производстве мяса птицы, свинины, хлебобулочных, крупяных и макаронных изделий. Рацион питания южноуральцев сбалансирован по хлебу и мясным продуктам, но по молочным товарам несколько отстает от рекомендованной нормы. Причиной последнего являются слабая сырьевая база (сокращение численности дойного стада), высокие затраты на производство сырья и низкая инвестиционная привлекательность молочного животноводства.

Решение задач, направленных на достижение гарантированного уровня обеспеченности населения продовольствием, неразрывно связано с созданием условий для конкурентоспособного развития сельского хозяйства, которое во многом определяет уровень экономической безопасности и социальной стабильности страны. В последние годы Челябинская область входит в десятку лучших регионов Российской Федерации по производству продовольствия

[1–4]. Производство сельскохозяйственной продукции и основных видов продукции пищевой и перерабатывающей промышленности в области показало рост в первом полугодии 2020 г., несмотря на пандемию коронавируса. В 2020 г. предприятия работали в новых условиях, связанных с пандемией, которые вынудили компании пересмотреть объемы, логистику, направления поставок. Но агрокомплекс справился с современными вызовами и сохранил объемы производства, выполнив все параметры продовольственной безопасности, обеспечивая бесперебойные поставки продуктов питания на местный рынок и за пределы региона. Так, уровень самообеспеченности региона мясом всех видов составил более 200 %, куриным яйцом – 174, картофелем и овощами – 147,3, хлебными продуктами (в том числе мукой и крупами) – 306,4, молоком и молочными продуктами – 56,3 % [5, 6].

По итогам работы в первом полугодии 2020 г. по сравнению с аналогичным периодом 2019 г. в Челябинской области объем производства продукции в хозяйствах всех категорий составил 40,6 млн руб. (40,1 млн в первом полугодии 2019 г.). В частности, было произведено на 5,6 % больше продукции переработки из говядины, свинины, баранины, на 3,4 % выросло производство колбасных изделий, на 7 – муки и макаронных изделий, на 59 % – растительных масел. Производство овощей в зимних теплицах составило 13,5 тыс. т (+13,4 %), молока в сельскохозяйственных организациях – 89 тыс. т (+6,1 %), яиц на птицефабриках – 770,6 млн шт. (+2,9 %). Среди регионов Российской Федерации по итогам 2020 г. Челябинская область заняла 4-е место по производству яиц, 8-е – по производству скота и птицы на убой в живой массе и 19-е место по объему продукции сельского хозяйства [5, 6]. Однако агропромышленный комплекс Челябинской области имеет и ряд слабых сторон, в частности низкую самообеспеченность молоком и продуктами его переработки.

Целью исследования явилось изучение продовольственной безопасности Челябинской области по отдельным показателям.

В качестве объекта исследований выступила информационная база, а именно сведения, содержащиеся в официальных источниках, целевые индикаторы Доктрины продовольственной безопасности РФ [7] и Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [8]. В работе использованы методы группировки и сравнительного анализа.

Развитие пищевых производств имеет большую социальную значимость. Рассматривая вопрос об уровне обеспеченности населения Челябинской области социально значимыми продуктами питания, необходимо отметить, что в последние годы предприятия пищевой промышленности работали достаточно стабильно. Детальное изучение развития промышленного производства отдельных продуктов питания потребительской корзины представлено на рис. 1.

За 2013–2019 гг. региональное производство мясопродуктов претерпело существенные изменения. Объемы производства продукции снизились на 36,8 % – с 394,2 до 249,0 тыс. т. Среднегодовой темп снижения составил 4,6 %. Однако в этот же период отмечена положительная динамика в развитии производства молокопродуктов – объемы выпуска увеличились на 30,3 %, среднегодовой темп роста составил 3,8 %. Хлебопекарная промышленность на протяжении четырех лет, с 2013 по 2016 г., переживала некоторые колебания, но уже в 2017 г. был достигнут уровень производства хлебобулочных изделий, свойственный для предприятий отрасли в предыдущие годы. Затем наблюдалось увеличение объемов производства хлебобулочных изделий до 250,0 тыс. т, при этом темп роста составил 33,3 % [9, 10].

Проблема производства продуктов питания, составляющих основу обеспечения потребления населения, является актуальной. В связи с этим особое значение приобретает сбалансированное соотношение между их производством и потреблением. На основе оценки сбалансированности осуществляется ввоз продуктов питания при неудовлетворенном спросе и вывоз – при их производстве сверх спроса. На базе балансов продовольственных ресурсов опре-

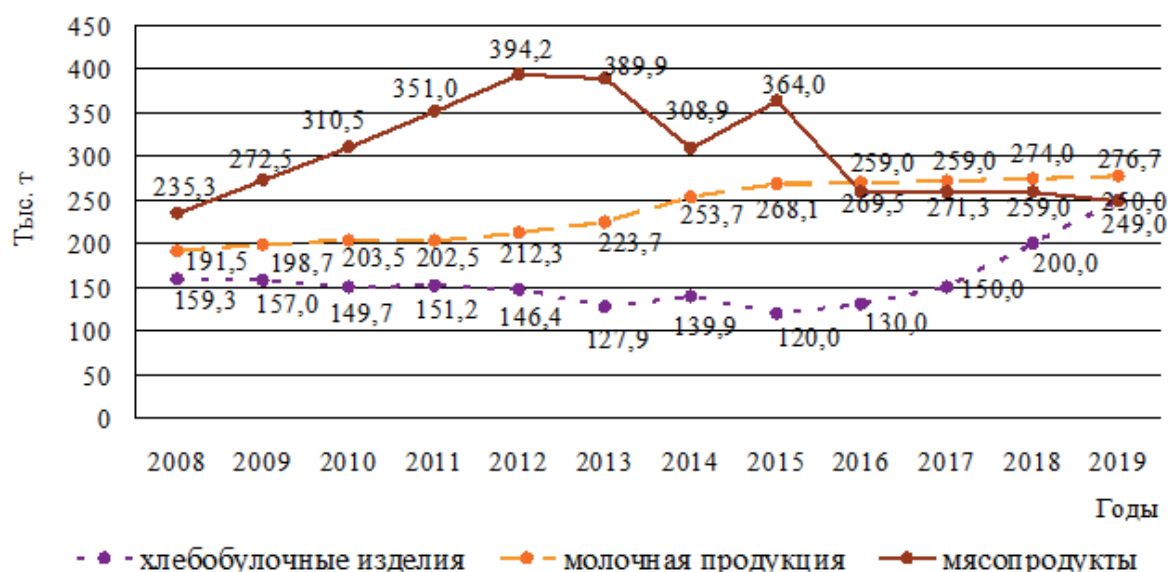


Рис. 1. Сравнительная динамика объемов производства продуктов предприятиями Челябинской области

деляется показатель, характеризующий продовольственную безопасность региона, – уровень самообеспечения основными видами сельскохозяйственной продукции.

За анализируемый двенадцатилетний период снижение объемов производства хлебопродуктов в целом (хлеба, хлебобулочных и макаронных изделий, круп, муки) на душу населения пришлось на 2014–2017 гг. и составило 10,4–12,5 %, объемов потребления – 23,1 % (рис. 2). Уровень потребления хлебопродуктов южноуральцами в 2019 г. максимально приблизился к рекомендуемой норме (96 кг). Учитывая, что объемы потребления хлебопродуктов на протяжении многих лет более чем в 2 раза превышали объемы их производства, становится очевидным низкий уровень самообеспечения местного населения лишь отдельными хлебопродуктами, поскольку из других источников известно [5], что уровень самообеспечения хлебом и хлебобулочными изделиями в 2019 г. составил 301,2 %.

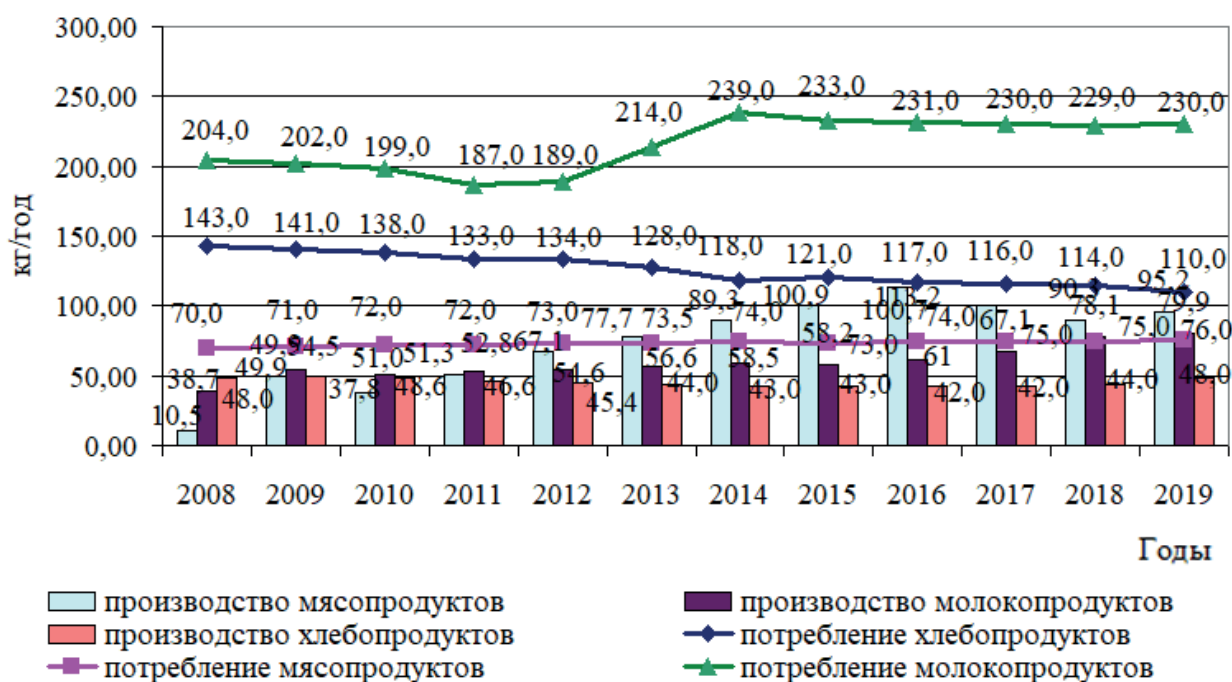


Рис. 2. Промышленное производство и потребление продуктов на душу населения

Детально изучив данный вопрос, мы получили следующие результаты. Челябинская область является одним из ведущих регионов – производителей муки и круп в стране. Здесь выпускают порядка 8 % от общероссийского объема муки и около 11 % круп. Кроме того, 25 % рынка макаронных изделий в России принадлежит Челябинской области. В некоторых сегментах, например в производстве круп в варочных пакетах, челябинские производители занимают до 50 % российского рынка [11]. В 2019 г. в Челябинской области произведено 664,5 тыс. т муки – это второе место в России после Алтайского края, где выпущено 1083,8 тыс. т муки. Однако с 2017 г. в регионе наметилась тенденция к снижению объемов производства муки. В частности, в 2019 г. по сравнению с 2018 г. снижение составило 0,2 %. Среди основных факторов, формирующих данный тренд, – высокая конкуренция в отрасли из-за наличия в регионе большого количества крупных и малых мукомольных предприятий. Из бюджета Челябинской области в 2019 г. впервые было выделено 60 млн руб. на покрытие части расходов предприятий-экспортеров по перевозке продукции автомобильным транспортом до пунктов пропуска через государственную границу. В результате экспорт муки из региона за 2019 г. составил 7,0 тыс. т на сумму 2,6 млн долл., тогда как в 2018 г. – 4,4 тыс. т на сумму 1,4 млн долл., т.е. рост в натуральном выражении составил 59 %.

Параллельно постепенно уменьшается использование муки на производство хлеба, хлебобулочных и макаронных изделий по причине того, что показатель самообеспеченности жителей региона хлебобулочными изделиями уже достиг 301,2 % в 2019 г. (355,433 кг в год на человека вместо реально потребляемых 116 кг). Постепенно снижается и потребление муки домохозяйствами в свете современной тенденции к ведению здорового образа жизни, предполагающего в том числе снижение потребления мучных изделий. Кроме того, значительные объемы муки завозятся в Челябинскую область из соседних регионов (Курганская, Оренбургская области) по более низким ценам. Так, по состоянию на 20 февраля оптовая цена пшеничной муки, согласно данным ведомственного мониторинга Минсельхоза России, в Челябинске составила 21,18 руб/кг, в Кургане – 18,35, в Оренбурге – 19,0 руб/кг.

В 2019 г. производство круп предприятиями пищевой промышленности региона выросло на 4,7 % и составило 174,3 тыс. т. Это третье место в России следом за Алтайским (433,9 тыс. т) и Краснодарским (387,5 тыс. т) краями [11]. Рост производства круп во многом связан с региональной инвестиционной политикой. К примеру, власти Челябинской области в 2018 г. поддержали инвестиционный проект одного из основных в регионе производителей круп (ООО «Ресурс», торговая марка «Увелка») по строительству производственно-логистического комплекса с объемом инвестиций 3,4 млрд руб. После реализации проекта переработка гречихи в компании увеличилась в 3,7 раза (до 6,5 тыс. т в месяц), овса, ячменя, пшеницы и гороха – в 4,5 раза (до 10,7 тыс. т), хлопьев – в 2,7 раза (до 8,5 тыс. т), крупы в варочных пакетах и мягкой упаковке – в 1,7 раза (до 20,2 тыс. т).

Известно, что по молоку и молочным продуктам продовольственная безопасность России не обеспечена, их потребление не соответствует рациональным нормам. Самообеспеченность России молочными продуктами остается ниже целевого уровня начиная с 1994 г., при этом минимум был достигнут в 2013 г. [12].

По объемам потребления молокопродуктов ситуация в Челябинской области складывается значительно хуже. Объемы производства молочных продуктов на душу населения за период 2008–2019 гг. увеличились в 2 раза, а объемы их потребления – на 12,7 % [9, 10]. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 № 6141, рациональная норма потребления молочных продуктов на душу населения составляет 325 кг. Фактическое же потребление на жителя Челябинской области в 2019 г. составило 230,0 кг, что ниже рекомендуемой нормы на 29,2 %. К тому же объемы производства молока и молокопродуктов оказались ниже объемов их потребления в 2,9 раза, что свидетельствует о низком уровне самообеспечения Челябинской

области молочной продукцией. В Доктрине продовольственной безопасности РФ определены пороговые значения производства молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко) – не менее 90 % от общего потребления. В Челябинской области на сегодняшний день этот показатель не выполняется.

Ряд специалистов называют молочную индустрию, наряду с мясной, самой уязвимой отраслью российского сельского хозяйства, так как молочный рынок в наибольшей мере зависит от импорта и показывает максимальный рост цен среди сельскохозяйственных рынков.

Потребление мясопродуктов в период 2008–2019 гг. населением Челябинской области возросло. К 2019 г. этот показатель увеличился с 70 до 76 кг, что стало соответствовать рекомендуемой норме потребления (73 кг на душу населения). Начиная с 2013 г. объемы производства мяса и мясопродуктов на душу населения стали превышать объемы их потребления, что свидетельствует о высоком уровне самообеспечения продукцией мясного животноводства [5].

Зерно и продукты его переработки чрезвычайно важны в решении проблемы обеспечения продовольственной безопасности Челябинской области. Они относятся к продовольствию стратегического назначения, пригодны к длительному хранению в качестве резервных фондов. Динамика объемов производства зерна и использования зерновых ресурсов в исследуемый период характеризовалась нестабильностью (рис. 3), что объясняется зависимостью отрасли от погодных условий.

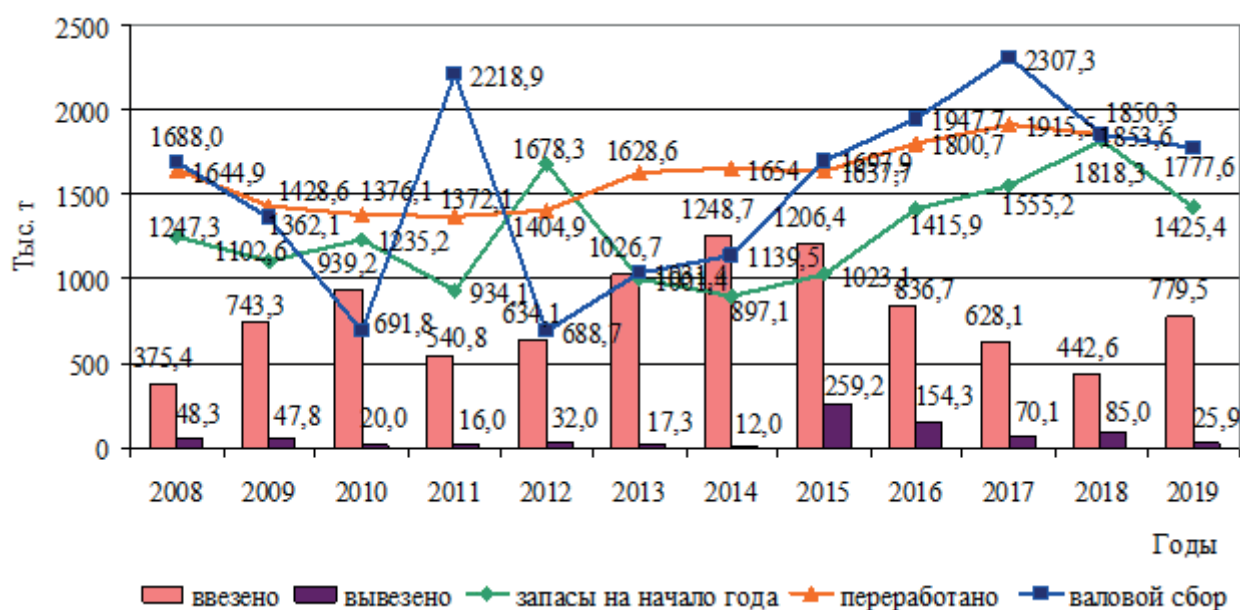


Рис. 3. Баланс ресурсов и использования зерна в Челябинской области

Так, в 2010 г. значительное снижение (на 52,4 % по отношению к показателю 2009 г.) объемов производства зерна и увеличение доли (на 26,4 %) ввезенного сырья объясняется засушливым летом. Следующий, 2011 г. выдался урожайным, и индекс производства зерна в хозяйствах сельхозтоваропроизводителей области составил 320,7 % по отношению к 2010 г. В 2012 г. по сравнению с 2011 г. зерновые ресурсы уменьшились на 18,8 %, что связано с уменьшением объемов производства зерна в отчетный период, также обусловленным засушливым летом. По этой же причине снизился уровень самообеспечения области зерном с 111,0 % в 2011 г. до 35,0 % в 2012 г., но ситуацию удалось спасти за счет значительных запасов (1678,3 тыс. т) зерновой массы урожая 2011 г. При относительно благоприятных климатических условиях, зафиксированных в 2011 и 2017 гг., уровень самообеспечения области зерном был достаточно высок.

Агрофирма «Ариант» запустила в 2016 г. первую очередь нового элеватора в пос. Красногорский мощностью 190 тыс. т единовременного хранения зерна. Завершение строительства второй очереди обеспечило хранение 290 тыс. т зерна единовременно. В строительстве и оснащении объекта использованы самые современные технологии и оборудование [13].

В анализируемый период доля ввезенного в область зерна в общем объеме зерновых ресурсов существенно колебалась – от 375,4 тыс. т в 2008 г. до 1248,7 тыс. т в 2014 г. Объемы вывоза зерна за пределы Челябинской области в это время были незначительны – от 12,0 тыс. т в 2014 г. до 259,2 тыс. т в 2015 г.

Удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств, включая индивидуальных предпринимателей, в общем объеме производства зерна в 2020 г. составил 51,0 % (в 2019 г. – 49,9 %), сельскохозяйственных организаций – 43,5 % (в 2019 г. – 44,8 %). Валовой сбор зерна в 2020 г. составил 1008,1 тыс. т в массе после доработки, что на 43,3 % меньше уровня предыдущего года. Причина снижения – возникновение чрезвычайной ситуации природного характера, связанной с почвенной и атмосферной засухой, в 20 муниципальных образованиях Челябинской области.

В отличие от растениеводства, процесс производства в животноводстве непрерывен, продукция производится круглый год, ее выход меньше зависит от климатических условий и в большей мере – от кормовой базы, вложений труда, условий специализации производства и т.д.

По состоянию на 2018 г. из почти 400 тыс. т сырого молока, которое поступало на молокозаводы области для переработки, только 60 % было произведено южноуральскими животноводами, остальное сырье закупалось в соседних регионах. При этом годовое потребление готовых молочных продуктов, по данным Росстата, составляло на Южном Урале около 645 тыс. т. Анализ статистических данных показывает, что в объемах производства молока в хозяйствах всех категорий области с 2008 по 2019 г. отмечался постепенный спад, который к настоящему времени достиг 33 % (рис. 4). Ситуация объяснима сокращением численности дойных коров за этот период на 72,9 тыс. голов (38,1 %). В 2019 г. в области ресурсы молока составили 748,7 тыс. т, что на 0,4 % меньше, чем в 2018 г. Из имеющихся ресурсов 685,3 тыс. т (91,5 %) было использовано для производства молочных продуктов [9, 10].

Объемы ввоза и вывоза молочного сырья с территории области претерпели определенные изменения. Так, уровень ввоза сырого молока для переработки повысился в 9,3 вывоза – в 1,7 раза. Одним из способов стимулирования производства сырого молока является увеличение закупочной цены. Главными причинами, тормозящими развитие молочного рынка, являются слабая сырьевая база и высокие затраты на производство сырья [12]. Несмотря на это, в хозяйстве «Подовинное» запущен новый доильный зал фирмы «Делаваль», закуплено 500 нетелей в Ленинградской и Свердловской областях, в СПК «Коелгинское» началось строительство молочной фермы (коровник беспривязного содержания на 400 голов), ОАО «Совхоз Акбашевский» проектирует молочный комплекс на 400 голов коров [13].

Надои молока на одну корову в сельскохозяйственных организациях в 2019 г. составили 5606 кг против 5673 кг в 2018 г., в 2020 г. – 6097 кг, что на 8,8 % больше, чем в 2019 г. Аналитический центр Milknews провел исследование молочного рынка страны за первые восемь месяцев 2020 г. и выяснил, что с января по август больше всего молочной продукции было произведено в Краснодарском крае, Татарстане и Красноярском крае. Челябинская область оказалась на 17-м месте в этом списке. В регионе было произведено чуть больше 80 тыс. т молока, что на 5,2 % больше, чем в прошлом году.

Региональные власти успешно решили проблему обеспечения населения мясом и мясными продуктами. Отправной точкой развития сельскохозяйственной отрасли стала реализация с 2006 г. национального проекта «Развитие АПК». Наиболее интенсивно развивалась отрасль птицеводства. В 2006 г. в строительство, реконструкцию и модернизацию объектов птицеводства

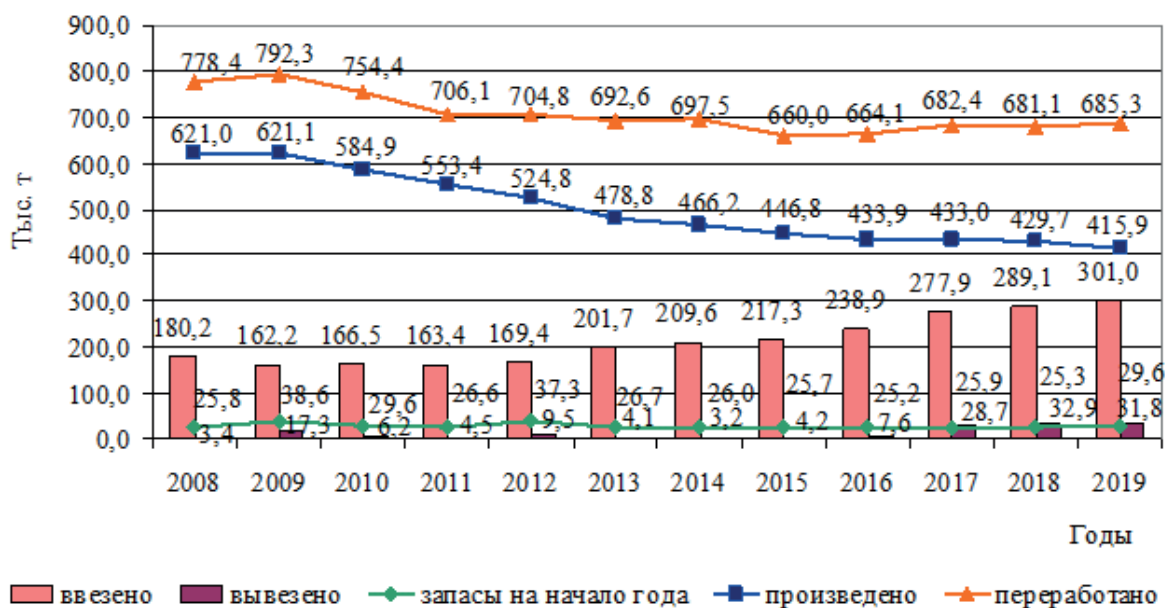


Рис. 4. Баланс ресурсов и использования молочного сырья в Челябинской области

в области было направлено свыше 20 млрд руб. Одновременно совершенствовалась инфраструктура производства, строились новые комбикормовые заводы, убойные цеха, инкубаторы, появлялись торговые дома и сети розничной торговли. Самую высокую динамику в мясной отрасли сегодня демонстрирует свиноводство. В увеличение производственных мощностей Родниковского свиного комплекса с объемом производства 18 тыс. т свинины в год было вложено 4,5 млрд руб. В 2015 г. в Троицком районе МПК «Ромкор» запустил новый свиноводческий комплекс (производственная мощность объекта 7,8 тыс. т мяса в живой массе в год), агрофирма «Ариант» вложила в увеличение производственных мощностей более 11 млрд руб. (мощность предприятия – 92 тыс. т). Помимо производственных объектов для содержания и разведения свиней, построена фабрика мясной гастрономии с современным убойным цехом и мясоперерабатывающим комбинатом ежедневной производительностью до 140 т продукции [13]. В результате объемы производства мяса с 2008 по 2019 г. увеличились в 2 раза (рис. 5), существенно повысилась (в 11,2 раза) доля вывезенного мясного сырья за пределы области и снизились объемы (на 16,4 %) ввоза мяса в Челябинскую область.

В 2016 г. производство мяса птицы за месяц в среднем составило 29 тыс. т. Для примера, наивысший годовой показатель советского периода составлял 28,0 тыс. т, а в перспективных планах стояла цифра 50 тыс. т. В 2016 г. на всех свиных комплексах произведено 115 тыс. т мяса, что на 41 % больше показателя 2015 г.

На конец декабря 2019 г. поголовье крупного рогатого скота в хозяйствах всех сельхозпроизводителей составляло 228,6 тыс. голов (на 4,7 % меньше по сравнению с данными на конец ноября 2018 г.), в том числе коров – 114,8 тыс. голов (на 2,9 % меньше), свиней – 876,3 тыс. голов (на 2,5 % больше), овец и коз – 144,9 тыс. голов (на 3,8 % меньше), птицы – 25925,9 тыс. голов (на 8,2 % больше). В структуре поголовья скота на хозяйства населения приходилось 43,9 % поголовья крупного рогатого скота, 50,3 – коров, 5,2 – свиней, 87,1 – овец и коз (на конец декабря 2018 г. – соответственно 44,8; 51,4; 5,8 и 86,2 %). В 2019 г. в хозяйствах всех категорий произведено скота и птицы на убой (в живой массе) 530,6 тыс. т (97,9 % к 2018 г.), молока – 415,9 тыс. т (96,8 %) [9, 10].

В 2019 г. в структуре производства скота и птицы на убой (в живой массе) в сельскохозяйственных организациях отмечалось увеличение удельного веса производства птицы по сравнению с уровнем 2018 г. В 2020 г. производство скота и птицы на убой в хозяйствах всех кате-

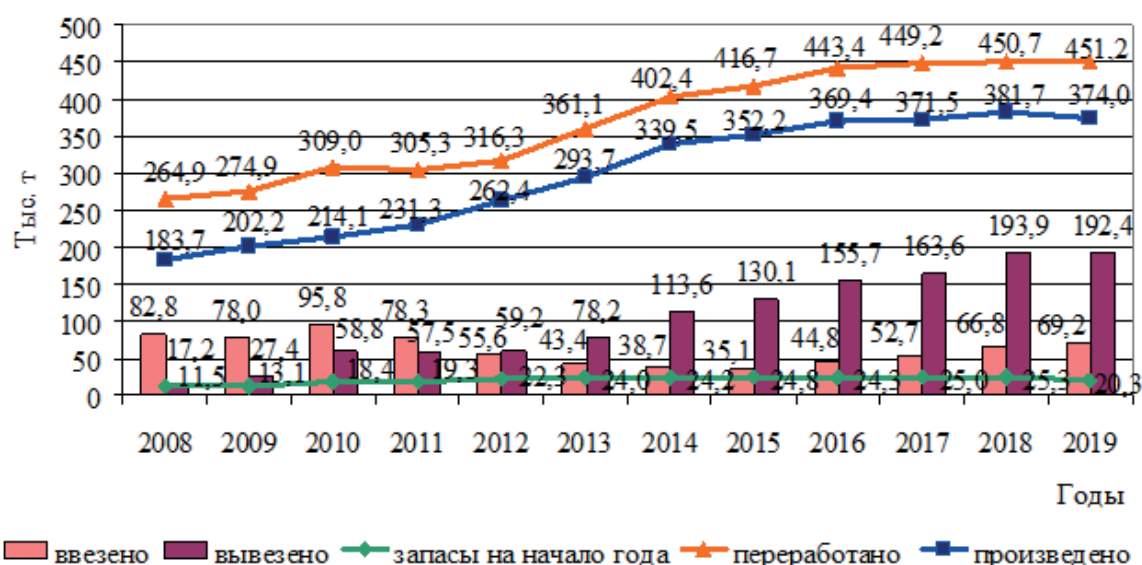


Рис. 5. Баланс ресурсов и использования молочного сырья в Челябинской области

горий (в живой массе) составило 493,3 тыс. т (92,9 % к 2019 г.), молока – 415,0 тыс. т (99,8 %). Снижение объема производства произошло в птицеводстве, что обусловлено сложной эпизоотической обстановкой в подотрасли и экономической ситуацией в период пандемии (снижение покупательского спроса, рост цен на корма и энергоносители).

Оценивая в целом продовольственную безопасность Челябинской области, можно отметить следующее.

1. Челябинская область имеет мощный промышленный потенциал. Региональное сельское хозяйство играет ведущую роль в формировании продовольственной безопасности страны.

2. Своевременные инвестиции в развитие сырьевой и производственной базы предприятий мясной и мукомольно-крупяной отраслей позволили достичь высоких показателей в промышленном производстве мяса птицы, свинины, хлебобулочных, крупяных и макаронных изделий.

3. Рацион питания среднестатистического южноуральца сбалансирован по хлебу и мясным изделиям, но по молочным продуктам несколько отстает от рекомендованной нормы.

4. Реализация региональных программ развития сельского хозяйства и целенаправленная государственная поддержка, в том числе субсидирование отдельных мероприятий и прямые финансовые вложения в развитие молочного животноводства, будут способствовать повышению производительности, рентабельности и расширению ассортимента высококачественной молочной продукции местного производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новикова И.А. Точки роста конкурентоспособности Челябинской области: стратегические приоритеты в сельском хозяйстве // Вестник Южно-Уральского профессионального института. – 2015. – № 2 (17). – С. 142–150.
2. Печерцева О.Н. Анализ конкурентоспособности регионального АПК // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 710–713.
3. Маслаков В.В., Курдюмов А.В. Особенности производства агропродукции в АПК Челябинской области // Теория и практика мировой науки. – 2016. – № 2. – С. 41–47.
4. Курдюмов А.В. Агропарк как элемент системы продовольственной безопасности (на примере Челябинской области) // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 9 (60). – С. 30–33.

5. Лукиных М.И. Потребление продуктов питания в Челябинской области // Агропродовольственная политика России. – 2021. – № 1–2. – С. 26–30.
6. Челябинская область в цифрах: Краткий статистический сборник / Челябинскстат. – Челябинск, 2021. – 243 с.
7. Доктрина продовольственной безопасности РФ: Указ Президента РФ от 30.01.2010 № 120 // Собрание законодательства РФ. – 2010. – № 5. – С. 502.
8. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 // Консультант плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
9. Челябинская область в цифрах: Краткий статистический сборник / Челябинскстат. – Челябинск, 2016. – 221 с.
10. Статистический ежегодник по Челябинской области: Статистический сборник / Челябинскстат. – Челябинск, 2019. – 435 с.
11. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации 2019: Статистический сборник / Росстат. – М., 2019. – 766 с.
12. Шинкарёва О.В., Майорова Е.А. Оценка потребности России в производстве молока и молочных продуктов для обеспечения рациональных норм личного потребления // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2020. – Т. 9, № 1 (30). – С. 395–397.
13. Раевский А.А. Инвестиционные проекты в агропромышленном комплексе Челябинской области // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 1. – С. 9–13.

REFERENCES

1. Novikova I.A., *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo professional'nogo instituta*, 2015, No. 2 (17), pp. 142–150. (In Russ.)
2. Pecherueva O.N., *APK Rossii*, 2016, Vol. 23, No. 3, pp. 710–713. (In Russ.)
3. Maslakov V.V., Kurdyumov A.V., *Teoriya i praktika mirovoj nauki*, 2016, No. 2, pp. 41–47. (In Russ.)
4. Kurdyumov A.V., *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, 2016, No. 9 (60), pp. 30–33. (In Russ.)
5. Lukinyh M.I., *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, 2021, No. 1–2, pp. 26–30. (In Russ.)
6. *Chelyabinskaya oblast' v cifrah: Kratkij statisticheskij sbornik* (Chelyabinsk region in numbers: a brief statistical book), Chelyabinskstat: Chelyabinsk, 2021, 243 p. (In Russ.)
7. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti RF: Ukaz Prezidenta RF ot 30.01.2010 g. N 120 (Food security doctrine of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010 N 120). Collected Legislation of the Russian Federation, 01.02.2010, N 5, art. 502. (In Russ.)
8. <http://www.consultant.ru>. (In Russ.)
9. *Chelyabinskaya oblast' v cifrah: Kratkij statisticheskij sbornik* (Chelyabinsk region in numbers: a brief statistical book), Chelyabinskstat: Chelyabinsk, 2016, 221 p. (In Russ.)
10. *Statisticheskij ezhegodnik po Chelyabinskoj oblasti: Statisticheskij sbornik* (Statistical yearbook for the Chelyabinsk region: statistical collection), Chelyabinskstat: Chelyabinsk, 2019, 435 p. (In Russ.)
11. <https://chelagro.ru>. (In Russ.)
12. Shinkareva O.V., Mayorova E.A., *Azimut nauchnyh issledovanij: ekonomika i upravlenie*, 2020, Vol. 9, No. 1 (30), pp. 395–397. (In Russ.)
13. Raevskij A.A., *APK Rossii*, 2017, Vol. 24, No. 1, pp. 9–13. (In Russ.)

МОДЕЛИ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ САЛЬМОНЕЛЛ

А.М. Мендыбаева, магистр ветеринарных наук, докторант

Р.М. Рышанова, доктор PhD, асс. профессор

Р.О. Сеилханова, магистрант

Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова

E-mail: jks1992@mail.ru

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, *Salmonella*, продукты животного происхождения, множественная лекарственная устойчивость, паттерны резистентности.

Реферат. Устойчивость к противомикробным препаратам является глобальной проблемой не только ветеринарии, но и общественного здравоохранения. Особые опасения вызывают резистентные микроорганизмы, передающиеся через пищевую цепь. Сальмонеллы являются основными возбудителями пищевых инфекций зоонозного происхождения. Настоящее исследование направлено на изучение антибиотикорезистентности бактерий рода *Salmonella*, выделенных на территории Северного региона Казахстана. Всего было выделено и идентифицировано 137 изолятов сальмонелл, среди которых преобладали серотипы *S. enteritidis* (52,55 %) и *S. typhimurium* (22,63 %). Из них 110 изолятов сальмонелл проявляли устойчивость к антибактериальным препаратам, причём 70 % были резистентны к фурадонину (77/110), 65,5 % к тетрациклину (72/110), 52,7 % – к налидиксовой кислоте (58/110). Все изучаемые изоляты были чувствительны к гентамицину. Изоляты сальмонелл обладали высоким уровнем устойчивости к препаратам группы нитрофуранов, являющихся критически важными препаратами по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Изоляты сальмонелл проявляли множественную резистентность. Большинство сальмонелл были резистентны к 3 и 4 группам антибактериальных препаратов, где наиболее частой моделью антибиотикорезистентности была модель «тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны». Среди выделенных изолятов обнаружено 12 изолятов, обладающих экстремальным уровнем резистентности к антибактериальным препаратам.

Salmonella относится к роду грамотрицательных палочек семейства Enterobacteriaceae, и в пределах двух видов – *Salmonella bongori* и *Salmonella enterica* на сегодняшний день идентифицировано более 2600 серотипов [1].

Сальмонеллез широко распространен во многих странах мира и занимает значительный удельный вес среди инфекционных болезней. Заболевание представляет собой большую ветеринарную и медицинскую проблему в связи с опасностью заражения человека от больных животных и через пищевую цепь. По данным референс-центра по сальмонеллезам и глобального десятилетнего мониторинга ВОЗ за пищевыми инфекциями, 47 % вспышек инфекций в мире относится к сальмонеллезам [2, 3].

Широкое применение антибактериальных препаратов для лечения и профилактики инфекционных заболеваний, а также в качестве стимуляторов роста в системе интенсивного животноводства посредством естественного отбора привело к распространению устойчивых микроорганизмов [4]. Устойчивые к антибактериальным препаратам микроорганизмы могут передаваться человеку через окружающую среду, при прямом контакте, а самое главное, через продукты животного и растительного происхождения [5].

Целью исследований явилось изучение моделей антибиотикорезистентности сальмонелл, циркулирующих на территории Костанайской области.

Исследования проводились на базе Научно-исследовательского института прикладной биотехнологии Костанайского регионального университета им. А. Байтурсынова.

В период с 2018 по 2020 г. было отобрано 2890 образцов патологического материала от животных и птицы, продукции животного происхождения в точках розничной торговли Костанайской области.

Микробиологический анализ. Выделение и идентификация сальмонелл проводились согласно методическим указаниям «Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды» [6].

Выделение бактерий проводили с использованием жидких селективных сред предварительного обогащения и посева на плотные дифференциально-диагностические среды. Учет характерных колоний проводили после 24-часовой инкубации при температуре +37 °С или при необходимости после 48 ч. Типичные колонии отсеивали для дальнейшей биохимической идентификации и серотипирования.

Серотипирование. Серотипирование сальмонелл проводили согласно схеме Кауфмана-Уайта методом агглютинации на предметном стекле с использованием О- и Н-антигенных сы-вороток [6].

Секвенирование по Сэнгеру. Для подтверждения таксономического положения выделенных изолятов сальмонелл проводили секвенирование по методу Сэнгера. В качестве генетического маркера был использован участок гена 16S рНК. В работе применялась пара универсальных праймеров: 8F(5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') [7] и 806R(5'-GGACTACCAGGGTATCTAAT-3') [8].

Идентифицированные изоляты сальмонелл тестировали на чувствительность к антибактериальным препаратам.

Определение чувствительности к антибактериальным препаратам. Тестирование чувствительности к антибиотикам проводили диско-диффузным методом [9] по Кирби-Бауэру. В тестировании использовали 15 дисков с антибактериальными препаратами следующих фармакологических групп: β-лактамы (ампициллин – 10 мкг; амоксициллин – 25 мкг; цефоперазон – 75 мкг; цефокситин – 30 мкг; цефподоксим – 10 мкг), аминогликозиды (стрептомицин – 10 мкг; канамицин – 30 мкг; неомицин – 30 мкг; гентамицин – 120 мкг), амфениколы (левомецетин – 30 мкг), тетрациклины (тетрациклин – 30 мкг; доксициклин – 30 мкг), фторхинолоны (энрофлоксацин – 5 мкг; ципрофлоксацин – 5 мкг; норфлоксацин – 10 мкг; офлоксацин – 5 мкг), хинолоны (налидиксовая кислота – 30 мкг), сульфаниламиды (сульфаметокзол с триметопримом – 1,25/23,75 мкг), нитрофураны (фуразолидон – 300 мкг; фурадонин – 300 мкг).

Изоляты были классифицированы как устойчивые (R), чувствительные (S) и промежуточные (I) согласно рекомендациям EUCAST [10], CLSI [11] и МУК 4.2.1890 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» [9] в зависимости от антибиотика и его концентрации. В качестве контроля использовался эталонный штамм *S. enteritidis* TA 98 РКМ (согласно паспорту, штамм резистентен к ампициллину). Изоляты, устойчивые к трем и более классам антибактериальных препаратов, считали полирезистентными.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета MS Excel.

Всего за период с 2018 по 2020 г. было исследовано 137 изолятов сальмонелл (табл. 1), выделенных из продуктов животного происхождения и патологического материала. Выделенные изоляты были охарактеризованы методами биохимической идентификации и серотипированием. Таксономическое положение изолятов подтверждено секвенированием по Сэнгеру.

Преобладающее количество сальмонелл принадлежало к подвиду *Enterica*, серогруппе D, серотипу *enteritidis* – 52,55 %; 22,63 % изолятов относились к подвиду *Enterica*, серогруппе A, серотипу *typhimurium*. По некоторым данным [12–14], серовары *enteritidis* и *typhimurium* являются основными возбудителями зоонозного сальмонеллеза, поражающими людей. Остальные серотипы выделялись намного реже: *S. paratyphi C* – 5,11 %, *S. dublin* – 4,38, *S. cholerae suis* –

3,65, *S. abortus equi* – 3,65, *S. blegdam* – 2,92, *S. derby* – 2,19 %. Серотипы *S. tenessee*, *S. moscow* и *S. IIIc4p* составили менее 1 % выделенных изолятов (0,73 %).

По результатам тестирования антибиотикорезистентности, из 137 выделенных изолятов сальмонелл 110 были резистентны к одному и более антибактериальному препарату, 27 изолятов были чувствительны ко всем исследуемым группам антибиотиков.

Таблица 1

Количество выделенных изолятов сальмонелл по годам

Серотип	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Всего	Среднее $\pm$ SD	%
<i>S. enteritidis</i>	23	31	18	72	24,00 $\pm$ 6,56	52,55
<i>S. typhimurium</i>	18	2	11	31	10,33 $\pm$ 8,02	22,63
<i>S. dublin</i>	2		4	6	2,00 $\pm$ 2,00	4,38
<i>S. cholerae suis</i>	5			5	1,66 $\pm$ 2,89	3,65
<i>S. abortus equi</i>	5			5	1,66 $\pm$ 2,89	3,65
<i>S. IIIc4p</i>		1		1	0,33 $\pm$ 0,58	0,73
<i>S. paratyphi C</i>		4	3	7	2,33 $\pm$ 2,08	5,11
<i>S. tshiongwe</i>		1		1	0,33 $\pm$ 0,58	0,73
<i>S. blegdam</i>		2	2	4	1,33 $\pm$ 1,15	2,92
<i>S. derby</i>		1	2	3	1,00 $\pm$ 1,00	2,19
<i>S. tenessee</i>		1		1	0,33 $\pm$ 0,58	0,73
<i>S. moscow</i>		1		1	0,33 $\pm$ 0,58	0,73
Всего	53	44	40	137		100

Таблица 2

Устойчивость изолятов сальмонелл к антибактериальным препаратам

Группа антибактериальных препаратов	Препарат	Количество изолятов сальмонелл, устойчивых к АБП
Аминогликозиды	Стрептомицин	12
	Канамицин	5
	Неомицин	4
	Гентамицин	0
β -лактамы	Ампициллин	16
	Амоксициллин	14
	Цефоперазон	12
	Цефокситин	17
	Цефподоксим	25
Амфениколы	Левомецетин	6
Тетрациклины	Тетрациклин	72
	Доксициклин	40
Фторхинолоны	Энрофлоксацин	27
	Ципрофлоксацин	14
	Норфлоксацин	15
	Офлоксацин	34
Хинолоны	Налидиксовая кислота	58
Сульфаниламиды	Сульфаметокзол с триметопримом	10
Нитрофураны	Фуразолидон	49
	Фурадонин	77

Как показано в табл. 2, наибольшее количество изолятов сальмонелл были резистентны к фурадонину (77/110, 70 %), тетрациклину (72/110, 65,6 %), налидиксовой кислоте (58/110, 52,7 %), а также к фуразолидону (49/110, 44,5 %), доксициклину (40/110, 36,4 %), офлоксацину (34/110, 30,9 %), энрофлоксацину (27/110, 24,5 %), цефподоксиму (25/110, 22,7 %), цефокситину (17/110, 15,5 %), ампициллину (16/110, 14,5 %), норфлоксацину (15/110, 13,6 %). Показатель устойчивости к остальным антибиотикам был ≤ 10 %. Все изучаемые изоляты были чувствительны к гентамицину.

Настоящие исследования показали наличие высокого уровня резистентности к группам нитрофуранов и тетрациклинов среди выделенных изолятов *S. enterica*, что согласуется с данными, полученными рядом авторов [14, 15].

Повышенный уровень устойчивости к препаратам данных групп предполагает, что они широко используются при лечении энтеробактериальных инфекций как у животных, так и у людей. Это может быть связано также с неконтролируемым или чрезмерным использованием данных препаратов. Кроме того, не последнюю роль в распространении устойчивости играет горизонтальный перенос генов резистентности [16].

Таблица 3

Структура устойчивости выделенных изолятов сальмонелл к антибактериальным препаратам

№ п/п	Группы	Распространенность, п (%)	
1	2	3	
1	Аминогликозиды	1 (0,89)	16 (14,3)
	Нитрофураны	9 (8)	
	Тетрациклины	2 (7,14)	
	Сульфаниламиды	4 (3,57)	
2	β -лактамы + тетрациклины	6 (5,36)	17 (15,2) 0
	Тетрациклины + сульфаниламиды	1 (0,89)	
	Тетрациклины + нитрофураны	4 (3,57)	
	Тетрациклины + фторхинолоны	1 (0,89)	
	Фторхинолоны + хинолоны	1 (0,89)	
	β -лактамы + фторхинолоны	1 (0,89)	
	Хинолоны + нитрофураны	3 (2,68)	
3	β -лактамы + тетрациклины + фторхинолоны	2 (1,78)	22 (19,6)
	β -лактамы + тетрациклины + нитрофураны	6 (5,36)	
	β -лактамы + тетрациклины + аминогликозиды	1 (0,89)	
	β -лактамы + тетрациклины + амфениколы	1 (0,89)	
	β -лактамы + тетрациклины + аминогликозиды	1 (0,89)	
	Тетрациклины + аминогликозиды + фторхинолоны	1 (0,89)	
	Тетрациклины + хинолоны + нитрофураны	1 (0,89)	
	Тетрациклины + фторхинолоны + нитрофураны	1 (0,89)	
	Фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны	8 (7,14)	
4	β -лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны	5 (4,46)	32 (28,6)
	β -лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + аминогликозиды	1 (0,89)	
	β -лактамы + тетрациклины + аминогликозиды + нитрофураны	2 (1,78)	
	β -лактамы + тетрациклины + аминогликозиды + амфениколы	1 (0,89)	

Окончание табл. 3

1	2	3	
	β-лактамы + тетрациклины + хинолоны + нитрофураны	5 (4,46)	
	β-лактамы + тетрациклины + амфениколы + нитрофураны	1 (0,89)	
	β-лактамы + аминогликозиды + фторхинолоны + хинолоны	1 (0,89)	
	Тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны	12 (10,7)	
	Тетрациклины + фторхинолоны + аминогликозиды + амфениколы	1 (0,89)	
	Тетрациклины + фторхинолоны + аминогликозиды + нитрофураны	1 (0,89)	
	Тетрациклины + аминогликозиды + хинолоны + нитрофураны	1 (0,89)	
	Фторхинолоны + хинолоны + аминогликозиды + нитрофураны	1 (0,89)	
5	β-лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны	7 (6,25)	13 (11,6)
	β-лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + аминогликозиды + нитрофураны	1 (0,89)	
	β-лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + амфениколы + нитрофураны	1 (0,89)	
	β-лактамы + тетрациклины + хинолоны + сульфаниламиды + нитрофураны	1 (0,89)	
	β-лактамы + тетрациклины + аминогликозиды + сульфаниламиды + нитрофураны	1 (0,89)	
	β-лактамы + аминогликозиды + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны	1 (0,89)	
	Тетрациклины + амфениколы + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны	1 (0,89)	
6	β-лактамы + тетрациклины + аминогликозиды + фторхинолоны + сульфаниламиды + нитрофураны	2 (1,78)	10 (8,9)
	β-лактамы + тетрациклины + аминогликозиды + фторхинолоны + аминогликозиды + нитрофураны	4 (3,57)	
	β-лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + сульфаниламиды нитрофураны	3 (2,68)	
	Тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + амингликозиды + сульфаниламиды + нитрофураны	1 (0,89)	
7	β-лактамы + тетрациклины + амфениколы + фторхинолоны + хинолоны + сульфаниламиды + нитрофураны	1 (0,89)	1 (0,89)
8	β-лактамы + тетрациклины + амфениколы + фторхинолоны + хинолоны + аминогликозиды + сульфаниламиды + нитрофураны	1 (0,89)	1 (0,89)

В общей сложности было изучено 45 различных моделей антибиотикорезистентности, из них 16 изолятов были устойчивы только к одной группе антибактериальных препаратов, 17 изолятов – к двум группам, 22 – к трем, 32 – к четырем, 13 – к пяти, 10 – к шести, 1 – к семи и 1 – к восьми группам (табл. 3). Изоляты, устойчивые к шести и более группам антибактериальных препаратов, принимали как экстремально резистентные изоляты. Большинство изолятов были резистентны к 3-4 группам антибактериальных препаратов.

При этом наиболее частой моделью антибиотикорезистентности была модель «тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны» – 12 изолятов, «нитрофураны» – 9 изолятов, «фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны» – 8 изолятов, «β-лактамы + тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны» – 7 изолятов. Подобная картина наблюдалась при исследовании сальмонелл, изолированных в Корее [17], Китае [18]. Препараты данной группы чаще всего используют для лечения энтеропатогенных инфекций. Следует отметить, что препараты группы фторхинолонов являются «критическими важными антибиотиками» для лечения заболеваний, вызванных сальмонеллами. Препараты групп хинолонов и цефалоспоринов также входят в список ВОЗ как критически важные для медицины [10]. Уровень резистентности к антибактериальным препаратам групп бета-лактамов был ниже по сравнению

с исследованиями ряда авторов, в частности [19], что, в свою очередь, может быть связано с использованием различных препаратов, а также их дозировкой.

Таким образом, в результате проведенных исследований в основном были выделены изоляты, относящиеся к серотипам *S. enteritidis* и *S. typhimurium*.

Преобладающее количество изолятов были резистентны к таким препаратам, как фурадонин (группа нитрофуранов), тетрациклин (группа тетрациклинов), налидиксовой кислоте (группа хинолонов).

Все изоляты были чувствительны к препарату гентамицину (группа аминогликозидов).

Исследования показали наличие 45 различных моделей антибиотикорезистентности, среди которых наиболее распространенной являлась модель «тетрациклины + фторхинолоны + хинолоны + нитрофураны».

Полученные результаты свидетельствуют о потенциальной возможности распространения резистентности среди штаммов сальмонелл к препаратам, являющимся критически важными для лечения животных и человека. Антибиотикорезистентность штаммов сальмонелл является результатом практически повсеместного нерационального использования ветеринарными специалистами антибактериальных препаратов. Уровень антибиотикорезистентности штаммов сальмонелл, выявленный в Северном регионе Казахстана, является серьезной проблемой, требующей постоянного контроля и проведения мероприятий по сдерживанию развития и распространения антибиотикорезистентности бактерий как на местном, так и на республиканском уровнях.

Работа выполнена по научно-технической программе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR10764944 «Разработка методов аналитического контроля и проведения мониторинга безопасности пищевой продукции» на 2021–2023 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Supplement 2008-2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme* / S. Issenhardt-Jeanjean, P. Roggentin [et al.] // *Research in Microbiology*. – 2014. – Vol. 165, Is. 7. – P. 526–530. – <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2014.07.004>.
2. *Серологические свойства и антибиотикорезистентность изолятов бактерий рода Salmonella, выделенных из сырья животного происхождения* / С.Е. Шмайхель, Н.Б. Шадрова, Е.С. Ерофеева, С.И. Данильченко // *Ветеринария сегодня*. – 2019. – № 4 (31). – С. 25-30. – DOI: 10.29326/2304-196X-2019-4-31-25-30.
3. *Diversity of Antimicrobial Resistance Phenotypes in Salmonella Isolated from Commercial Poultry Farms* / K.A. Liljebjelke, C.L. Hofacre, D.G. White [et al.] // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2017. – Vol. 4. – P. 96. – DOI:10.3389/fvets.2017.00096.
4. *Antibiotic Use in Agriculture and Its Consequential Resistance in Environmental Sources: Potential Public Health Implications* / C. Manyi-Loh, S. Mamphweli, E. Meyer, A. Okoh // *Molecules*. – 2018. – Vol. 23. – P. 795. – <https://doi.org/10.3390/molecules23040795>.
5. *Global trends in antimicrobial use in food animals* / T.P. Van Boeckel, C. Brower, M. Gilbert [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences* May. – 2015. – Vol. 112 (18). – P. 5649-5654. – DOI: 10.1073/pnas.1503141112.
6. МУ 4.2.2723–10. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды: метод. указания. – М.: ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2011. – Введены с 02.09.2010.
7. *Investigating deep phylogenetic relationships among cyanobacteria and plastids by small subunit rRNA sequence analysis* / S. Turner, K.M. Pryer, V.P. Miao, J.D. Palmer // *J. Eukaryot Microbiol.* – 1999. – Vol. 46(4). – P. 327–338.

8. *Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample* / G. Caporaso, C.L. Lauber, W.A. Walters [et al.] // PNAS. – 2011. – Vol. 108 (Suppl. 1). – P. 4516–4522. – <https://doi.org/10.1073/pnas.1000080107>.
9. МУК 4.2.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: метод. указания. – М.: ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2004. – Введены с 04.03.2004.
10. *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters Version 9.0, valid from 2019-01-01.* – P. 96.
11. *CLSI M100-ED29: Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*, 29th Edition. – Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2019.
12. *Occurrence and Characterization of Salmonella Isolated from Large-Scale Breeder Farms in Shandong Province, China* / Jie Yang, Siwei Gao, Yajie Chang [et al.] // BioMed Research International. – 2019. – Article ID 8159567. – 8 p. – <https://doi.org/10.1155/2019/8159567>.
13. *Prevalence and antibiotic resistance of Salmonella enteritidis and Salmonella typhimurium in raw chicken meat at retail markets in Malaysia* / T.Y. Thung, N.A. Mahyudin, D.F. Basri [et al.] // Poultry Science. – 2016. – Vol. 95, Is. 8. – P. 1888-1893. – DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pew144>.
14. *Characterisation of antimicrobial resistance patterns and class 1 integrons among Escherichia coli and Salmonella enterica serovar Choleraesuis strains isolated from humans and swine in Taiwan* / Shu-Chen Hsu, Tsai-Hsin Chiu, Jen-Chieh Pang [et al.] // International Journal of Antimicrobial Agents. – 2006. – Vol. 27, Is. 5. – P. 383–391. – <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.11.020>.
15. *Serovar distribution, antimicrobial resistance profiles, and PFGE typing of Salmonella enterica strains isolated from 2007–2012 in Guangdong, China* / B. Ke, J. Sun, D. He [et al.] // BMC Infect Dis. – 2014. – Vol. 14. – P. 338. – <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-338>.
16. *Nair V.T. Divek, Venkitanarayanan Kumar, Kollanoor Johnny Anup. Antibiotic-Resistant Salmonella in the Food Supply and the Potential Role of Antibiotic Alternatives for Control* // Foods 7. – 2018. – N 10. – P. 167. – <https://doi.org/10.3390/foods7100167>.
17. *Antibiotic Resistance Patterns and Serotypes of Salmonella spp. Isolated at Jeollanam-do in Korea* / K.B. Yoon, B.J. Song, M.Y. Shin [et al.] // Osong public health and research perspectives. – 2017. – Vol. 8(3). – P. 211–219. – <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2017.8.3.08>.
18. *Occurrence, antimicrobial resistance and biofilm formation of Salmonella isolates from a chicken slaughter plant in China* / Huhu Wang, Keping Ye, Xinru Wei [et al.] // Food Control. – 2013. – Vol. 33, Is. 2. – P. 378-384. – <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.030>.
19. *Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella enterica subspecies enterica serovar Enteritidis isolated from broiler chickens in Shandong Province, China, 2013–2018* / Xin Yu, Hongwei Zhu, Yongheng Bo [et al.] // Poultry Science. – 2021. – Vol. 100, Is. 2, – P. 1016–1023. – <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.079>.

REFERENCES

1. Issenhuth-Jeanjean S., Roggentin P., Matthew M., Guibourdenche M., Elizabeth de Pinna, Satheesh Nair, Patricia I Fields, François-Xavier Weill, *Research in Microbiology*, 2014, Vol. 165, Is. 7, P. 526–530, <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2014.07.004>.
2. Shmajhel' S.E., Shadrova N.B., Erofeeva E.S., Danil'chenko S.I., *Veterinariya segodnya*, 2019, No. 4 (31), pp. 25–30. (In Russ.)
3. Liljebjelke K.A., Hofacre C.L., White D.G., Ayers S., Lee Margie D., Maurer J.J., *Frontiers in Veterinary Science*, 2017, Vol. 4, P. 96, DOI:10.3389/fvets.2017.00096.
4. Manyi-Loh C., Mamphweli S., Meyer E., Okoh A., *Molecules*, 2018, Vol. 23, P. 795, <https://doi.org/10.3390/molecules23040795>.

5. Thomas P. Van Boeckel, Charles Brower, Marius Gilbert, Bryan T. Grenfell, Simon A. Levin, Timothy P. Robinson, Aude Teillant, and Ramanan Laxminarayan, *Proceedings of the National Academy of Sciences* May, 2015, Vol. 112 (18), P. 5649-5654, DOI: 10.1073/pnas.1503141112.
6. МУ 4.2.2723–10. *Laboratornaya diagnostika sal'monellezov, obnaruzhenie sal'monell v pishchevyh produktah i ob"ektah okruzhayushchej sredy* (Laboratory diagnostics of salmonellosis, detection of salmonella in food products and environmental objects), Moscow: FCGiE Rospotrebnadzora, 2011.
7. Turner S., Pryer K.M., Miao V.P., Palmer J.D., J. *Eukaryot Microbiol*, 1999, Vol. 46 (4), P. 327–338.
8. Gregory Caporaso, Christian L. Lauber, William A. Walters, Donna Berg-Lyons, Catherine A. Lozupone, Peter J. Turnbaugh, Noah Fierer, and Rob Knight, *PNAS*, 2011, Vol. 108 (Suppl. 1), P. 4516–4522, <https://doi.org/10.1073/pnas.1000080107>.
9. МУК 4.2.1890-04. *Opređenje chuvstvitel'nosti mikroorganizmov k antibakterial'nym preparatam* (Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs), Moscow: FCGiE Rospotrebnadzora, 2004.
10. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters Version 9.0, valid from 2019-01-01, 96 p.
11. CLSI M100-ED29: Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 29th Edition, Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2019.
12. Jie Yang, Siwei Gao, Yajie Chang, Mingliu Su, Yutong Xie, Shuhong Sun, *BioMed Research International*, 2019, Article ID 8159567, 8 p, <https://doi.org/10.1155/2019/8159567>.
13. Thung T.Y., Mahyudin N.A., Basri D.F., Wan Mohamed Radzi C.W.J., Nakaguchi Y., Nishibuchi M., Radu S., *Poultry Science*, 2016, Vol. 95, Is. 8, P. 1888-1893, DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pew144>.
14. Shu-Chen Hsu, Tsai-Hsin Chiu, Jen-Chieh Pang, Chao-Hsiu Hsuan-Yuan, Gan-Nan Chang, Hau-Yang Tsen, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 2006, Vol. 27, Is. 5, R. 383–391, <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.11.020>.
15. Bixia Ke, Jiufeng Sun, Dongmei He, Xiaocui Li, Zhaoming Liang, Chang-wen Ke, *BMC Infect Dis*, 2014, Vol. 14, P. 338, <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-338>.
16. Nair V.T. Divek, Venkitanarayanan Kumar, Kollanoor Johny Anup, *Foods* 7, 2018, No. 10, P. 167, <https://doi.org/10.3390/foods7100167>.
17. Ki-Bok Yoon, Byung-Joon Song, Mi-Yeong Shin, Hyun-Cheol Lim, Yeon-Hee Yoon, Doo-Young Jeon, Hoon Ha, Soo-In Yang, Jung-Beom Kim, *Osong public health and research perspectives*, 2017, Vol. 8 (3), P. 211–219, <https://doi.org/10.24171/j.phrp.2017.8.3.08>.
18. Huhu Wang, K. Ye, Xinru Wei, Jinxuan Cao, X. Xu, Guanghong Zhou, *Food Control*, 2013, Vol. 33, Is. 2, P. 378-384, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.030>.
19. Xin Yu, Hongwei Zhu, Yongheng Bo, Youzhi Li, Yue Zhang, Yang Liu, Jianlong Zhang, Linlin Jiang, Guozhong Chen, Xingxiao Zhang, *Poultry Science*, 2021, Vol. 100, Is. 2, P. 1016-1023, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.079>.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПОРОШКА ИЗ ТОМАТОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РАЙОНАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Н.Л. Наумова, доктор технических наук, профессор

²В.В. Журавель, кандидат сельскохозяйственных наук

²Е.А. Бурмистров, кандидат сельскохозяйственных наук

²О.М. Бурмистрова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

¹Южно-Уральский государственный университет (НИУ)

²Южно-Уральский государственный аграрный университет

E-mail: n.naumova@inbox.ru

Ключевые слова: томатный порошок, пищевая ценность сырья, качество, безопасность.

Реферат. Решение проблемы комплексной переработки томатного сырья с получением конкурентоспособных продуктов отягощено рядом экологических проблем, в первую очередь антропогенной нагрузкой на почвы агроценозов. На территории Челябинской области имеются как естественные, так и искусственные геохимические провинции, в условиях которых осуществляется интенсивное сельскохозяйственное производство. Целью исследований стало изучение пищевой ценности порошка из томатов, выращенных в разных географических районах Челябинской области. Объектами изучения послужили пробы томатного порошка, полученного при сушке помидоров сорта Огни Москвы, выращенных в открытом грунте в разных садовых некоммерческих товариществах: проба № 1 – в СНТ «Локомотив-1» (г. Челябинск, Троицкий тракт), проба № 2 – в СНТ «Дизелист-1» (Челябинская обл., г. Троицк, ул. Дизельная). Установлено, что в пробе № 1 содержится больше олова (в 4,1 раза), лития (в 3,3 раза), свинца (в 2 раза, но не выше нормы), кобальта (в 1,6 раза), хрома (на 18,5 %), калия (на 8,7 %), а также серебра, теллура, титана, ванадия и незаменимого нутриента – белка (на 5,6 %). Обнаруженные количества олова и серебра превышают кларковые значения, характерные для сухой фитомассы растительности суши, в 2,5 и 2 раза соответственно. В пробе № 2 содержится больше липидов (в 1,7 раза) и сахаров (на 14,1 %), пищевых волокон (на 14,6 %) и органических кислот (на 1,3–4,7 %), минеральных элементов: кремния и алюминия (в 14–14,6 раза), селена (в 4 раза), бора (в 3,6 раза), кальция (в 2,7 раза), марганца (в 2,6 раза), цинка (в 2,1 раза), меди (в 2 раза), магния и стронция (в 1,8 раза). Уровень селена превышает кларковые значения в 21 раз. Таким образом, сельскохозяйственная продукция, получаемая в агроценозах, неблагополучных по содержанию поллютантов, нуждается в особо строгом контроле последних как в почвенном, так и в сырьевом материале.

Одним из важнейших преимуществ сушки растительного сырья является возможность производства продуктов без консервантов, наполнителей, ароматизаторов и других пищевых добавок. Сушеные томаты можно применять в домашней кулинарии и на предприятиях общественного питания при приготовлении широкого ассортимента обеденных блюд, сухих приправ, соусов, соков, сухих супов и чипсов [1, 2]. Томатный порошок имеет высокую биологическую ценность, антиоксидантную активность и проявляет иммунозащитные свойства. В сушёных томатах в высококонцентрированном виде находятся различные БАВ: ликопин, β-каротин, витамины Е, В₁, В₂, В₆, В₉, Н, РР, минеральные (калий, натрий, фосфор, магний, железо, цинк, медь) и пектиновые вещества, пищевые волокна, полифенолы и флавоноиды [3–6]. Высокое содержание в мякоти и кожице томатов ликопина позволяет обогащать им другие пищевые продукты [7]. Преимущества овощных добавок, балансирующих недостатки витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, заключаются в их доступности, низкой себестоимости за счет безотходной переработки исходного сырья [8].

Решение проблемы комплексной переработки томатного сырья с получением конкурентоспособных продуктов отягощено рядом экологических проблем, в первую очередь антропо-

погенной нагрузкой на почвы агроценозов [4, 5]. На территории Челябинской области имеются как естественные, так и искусственные геохимические провинции, в условиях которых осуществляется интенсивное сельскохозяйственное производство. Так, на территории Чебаркульского района фиксируются высокие концентрации марганца в почве. В северной части Красноармейского района установлены локальные аномалии меди – до 200, цинка – до 700, свинца – до 70, хрома и стронция – до 300 мг/кг [9]. В этой связи целью исследований стало изучение пищевой ценности порошка из томатов, выращенных в разных географических районах Челябинской области.

Объектами изучения послужили пробы томатного порошка, полученного при сушке помидоров сорта Огни Москвы, выращенных в открытом грунте: проба № 1 – в садовом некоммерческом товариществе (СНТ) «Локомотив-1» (г. Челябинск, Троицкий тракт), проба № 2 – в СНТ «Дизелист-1» (Челябинская обл., г. Троицк, ул. Дизельная).

Для получения томатного порошка помидоры нарезают кружочками толщиной 2 мм и высушивают в дегидрататоре Kitfort-1905 при температуре 70 °С в течение 48 ч. Степень готовности (сушки) определяют по ломкости продукта. Высушенные пробы томатов измельчали на бытовой кофемолке. По внешнему виду исследуемые пробы томатного порошка не имели никаких различий. По консистенции полученный продукт представлял собой порошкообразную массу тонкого измельчения, оранжево-красного цвета, приятного кисловато-сладкого вкуса, собственного запаха.

Массовую долю влаги в сырье определяли по ГОСТ 9404-88, белка – по ГОСТ 10846-91, жира – по МУ 4237-86, сахаров – по ГОСТ 8756.13-87, содержание органических кислот – по М 04-47-12, каротиноидов – по ГОСТ Р 54058-10, минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03, пищевых волокон – классическим методом [10].

Все исследования проводились в трехкратной повторности. Результаты представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Статистический анализ проводился с использованием пакета программ Microsoft Excel XP и Statistica 8.0. Статистическая погрешность данных не превышала 5 % (при уровне достоверности 95 %).

В ходе испытаний было выявлено, что исследуемые пробы томатного порошка не имеют различий по влажности и количеству каротиноидов (табл. 1). Установленный уровень (412,0–415,0 мг/кг) содержания каротиноидов, обладающих высокой антиоксидантной активностью, позволяет рассматривать его в качестве средства для снижения риска развития рака и ишемической болезни сердца. Для сравнения, содержание каротиноидов в облепихе сублимационной сушки составляет $550,1 \pm 19,3$ мг/кг.

При этом по количеству основных нутриентов определены некоторые колебания. Так, в пробе №2 содержится больше липидов (в 1,7 раза), сахаров (на 14,1 %), пищевых волокон (на 14,6 %), в пробе №1 – больше белка (на 5,6 %).

Установлено, что из органических кислот в обеих пробах томатного порошка преобладают лимонная (3740,0–3887,0 мг/кг), винная (954,6–966,9 мг/кг), уксусная (873,4–891,9 мг/кг), присутствует также янтарная (282,2–295,4 мг/кг). На уровне следов ($< 1,0$ мг/кг) обнаружены щавелевая, яблочная, молочная, муравьиная кислоты. При этом в пробе №2 выявленных кислот содержится несколько больше (на 1,3–4,7 %).

Сравнение полученных результатов с общеизвестными данными о химическом составе томатного порошка, показывает, что исследуемые образцы несколько отличаются от литературных данных по количеству белка (на 18,7–23,0 %), жира (в 1,6–3,4 раза), сахаров (на 11,5–22,4 %) и пищевых волокон (в 2,2–2,6 раза) в меньшую сторону. Это может быть обусловлено как относительно высокой (в 1,6–3,7 раза) влажностью изучаемых проб сырья, так и ботаническими особенностями сорта помидоров.

Таблица 1

Физико-химические показатели и пищевая ценность томатного порошка

Показатель	Литературные данные [7, 11]	Полученные результаты	
		проба №1	проба №2
Содержание жира, г/100 г	3,1	1,1±0,1	1,9±0,2
Содержание белка, г/100 г	13,9	11,3±0,4	10,7±0,3
Массовая доля влаги, %	3-7	11,1±0,2	11,0±0,2
Массовая доля сахаров, %	34,8 г/100 г	27,0±1,5	30,8±1,6
Содержание каротиноидов, мг/кг	-	415,0±17,3	412,0±19,2
Содержание органических кислот, мг/кг, из них	-		
щавелевой		< 1,0	< 1,0
винной		954,6±21,2	966,9±23,4
яблочной		< 1,0	< 1,0
лимонной		3740,0±63,5	3887,0±71,2
янтарной		282,2±9,4	295,4±10,6
уксусной		873,4±17,8	891,9±19,4
молочной		< 1,0	< 1,0
муравьиной		< 1,0	< 1,0
Содержание пищевых волокон, г/100 г	12,4	4,8±0,4	5,5±0,3

На фоне того, что коллективные сады играют большую роль в жизни крупных городов в части обеспечения населения продовольствием, почвы многих из них считаются крайне неблагоприятными из-за загрязнения рядом тяжелых металлов. Так, почвы СНТ восточной части г. Челябинска характеризуются превышением ориентировочно допустимых концентраций по никелю (до 4,4 раза), цинку (до 3 раз), свинцу (до 30 %), северной части – по цинку (до 2 раз), меди (до 36 %), кадмию (до 10 %), западной части – по цинку (до 2,3 раза) [12]. Тяжелые металлы в таких количествах являются сильными стресс-факторами и мощными токсикантами, с которыми сталкиваются растения в связи с нарастающим антропогенным воздействием на окружающую среду [13]. Многими учеными подтверждена миграция химических элементов по пищевым цепочкам, неблагоприятный химический состав любого звена которых может привести к пагубным изменениям в организме человека [14–16]. В этой связи был изучен минеральный состав полученного томатного порошка (табл. 2).

Выявлено, что минеральные вещества представлены 25 наименованиями, что свидетельствует о богатом элементном составе исследуемого сырья. Установлено, что в пробе № 1 содержится больше олова (в 4,1 раза), лития (в 3,3 раза), свинца (в 2 раза, но не выше нормы), кобальта (в 1,6 раза), хрома (на 18,5 %), калия (на 8,7 %), а также серебра, теллура, титана и ванадия, т.е. элементов, свидетельствующих о техногенной нагрузке на почву, используемую для выращивания томатов. Для пробы № 2, напротив, характерно повышенное количество макро- и микроэлементов, необходимых для полноценной жизнедеятельности человека, а именно кремния (в 14,6 раза), селена (в 4 раза), кальция (в 2,7 раза), марганца (в 2,6 раза), цинка (в 2,1 раза), меди (в 2 раза), магния (в 1,8 раза), фосфора (на 46,1 %). Наряду с этим в пробе № 2 также выявлено относительно высокое количество стронция (в 1,8 раза), алюминия (в 14 раз), бора (в 3,6 раза), что опосредованно характеризует специфику биогеохимических свойств применяемого для культивирования грунта.

В сравнительном аспекте с результатами, полученными рядом ученых при изучении элементного состава аналогичного сырья, определено, что исследуемый материал несколько уступает по содержанию меди (в 2,3–4,7 раза), железа (в 3,8–4 раза), натрия (в 2,4–2,8 раза) и др. Кларковые значения минеральных элементов, установленные для сухой фитомассы раститель-

ности суши, наглядно свидетельствуют о превышении в пробе № 1 уровней селена (в 5,2 раза), олова (в 2,5 раза) и серебра (в 2 раза), в пробе № 2 – селена (в 21 раз).

Необходимо помнить, что селен – это не только эссенциальный ультрамикроэлемент, но и токсикант первого класса опасности. В условиях хронического потребления высоких доз селена происходит поражение печени, почек, кожи, суставов, потеря аппетита, расстройства пищеварения, выраженный дерматит, болезненные изменения ногтей и подкожный отек, головокружения, крайняя утомляемость, выкидыши, врожденные уродства [20]. В этой связи особую актуальность приобретает сельскохозяйственное районирование с учетом биогеохимических особенностей региона.

В обоих пробах томатного порошка не было зафиксировано наличия таких тяжелых металлов, как мышьяк, кадмий и ртуть.

Таблица 2

Минеральный состав томатного порошка, мг/кг

Минеральный элемент	Литературные данные [11, 17, 18]	Полученные результаты	
		проба №1	проба №2
Ag	0,03**	0,060±0,002	-
Al	-	2,73±0,04	38,41±1,40
B	25**	5,28±0,16	18,90±0,91
Ca	1090-1120	770,10±20,14	2070,78±93,04
Co	0,5**	0,021±0,002	0,013±0,02
Cr	1,8**	0,32±0,04	0,27±0,02
Cu	14,0–14,3	2,98±0,34	5,95±0,47
Fe	90,8–91,0	22,32±1,26	23,92±1,09
K	34260–34300	61697,11±244,45	56352,54±195,23
Li	1,5**	0,161±0,007	0,048±0,003
Mg	1930–1950	696,20±19,32	1281,42±37,22
Mn	205**	5,37±0,26	14,08±0,71
Mo	-	0,85±0,02	1,21±0,06
Na	1160	414,14±17,28	474,73±15,07
Ni	2**	0,18±0,03	0,25±0,04
P	3550–3570	3218,23±110,56	4703,92±124,73
Pb	Не более 0,5*	0,10±0,02	0,05±0,01
Se	0,05**	0,26±0,04	1,05±0,06
Si	-	8,01±0,26	117,30±3,68
Sn	0,25**	0,62±0,02	0,15±0,01
Sr	35**	4,82±0,11	8,50±0,43
Te	-	0,09±0,01	-
Ti	32,5**	0,10±0,02	-
W	-	0,08±0,01	-
Zn	19–22	11,71±0,62	24,95±0,93

*Норма согласно СанПиН 2.3.2.1078-01; **кларковые значения (в сухой фитомассе) [19].

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Томатный порошок, полученный из одного сорта помидоров, выращенных в разных географических районах Челябинской области, не имеет существенных различий по органолептическим показателям.

2. В сырье, полученном при сушке томатов из СНТ «Локомотив-1», содержится больше олова (в 4,1 раза), лития (в 3,3 раза), свинца (в 2 раза, но не выше нормы), кобальта (в 1,6 раза), хрома (на 18,5 %), калия (на 8,7 %), а также серебра, теллура, титана, ванадия и незаменимого нутриента – белка (на 5,6 %). При этом обнаруженные количества олова и серебра превышают кларковые значения, характерные для сухой фитомассы растительности суши в 2,5 и 2 раза соответственно.

3. Сухой растительный материал из томатов, выращенных в СНТ «Дизелист-1», содержит больше не только питательных веществ – липидов (в 1,7 раза) и сахаров (на 14,1 %), а также пищевых волокон (на 14,6 %) и органических кислот (на 1,3–4,7 %), но и минеральных элементов: кремния и алюминия (в 14–14,6 раза), селена (в 4 раза), бора (в 3,6 раза), кальция (в 2,7 раза), марганца (в 2,6 раза), цинка (в 2,1 раза), меди (в 2 раза), магния и стронция (в 1,8 раза). По уровню селена этот образец превышает кларковые значения в 21 раз.

4. Сельскохозяйственная продукция, получаемая в агроценозах, неблагополучных по содержанию поллютантов, нуждается в особо строгом контроле последних как в почвенном, так и в сырьевом материале.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуськова К.Ю. Томатный порошок как функциональная добавка в технологии изделий из бисквитного теста // Инновации и технологии в биомедицине: сб. тр. в науч.-практ. конф. – 2020. – С. 39–40.
2. Разработка технологии и рецептуры сдобных булочных изделий, обогащенных пищевыми добавками / М.А. Казимирова, Т.В. Першакова, А.Н. Матвиенко, Т.А. Шахрай, О.В. Федосеева // Новые технологии. – 2018. – № 1. – С. 37–42.
3. Технология получения сухих и вяленых томатов, сухих томатных порошков / А.М. Гаджиева, М.С. Мурадов, Г.И. Касьянов, Е.Г. Кубенко, О.И. Квасенков // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2015. – № 8. – С. 21–24.
4. Гаджиева А.М. Технологии комплексной переработки томатов с использованием различных способов сушки // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2015. – № 1 (343). – С. 42–45.
5. Использование томатного порошка в национальных дагестанских хлебобулочных изделиях / А. Гаджиева, Д. Маллаева, З. Муртазалиева, Д. Мурадова // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 18–21.
6. Афонькина В.А., Попов В.М., Левинский В.Н. Результаты исследований качественных показателей процесса ИК-сушки томатов с установкой сроков хранения // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 4 (139). – С. 174–180.
7. Остриков А.Н., Гаджиева А.М., Касьянов Г.И. Комплексная технология переработки томатного сырья // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 1 (63). – С. 12–17.
8. Воронина П.К. Применение сушеных томатов в технологии приготовления кексов // Инновационная техника и технология. – 2016. – № 2 (7). – С. 9–14.
9. Гертман А.М., Самсонова Т.С. Способы коррекции обменных процессов при незаразной патологии продуктивных коров в условиях техногенных провинций Южного Урала // Известия Оренбургского аграрного университета. – 2014. – №1 (45). – С. 65–68.
10. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – 342 с.

11. Попов В.М., Афонькина В.А., Левинский В.Н. Результаты исследований качественных показателей процесса ИК-сушки томатов по содержанию аскорбиновой кислоты // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 9–3 (63). – С. 58–62.
12. Маркова Л.М. Оценка загрязнения тяжелыми металлами почв садовых агроценозов г. Челябинска // Почвы в биосфере: сб. материалов всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию Ин-та почвоведения и агрохимии СО РАН. – 2018. – С. 309–313.
13. Изменчивость антиоксидантной активности можжевельника казацкого в градиенте содержания ионов меди на Южном Урале / А.В. Щербаков, С.Р. Рахматуллина, М.В. Чистякова-Мавлетова, И.Ю. Усманов // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т. 18, № 4. – С. 1081–1084.
14. Актуальность оценки многосредового канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / В.И. Курчанов, Т.Е. Лим, И.А. Воецкий, С.А. Голованин // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 7 (268). – С. 8–12.
15. Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней. Т. 2: Атомовиты. – М.: Гелиос АРВ, 2000. – 672 с.
16. Ягодин Б.А. Тяжелые металлы и здоровье человека // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 4. – С. 18–20.
17. Гаджиева А.М., Алиева М.Г. Получение и рациональное использование вторичных ресурсов сырья на основе комплексной переработки томатов // Совершенствование технологических процессов в пищевой промышленности: сб. науч. трудов преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов технологического факультета ДГТУ. – 2016. – С. 37–43.
18. Гаджиева А.М., Алиева М.Г. Особенности технологии производства продуктов с промежуточной влажностью на основе томатного сырья // Неделя науки – 2016: материалы XXXVII итоговой науч.-техн. конф. ДГТУ. – 2016. – С. 132–134.
19. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Академия, 2003. – 400 с.
20. Селен и наноселен: роль в организме та использование в медицинской практике / Н.С. Ноцек, Н.О. Горчакова, И.Ф. Беленичев, А.Н. Пузыренко, И.С. Чекман // Украинский научно-медицинский молодежный журнал. – 2015. – № 4 (91). – С. 129–133.

REFERENCES

1. Gus'kova K.Yu. *Tomatnyj poroshok kak funkcional'naya dobavka v tekhnologii izdelij iz biskvitnogo testa* (Tomato powder as a functional additive in the technology of biscuit dough products), Proceedings of the Conference, 2020, pp. 39–40. (In Russ.)
2. Kazimirova M.A., Pershakova T.V., Matvienko A.N., Shahraj T.A., Fedoseeva O.V., *Novye tekhnologii*, 2018, No. 1, pp. 37–42. (In Russ.)
3. Gadzhieva A.M., Muradov M.S., Kas'yanov G.I., Kubenko E.G., Kvasenkov O.I., *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*, 2015, No. 8, pp. 21–24. (In Russ.)
4. Gadzhieva A.M., *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya*, 2015, No. 1 (343), pp. 42–45. (In Russ.)
5. Gadzhieva A., Mallaeva D., Murtazalieva Z., Muradova D. *Ispol'zovanie tomatnogo poroshka v nacional'nyh dagestanskikh hlebobulochnykh izdeliyah* (The use of tomato powder in national Dagestan bakery products), Proceedings of the 10th All-Russian Scientific and Practical Conference, 2020, pp. 18–21. (In Russ.)
6. Afon'kina V.A., Popov V.M., Levinskij V.N. *Vestnik KrasGAU*, 2018, No. 4 (139), pp. 174–180. (In Russ.)

7. Ostrikov A.N., Gadzhieva A.M., Kas'yanov G.I. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij*, 2015, No. 1 (63), pp. 12–17. (In Russ.)
8. Voronina P.K. *Innovacionnaya tekhnika i tekhnologiya*, 2016, No. 2 (7), pp. 9–14. (In Russ.)
9. Gertman A.M., Samsonova T.S. *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta*, 2014, No 1 (45), pp. 65–68. (In Russ.)
10. Skurikhina I.M., Tutel'yana V.A., *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevyh produktov* (Guidelines on methods for analyzing the quality and safety of food products), Moscow: Brandes, Medicina, 1998, 342 p.
11. Popov V.M., Afon'kina V.A., Levinskij V.N. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2017, No. 9–3 (63), pp. 58–62. (In Russ.)
12. Markova L.M. Ocenka zagryazneniya tyazhelymi metallami pochv sadovyh agrocenozov g. Chelyabinska (Assessment of heavy metal pollution of soils of garden agrocenoses in Chelyabinsk), *Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation*, 2018, pp. 309–313. (In Russ.)
13. Shcherbakov A.V., Rahmatullina S.R., Chistyakova-Mavletova M.V., Usmanov I.Yu. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*, 2013, vol. 18, No. 4, pp. 1081–1084. (In Russ.)
14. Kurchanov V.I., Lim T.E., Voeckij I.A., Golovanin S.A. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2015, No. 7 (268), pp. 8–12. (In Russ.)
15. Suslikov V.L. *Geohimicheskaya ekologiya boleznej* (Geochemical ecology of diseases), vol. 2. Atomovites, Moscow: Gelios ARV, 2000, 672 p.
16. Yagodin B.A. *Himiya v sel'skom hozyajstve*, 1995, No. 4, pp. 18–20. (In Russ.)
17. Gadzhieva A.M., Alieva M.G. Poluchenie i racional'noe ispol'zovanie vtorichnyh resursov syr'ya na osnove kompleksnoj pererabotki tomatov (Obtaining and rational use of secondary raw materials based on complex processing of tomatoes), *Proceedings of Scientific Papers*, 2016, pp. 37–43. (In Russ.)
18. Gadzhieva A.M., Alieva M.G. Osobennosti tekhnologii proizvodstva produktov s promezhutochnoj vlazhnost'yu na osnove tomatnogo syr'ya (Features of the technology for the production of products with intermediate moisture based on tomato raw materials), *Proceedings of the 37th Final Scientific and Technical Conference of DSTU*, 2016, pp. 132–134. (In Russ.)
19. Dobrovol'skij V.V. *Osnovy biogeohimii* (Basics of biogeochemistry), Moscow: Academy, 2003, 400 p.
20. Nocek N.S., Gorchakova N.O., Belenichev I.F., Puzyrenko A.N., Chekman I.S., *Ukrainskij nauchno-meditsinskij molodezhnyj zhurnal*, 2015, No. 4 (91), pp. 129–133.

УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ И СПОСОБНОСТЬ К ОБРАЗОВАНИЮ БИОПЛЕНОК ЗОЛОТИСТОГО СТАФИЛОКОККА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ МОЛОКА КОРОВ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ РК

Р.М. Рыщанова, кандидат ветеринарных наук, асс. профессор
А.М. Мендыбаева, докторант специальности «Ветеринарная санитария»
Г.Б. Муканов, магистрант специальности «Ветеринарная медицина»
П.В. Шевченко, магистр технических наук
Ж.Ж. Бермухаметов, магистр технических наук

Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова
E-mail: raushan5888@mail.ru

Ключевые слова: золотистый стафилококк, маститы, молоко коров, резистентность к антибиотикам.

Реферат. Цель работы заключается в изучении распространенности штаммов *Staphylococcus aureus*, резистентных к противомикробным препаратам, выделенных от коров с субклинической формой мастита в хозяйствах Костанайской области, и способности их к биопленкообразованию. Полученные данные позволяют судить о степени и масштабах антибиотикорезистентности *Staphylococcus aureus*, вызывающих инвазивные инфекции на локальном и региональном уровнях, что, в свою очередь, необходимо для эпидемиологического надзора и успешного лечения животных. Нами впервые в Северном регионе Казахстана изучен спектр антибиотикорезистентности штаммов *S. aureus*, ассоциированных с субклиническими формами маститов у высокопродуктивных молочных коров и исследована способность микроорганизмов к образованию биопленок.

В роде стафилококк на сегодня известно 27 видов, большинство из которых абсолютно безвредны, и только три способны вызывать болезни: золотистый стафилококк – самый распространенный и вредоносный; эпидермальный стафилококк, также патогенный, но гораздо менее опасный, чем золотистый, и сапрофитный стафилококк – практически безвредный, тем не менее также способный вызывать заболевания. Золотистый стафилококк обладает удивительной живучестью: не теряет активности при высушивании, 12 ч живет под воздействием прямых солнечных лучей, в течение 30 мин выдерживает температуру 80 °С, не погибает в чистом этиловом спирте, не боится перекиси водорода.

Золотистый стафилококк *Staphylococcus aureus* является одним из наиболее распространенных бактериальных патогенов во всем мире [1] и вызывает достаточно широкий диапазон различных заболеваний у животных – от простых форм абсцессов и мастита до острого синдрома токсического шока [2, 3].

Маститы коров являются серьезной проблемой для молочного производства во всем мире. Золотистый стафилококк сегодня остается одной из главных причин мастита коров. Молоко является отличной средой для роста большого количества микроорганизмов, включая *S. aureus* [4–6]. В 60 % случаев обнаружения патогенной микрофлоры у молочных коров выявляется именно эта бактерия – ее находят в молоке, в молозиве, в дыхательной системе коровы [2–4]. Бактериальное заражение молока обычно происходит в процессе доения, и это зависит от санитарных условий окружающей среды, посуды, используемой для доения, и обслуживающего персонала. Это также может быть результатом попадания микроорганизмов в молочную железу через отверстия сосковых каналов [5, 6]. Маститы также представляют серьезную опасность для здоровья людей в связи с возможным попаданием в молоко патогенных микроорганизмов и их токсинов [7–9].

В неблагополучных хозяйствах заболевание носит стационарный характер. При этом хозяйства несут ощутимый экономический ущерб вследствие недополучения молока, ухудшения его санитарных и технологических качеств, затрат на лекарства и ветеринарных расходов, ранней выбраковки коров и снижения их воспроизводительной функции [10].

Маститы, вызванные *S. aureus*, характеризуются низкой частотой успешного выздоровления по сравнению с другими возбудителями, что объясняется приобретением устойчивости к противомикробным препаратам и их способностью к биопленкообразованию [11–13]. Бактерии в биопленках устойчивы к фагоцитозу, антимикробным агентам и дезинфицирующим средствам из-за низкой диффузии через матрицу, измененного клеточного метаболизма. Защитные особенности биопленки способствуют колонизации эпителия молочной железы, которая предшествует возникновению персистирующей инфекции [14–16].

На сегодняшний день для лечения стафилококковых инфекций, включая мастит, используют противомикробные препараты, где основным действующим веществом являются антибиотики таких фармакологических групп, как β -лактамы, тетрациклины, макролиды и сульфаниламиды. Штаммы *S. aureus* когда-то были почти одинаково восприимчивы к полусинтетическим пенициллиназа-резистентным β -лактамам (например, метициллину, оксациллину), наиболее часто используемому классу антибиотиков для кожных инфекций в медицине. Позднее эти штаммы были названы устойчивыми к метициллину *S. aureus*, или MRSA (термин, означающий перекрестную резистентность ко всем β -лактамам, включая все пенициллины и цефалоспорины) [17, 18].

Бактерии в природных популяциях почти всегда существуют в виде биоплёнок: клетки формируют вокруг себя комфортную среду в виде защитного матрикса, который смягчает окружающие условия, а у патогенов образует барьер для крупных молекул иммунитета [19, 20].

Цель исследований – изучение распространенности резистентных штаммов *S. aureus*, выделенных от клинически здоровых коров в молочных стадах Костанайской области, а также определение способности изолятов *S. aureus* к образованию биопленок.

Объектом исследования были пробы молока ($n=643$), отобранные у коров без клинических признаков патологии молочной железы. Пробы молока отбирали у коров черно-пестрой голштинизированной породы, содержащихся в молочных фермах южного, северного, восточного и западного районов Костанайской области, всего в 15 хозяйствах. В период лактации индивидуально от каждой коровы отбирали пробы молока.

Отбор проб молока от коров с субклинической формой мастита. Субклиническая форма мастита у коров определялась путем измерения электрического сопротивления молока специальным электронным детектором мастита 4x4Q Draminski (Польша) непосредственно в коровнике. Для этого под каждый сосок коровы подставляли измерительные сосуды устройства и быстро сдаивали первые струи молока. В течение 3 с на индикаторе прибора появлялись результаты измерений для каждой четверти вымени. Полученные числовые результаты оценивали по следующим критериям: результаты ниже 250 единиц выразительно указывают на субклиническое воспаление четверти вымени, или высокий риск перехода заболевания в острую стадию; результаты выше 300 единиц – хорошее состояние четверти вымени; результаты от 250 до 300 единиц – переходное состояние между субклиническим маститом и удовлетворительным состоянием. По причине физиологических особенностей трудно определить четкий предел, превышение которого показывает, что четверть вымени больна [21].

Молоко с показателями прибора ниже 300 единиц отбирали в специальные стерильные ёмкости (10 мл) и доставляли в лабораторию.

*Выделение *S. aureus* из проб молока.* Бактериологическое исследование проводили в соответствии с ГОСТ 30347-2016 с небольшими изменениями: проведение первичной микроскопии,

десятикратные серийные разведения и посевы на простые и дифференциально-диагностические питательные среды (маннит-солевой агар). В качестве эталонного штамма использовали *S. aureus* 209-Р. Метод обнаружения *S. aureus* был основан на высеве навески молока в жидкую селективную среду, инкубировании посевов, пересеве культуральной жидкости на поверхность агаризованной селективно-диагностической среды, подтверждении по биохимическим признакам принадлежности выделенных типичных и/или атипичных колоний к *S. aureus*.

При наличии патогенного стафилококка в пробе через 18-24 ч наблюдается рост колоний желтого цвета с изменением среды с красного на желтый цвет.

Идентификация *S. aureus*. Видовую идентификацию штаммов *S. aureus* проводили по следующим критериям: оценка морфологии и результатов микроскопии колоний, выросших на маннит-солевом агаре, пересев подозрительных колоний на мясо-пептонный агар, проведение тестов на каталазу и коагулазу, определение способности ферментировать мальтозу в аэробных условиях, тест на ДНКазную активность.

Определение способности изолятов *S. aureus* к образованию биопленок. Выделенные изоляты *S. aureus* тестировали на способность к биопленкообразованию методом микропланшета, а также с красителем конго красный.

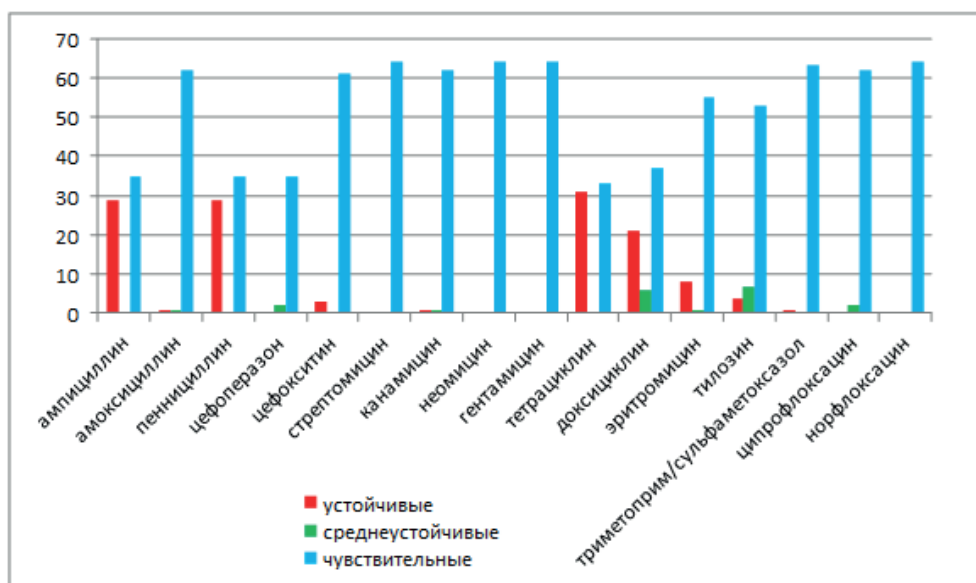
Тестирование изолятов *S. aureus* на резистентность к антибиотикам. Все изоляты были протестированы на антимикробную чувствительность при помощи диско-диффузионного метода на среде Мюллера-Хинтона. Для тестирования использовали диски со следующими антибактериальными препаратами: ампициллин (10 мкг), амоксициллин (25 мкг), бензилпенициллин (10 ЕД), цефоперазон (75 мкг), цефокситин (30 мкг), стрептомицин (10 мкг), канамицин (30 мкг), неомицин (30 мкг), гентамицин (120 мкг), тетрациклин (30 мкг), доксициклин (30 мкг), сульфаметоксазол с триметопримом (1,25/23,75 мкг), эритромицин (15 мкг), тилозин (15 мкг). Чувствительность оценивали по диаметрам зон задержки роста в соответствии с рекомендациями. Затем изоляты *S. aureus* были классифицированы как устойчивые, среднеустойчивые или чувствительные к определенному антибиотику согласно рекомендациям EUCAST (версия 11.0), CLSI и МУК 4.2.1890-04.

Определение генов резистентности. Методом полимеразно-цепной реакции (ПЦР) определяли наличие генов *mecA*, *BlaZ* и *mrsA*, относящихся к антибактериальным препаратам группы бета-лактамов, гена *ermC* группы макролидов, генов *aac(6)-aph2*, *aph(3)* группы аминогликозидов, *tetK*, *tetM* группы тетрациклинов и гена *dfrG* сульфаниламидов. Визуализацию результатов ПЦР проводили в 1,5 %-м агарозном геле в УФ-трансиллюминаторе QUANTUM.

Для исследований в период с декабря 2020 по май 2021 г. в хозяйствах Костанайской области отобрано 643 пробы коровьего молока, из них на стадии субклинического мастита исследовано 278 (43,2 %) образцов, из которых выделено и идентифицировано 64 (23,0 %) культуры *S. aureus*.

Распространенность *S. aureus* обуславливается в первую очередь биологическими особенностями данного микроорганизма. Во внешней среде (пол, подстилка, пастбища, инвентарь) стафилококк относительно устойчив и способен сохранять свою патогенность до 60 и даже 100 суток. При нагревании до 75 °С он погибает за 20-25 мин.

Основным моментом в системе противоэпизоотических мероприятий, направленных на профилактику маститов у коров, является контроль развития антибиотикорезистентности. Известно, что стафилококки среди грамположительных бактерий всегда характеризовались высокой приспособляемостью и способностью к формированию резистентности к новым антибактериальным препаратам. Нами были изучены и протестированы на чувствительность к антибиотикам изолированные культуры *S. aureus*, что позволило отобрать штаммы с идентичными характеристиками. Результаты тестирования резистентности изолятов *S. aureus*, выделенных из молока, к антимикробным препаратам представлены на рисунке.



Тестирование резистентности *S. aureus*, выделенных из молока, к антимикробным препаратам

Из 64 выделенных штаммов 60 (93,7 %) проявляли резистентность к одному и более антимикробным препаратам. У изучаемых микроорганизмов *S. aureus* наблюдается множественная лекарственная устойчивость, так 17 штаммов микроорганизмов были резистентны к 2 группам антимикробных препаратов, 3 штамма – к 3 группам, 2 штамма – к 4 группам. Наибольшее число штаммов *S. aureus* оказались резистентными к препаратам бета-лактамной группы – ампициллину и пенициллину (45,3 %) и антибиотикам тетрациклинового ряда (48,4 %), наименьшее (3,1 %) – к канамицину (аминогликозиды) и ципрофлоксацину (фторхинолоны), а также к сульфаниламидам (1,6 %).

Наличие антибиотикорезистентности к ампициллину и пенициллину (45,3 %) объясняется тем, что большинство микроорганизмов очень быстро приобретает к ним устойчивость путем выработки бета-лактамаз. Так, в 40-х гг. при внедрении в практику пенициллина было отмечено появление штаммов золотистого стафилококка, устойчивых к пенициллину, а уже к 1948 г. частота выделения пенициллин-резистентных штаммов *S. aureus* среди госпитальных штаммов достигла 60 %. Казалось, в 60-х гг. проблема резистентности стафилококков к антибиотикам была решена, так как этот период характеризовался высокой эффективностью полусинтетических пенициллинов (метициллин, оксациллин, диклоксациллин), однако с появлением резистентности к последним (условно названной термином «метициллин-резистентность стафилококков») начался новый подъем стафилококковых инфекций во всем мире [5].

Преобладающее число резистентных штаммов к тетрациклину, вероятно, связано с широким применением данного препарата для лечения и профилактики многих инфекционных болезней. Следует отметить наличие у микроорганизмов 100 %-й чувствительности к следующим препаратам: стрептомицину, неомицину, гентамицину и норфлоксацину. Полученные данные дают возможность рекомендовать специалистам хозяйств в тяжелых случаях течения болезни включать в схему лечения животных указанные антибиотики, за исключением норфлоксацина, относящегося к группе фторхинолонов – критически важных антибиотиков для медицины человека.

Определение генов резистентности. Методом полимеразно-цепной реакции были выделены гены резистентности к бета-лактамам (BlaZ, mecA), макролидам (ermC), аминогликозидам (aph(3)), тетрациклинам (tetK, tetM) (табл. 1).

Результаты исследований показали, что 46,9 % (30/64) образцов ДНК *S. aureus* несли ген *BlaZ*, из них 83,3 % (25/30) были резистентны к пенициллину, а 16,7 % (5/30) – чувствительны. Ген *mesA* обнаружен в одном образце ДНК, устойчивом к бета-лактамам (ампициллин). Также обнаружен ген *ermC* – 23,4 % (15/64), кодирующий резистентность к макролидам.

Таблица 1

Гены антибиотикорезистентности

Группы антибактериальных препаратов	Ген	Количество	Ген	Количество
Бета-лактамы	<i>BlaZ</i>	30	<i>mesA</i>	1
Макролиды	<i>ermC</i>	15	<i>msrA</i>	0
Аминогликозиды	<i>aac(6)-aph2</i>	0	<i>aph(3)</i>	2
Тетрациклины	<i>tetK</i>	19	<i>tetM</i>	9
Сульфаниламиды	<i>dfrG</i>	0		

Следует отметить, что только 2 образца ДНК (2/15) имели фенотипическую резистентность к тестируемым препаратам группы макролидов (эритромицин, тилозин). Оба образца ДНК, несущие гены резистентности к аминогликозидам – *aph(3)*, были чувствительны к препаратам данной группы. Среди тестируемых образцов ДНК *S. aureus* 19 несли ген *tetK* и 9 – ген *tetM*, все были фенотипически устойчивы к препаратам группы тетрациклинов.

Тестирование на наличие генов резистентности к антимикробным препаратам показало, что 60,9 % (39/64) изолятов несут от одного до пяти генов устойчивости. Так, в 46,9 % исследованных образцов ДНК обнаружен ген *BlaZ*, кодирующий фермент β -лактомазу, инактивирующий антибиотик за счет гидролиза пептидной связи в кольце бета-лактама. Поскольку не все фенотипически устойчивые к пенициллину изоляты имели ген *BlaZ*, но обладали способностью к биопленкообразованию, можно предположить, что в этом случае сработал данный механизм резистентности [22].

В настоящем исследовании обнаружен один изолят, несущий ген *mesA*, определяющий устойчивость к метициллину и кодирующий низкоаффинный пенициллин-связывающий белок РВР. Так, в аналогичных исследованиях, проведенных нами в 2018-2019 гг., не было зарегистрировано ни одного случая MRSA [24]. Однако исследователи нескольких стран сообщают об уровнях MRSA, варьирующих от 0,7 до 90 % [23].

Генотипическая резистентность к макролидам проявлялась выделением в исследуемых изолятах гена *ermC* (23,4 %). Полученные данные в некоторой степени похожи на результаты, представленные М.Е. Srednik с соавторами [24]. Так как 13 из 15 образцов, несущих ген *ermC*, были чувствительны к препаратам группы макролидов (эритромицин, тилозин), то можно предположить, что у них отсутствовала экспрессия метилаз, кодируемых геном *ermC* [25].

В двух образцах ДНК стафилококков обнаружен ген *aph(3)*, ответственный за устойчивость к аминогликозидам за счет высвобождения фермента аминогликозид фосфотрансферазы. Кроме того, данные изоляты были мультирезистентными, помимо гена *aph(3)*, один изолят нес гены резистентности к макролидам (*ermC*), бета-лактамам (*BlaZ*), а второй изолят еще дополнительно гены к тетрациклинам (*tetK*, *tetM*) [26].

Данные, полученные по результатам исследования, о наличии генов резистентности к антибактериальным препаратам группы тетрациклинов совпадают с фенотипическими исследованиями. Ген *tetK* был обнаружен в 19 образцах ДНК, ген *tetM* – в 9. В настоящем исследовании ген *tetK* обнаружен в 29,7 % образцов, а *tetM* – в 14 %, тогда как, по данным [27], их частота составляет 22,73 и 2,27 % соответственно. Относительно высокая распространенность генов *tetK* и *tetM* указывает на наличие следующих механизмов резистентности в исследуемых стафилококках: насос для оттока тетрациклина и защитный белок рибосом [28].

Тестирование способности *S. aureus* к биопленкообразованию. Проблема лечения маститов коров, вызванных антибиотико-резистентными штаммами *S. aureus*, отягчается их способностью к биопленкообразованию, которое признано важным фактором вирулентности для бактерий рода *Staphylococcus* и серьезной клинической проблемой [34].

Определение способности к образованию биопленок методом окраски на микротитровальных планшетах является золотым стандартом фенотипического анализа биопленок. В нашем исследовании 76,6 % (49/64) изолятов *S. aureus* обладали способностью к образованию биопленок, полученные результаты согласуются с рядом исследований, проведенных в Иране [29], Польше [30] и США (штат Колумбия) [31] (табл. 2). Среди биопленкообразующих штаммов 69,4 % (34/49) были устойчивы как минимум к одному противомикробному препарату.

Таблица 2

Формирование биопленок у изолятов *S. aureus*

Способность к образованию биопленок	Количество изолятов, образующих биопленку	
	ед.	%
Отсутствует	15	23,44
Низкая	18	28,12
Умеренная	31	48,44
Высокая	0	0
Всего	64	100

Наибольшую резистентность биопленкообразующие штаммы проявляли к тетрациклину – 26/49, ампициллину – 22/49, пенициллину – 22/49, доксициклину – 21/49. Большинство изолятов (48,4 %) были классифицированы как умеренные продуценты. Хотя ни один из исследуемых изолятов не был отнесен к сильным продуцентам, следует отметить потенциальный риск для здоровья населения, к тому же, по некоторым данным, биопленки увеличивают вероятность передачи генов антибиотикорезистентности [32, 33].

Кроме того, 43,75 % исследованных образцов были одновременно резистентными к одному и более антибактериальным препаратам, обладали способностью к биопленкообразованию и несли ген резистентности, что повышает вероятность распространения форм *S. aureus* с множественной лекарственной устойчивостью. При этом 12,5 % изолятов были резистентны и формировали биопленки, а 4,7 % имели ген резистентности и образовывали биопленки, и только 10,9 % не формировали биопленки, но были устойчивыми и несли гены резистентности к антибактериальным препаратам.

Таким образом, анализ антибиотикорезистентности золотистого стафилококка, выделенного при исследовании проб молока от коров с субклинической формой мастита из хозяйств Костанайской области за период 2020-2021 гг., и определение способности бактерий к биопленкообразованию позволяют сделать следующие выводы.

1. Из 278 образцов коровьего молока, отобранных на стадии субклинического мастита, выделено и идентифицировано 64 штамма золотистого стафилококка.

2. Тестирование на антибиотикоустойчивость показало, что 60 (93,7 %) изолятов *S. aureus*, проявляли резистентность к одному и более антимикробным препаратам групп тетрациклинов и бета-лактамов, используемых для лечения мастита. При этом наблюдается множественная лекарственная устойчивость. Изоляты *S. aureus* несут несколько генов резистентности, большинство из которых кодируют устойчивость к бета-лактамам и тетрациклинам.

3. Наличие способности образовывать биопленки повышает вероятность распространения полирезистентных штаммов.

4. Поскольку проблема мастита на молочных фермах актуальна для нашей страны и, в частности, для нашего региона, необходимы дальнейшие всесторонние исследования, направленные на изучение и поиск путей решения.

Научные исследования выполнены в рамках проекта AP008956574 «Антибиотикорезистентность штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных из коровьего молока» грантового финансирования Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2020-2021 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mahon C.R., Larsen H.S. *Staphylococcus aureus* // Textbook of diagnostic microbiology / Mahon C.R., Manusesailis J.Jr., ed. – New York: WB Saunders Company, 1995. – P. 325–330.
2. Characteristics of *Staphylococcus aureus* isolated in acute, acute and chronic mastitis of cattle / T. Matsunaga, S. Kamata, N. Kakiichi, K. Uchida // J. Vet. Med. Sci. – 1993. – Vol. 55. – P. 297–300. – DOI: 10.1292/jvms.55.297.
3. Dynamics of *Staphylococcus aureus* intramammary infections in nine Danish dairy herds / H.D. Larsen, K.H. Sloth, C. Elsberg [et al.] // Vet Microbiol. – 2000. – Vol. 71. – P. 89–101. – DOI: 10.1016/S0378-1135(99)00161-3.
4. Onasanya A., Mignouna H.D., Thottappilly G. Genetic fingerprinting and phylogenetic diversity of *Staphylococcus aureus* isolates from Nigeria // Afr. J. Biotech. – 2003. – Vol. 2(8). – P. 246–250.
5. Kalsoom F, Syed N.H.S., Farzana J. A model of antibiotic resistance against various *Staphylococcus aureus* isolates from raw milk samples // J. Res. Sci. – 2004. – Vol. 15. – P. 145–151.
6. Видовой состав микрофлоры молочной железы при маститах / Д.Ш. Баймишева, Л.А. Коростелева, С.В. Кристойть, С.В. Котенкин // Зоотехния. – 2008. – № 11 – С. 26–28.
7. Occurrence of *Staphylococcus aureus* on farms with small scale production of raw milk cheeses in Poland / J.G. Rola, A. Czubkowska, W. Korpysa-Dzirba, J. Osek // Toxins. – 2016. – Vol. 8(3). – P. 62. – DOI: 10.3390/toxins8030062.
8. Hennekinne J.A., de Buyser M.L., Dragacci S. *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation // FEMS Microbiol. Rev. – 2012. – Vol. 36. – P. 815–836. – DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00311.x.
9. Rola J.G., Korpysa-Dzirba W., Osek J. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and Staphylococcal enterotoxins at different stages of production of raw milk cheeses – preliminary results // Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy. – 2013. – Vol. 57. – P. 341–345. – DOI: 10.2478/bvip2013-0059.
10. Антибиотикорезистентность штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных из молока высокопродуктивных коров / О.А. Артемьева, Д.А. Никанова, Е.Н. Котковская, Е.А. Гладырь, А.В. Доцев // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 6. – С. 867–874.
11. Aslantaş Ö., Demir C. Investigation of the antibiotic resistance and biofilm-forming ability of *Staphylococcus aureus* from subclinical bovine mastitis cases // J. of Dairy Science. – 2016. – Vol. 99, Is. 11. – P. 8607–8613. – <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11310>.
12. Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from milk samples of dairy cows in small holder farms of North-Western Ethiopia / S.A. Mekonnen, T. Lam, J. Hoekstra [et al.] // BMC Veterinary Research. – 2018. – Aug. – T. 14. – P. 8. – <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9442>.
13. Тимаков А.В., Тимакова Т.К., Шмаров А.Т. Маститы стафилококковой этиологии и пищевая безопасность молока и молочных продуктов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 4(32). – С. 56–59.
14. Biofilm formation of *Staphylococcus aureus* dairy isolates representing different genotypes / E. Thiran, P.A. Di Ciccio, H.U. Graber [et al.] // J. of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101, Is. 2. – P. 1000–1012. – <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13696>.

- 15 Oniciuc E.-A., Cerca N., Nicolau A.I. Compositional Analysis of Biofilms Formed by *Staphylococcus aureus* Isolated from Food Sources // *Frontiers in Microbiology*. – 2016. – Vol. 7. – P. 390. – DOI:10.3389/fmicb.2016.00390.
16. *Biofilm* formation by *Staphylococcus aureus* on food contact surfaces: Relationship with temperature and cell surface hydrophobicity / P.Di Ciccio, A. Vergara, A.R. Festino [et al.] // *Food Control*. – 2015. – Vol. 50. – P. 930–936. – <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.048>.
17. Дака Д., Силассе С.Г., Йухдего Д. Antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk in the Hawassa region, southern Ethiopia // *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. – 2012. – DOI: 10.1186 / 1476-0711-11-26.
18. *Enterotoxin* gene profiles of *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products in Italy / D.M. Bianchi, S. Gallina, A. Bellio [et al.] // *Lett. Appl. Microbiol.* – 2014. – Vol. 58. – P. 190–196. – DOI: 10.1111/lam.12182.
19. Lewis K. Persister Cells // *Annu. Rev. Microbiol.* – 2010. – Vol. 64. – P. 357–372.
20. *Active* Starvation Responses Mediate Antibiotic Tolerance in Biofilms and Nutrient-Limited Bacteria / D. Nguyen, A. Joshi-Datar, F. Lepine [et al.] // *Science*. – 2011. – Vol. 334. – P. 982–986.
21. Электронный детектор субклинических состояний мастита у коров: руководство по эксплуатации. – Olsztyn, Poland. – 15 с.
22. *Prevalence* of *blaz* gene and other virulence genes in penicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis cases in Gansu, China / Feng Yang, Qi Wang, Xurong Wang [et al.] // *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* – 2015. – Vol. 39. – P. 634–636. – DOI:10.3906/vet-1504-81.
23. *Identification* of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Bulk Tank Milk / E. Keyvan, O. Yurdakul, A. Demirtas [et al.] // *Food Sci. Technol.* – 2020. – Vol. 40(1). – <https://doi.org/10.1590/fst.35818>.
24. *Characterisation* of *Staphylococcus aureus* strains isolated from mastitis bovine milk in Argentina / M.E. Srednik, V. Usongo, S. Lépine [et al.] // *Journal of Dairy Research*. – 2018. – Vol. 85. – P. 57–63. – DOI:10.1017/S0022029917000851.
25. *Molecular* types and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis in a single herd in China / Jian Gao, Miro Ferreri, Fuqing Yu [et al.] // *The Veterinary Journal*. – 2012. – Vol. 192, Is. 3. – P. 550–552. – <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.08.030>.
26. *Antimicrobial* Usage and Detection of Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus* / I.A. Omwenga, G.O. Mitema, E.S., Obiero [et al.] // Including Methicillin-Resistant Strains in Raw Milk of Livestock from Northern Kenya. *Microbial Drug Resistance*. – 2020. – DOI:10.1089/mdr.2020.0252.
27. *Genetic* characterization of antimicrobial resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis cases in Northwest China / F. Yang, Q. Wang, X. Wang [et al.] // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2016. – Vol. 15, Is. 12. – P. 2842–2847. – [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61368-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61368-0).
28. Rahimi H., Dastmalchi Saei H., & Ahmadi M. Nasal Carriage of *Staphylococcus aureus* : Frequency and Antibiotic Resistance in Healthy Ruminants // *Jundishapur journal of microbiology*. – 2015. – Vol. 8(10). – e22413. <https://doi.org/10.5812/jjm.22413>.
29. *Comparison* of virulence factors and biofilm formation among *Staphylococcus aureus* strains isolated from human and bovine infections / B. Khoramian, F. Jabalameli, A. Niasari-Naslaji [et al.] // *Microbial Pathogenesis*. – 2015. – DOI: 10.1016/j.micpath.2015.08.007.
30. *Biofilm* Production and Presence of *ica* and *bap* Genes in *Staphylococcus aureus* strains isolated from cows with mastitis in the Eastern Poland / P. Szweda, M. Schielmann, S. Milewski [et al.] // *Polish Journal of Microbiology*. – 2012. – Vol. 61, N 1. – P. 65–69.
31. Fox L.K., Zadoks R.N., Gaskins C.T. Biofilm production by *Staphylococcus aureus* associated with intramammary infection // *Veterinary Microbiology*. – 2005. – Vol. 107 (2005). – P. 295–299. – DOI: 10.1016 / j.vetmic.2005.02.005.

32. *Prevalence and Characterization of Staphylococcus aureus Cultured From Raw Milk Taken From Dairy Cows With Mastitis in Beijing, China* / Wang Wei, Lin Xiaohui, Jiang Tao [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2018. – Vol. 9. – P. 1123. – DOI:10.3389/fmicb.2018.01123.
33. *Antibiotic resistance and biofilm production in catalase-positive Gram-positive cocci isolated from Brazilian pasteurized milk* / M.A.A. Machado, W.A. Ribeiro, V.S. Toledo [et al.] // *Journal of Food Quality and Hazards Control*. – 2020. – Vol. 7. – P. 67–74.
34. *Biofilm formation by Staphylococcus aureus on food contact surfaces: Relationship with temperature and cell surface hydrophobicity* / P. Di Ciccio, A. Vergara, A.R. Festino [et al.] // *Food Control*. – 2015. – Vol. 50. – P. 930–936. – <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.048>.

REFERENCES

1. Mahon C.R., Larsen H.S., *Staphylococcus aureus*, *Textbook of diagnostic microbiology*, New York: WB Saunders Company, 1995, P. 325–330.
2. Matsunaga T., Kamata S., Kakiichi N., Uchida K., Characteristics of *Staphylococcus aureus* isolated in acute, acute and chronic mastitis of cattle, *J. Vet. Med. Sci*, 1993, Vol. 55, P. 297–300, DOI: 10.1292/jvms.55.297.
3. Larsen H.D., Sloth K.H., Elsberg C., Enevoldsen C., H Pedersen L., Eriksen N.H., Aarestrup F.M., Jensen N.E., Dynamics of *Staphylococcus aureus* intramammary infections in nine Danish dairy herds, *Vet Microbiol*, 2000, Vol. 71, P. 89–101, DOI: 10.1016 / S0378-1135 (99) 00161-3.
4. Onasanya A., Mignouna H.D., Thottappilly G., Genetic fingerprinting and phylogenetic diversity of *Staphylococcus aureus* isolates from Nigeria, *Afr. J. Biotech*, 2003, Vol. 2 (8), P. 246–250.
5. Kalsoom F., Syed N.H.S., Farzana J., A model of antibiotic resistance against various *Staphylococcus aureus* isolates from raw milk samples, *J. Res. Sci.*, 2004, Vol. 15, P. 145–151.
6. Bajmisheva D.Sh., Korosteleva L.A., Kristojt' S.V., Kotenkin S.V., *Zootekhnika*, 2008, No. 11, pp. 26–28. (In Russ.)
7. Rola J.G., Czubkowska A., Korpysa-Dzirba W., Osek J., *Toxins*, 2016, Vol. 8(3), P. 62, DOI: 10.3390/toxins8030062.
8. Hennekinne J.A., de Buyser M.L., *FEMS Microbiol. Rev.*, 2012, Vol. 36, P. 815–836, DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00311.x.
9. Rola J.G., Korpysa-Dzirba W., Osek J., *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 2013, Vol. 57, P. 341–345, DOI: 10.2478/bvip2013-0059.
10. Artem'eva O.A., Nikanova D.A., Kotkovskaya E.N., Gladyr' E.A., Docev A.V., *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2016, Vol. 51, No. 6, pp. 867–874. (In Russ.)
11. Aslantaş Ö., Demir S. Investigation of the antibiotic resistance and biofilm-forming ability of *Staphylococcus aureus* from subclinical bovine mastitis cases // *J. of Dairy Science*. – 2016. – Vol. 99, Is. 11. – P. 8607–8613. – <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11310>.
12. Mekonnen S.A., Lam T., Hoekstra J., V.P.M.G. Rutten, T.S. Tessema, E.M. Broens, A.E. Rieseboos, M.P. Spaninks, G. Koop, *Characterization of Staphylococcus aureus* isolated from milk samples of dairy cows in small holder farms of North-Western Ethiopia, *Bmc Veterinary Research*, 2018, Vol. 14, P. 8, <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9442>.
13. Timakov A.V., Timakova T.K., Shmarov A.T., *Vestnik APK Verhnevolzh'ya*, 2015, No. 4 (32), pp. 56–59. (In Russ.)
14. Biofilm formation of *Staphylococcus aureus* dairy isolates representing different genotypes, E. Thiran, P.A. Di Ciccio, H.U. Graber, E. Zanardi, A. Ianieri, J. Hummerjohann, *J. of Dairy Science*, 2018, Vol. 101, Is. 2, P. 1000–1012, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13696>.

15. Oniciuc E.-A., Cerca N., Nicolau A.I. Compositional Analysis of Biofilms Formed by *Staphylococcus aureus* Isolated from Food Sources, *Frontiers in Microbiology*, 2016, Vol. 7, P. 390, DOI:10.3389/fmicb.2016.00390. ISSN:1664-302X.
16. Biofilm formation by *Staphylococcus aureus* on food contact surfaces: Relationship with temperature and cell surface hydrophobicity, P. Di Ciccio, A. Vergara, A.R. Festino, *Food Control*, 2015, Vol. 50, P. 930-936, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.048>.
17. Daka D., Silassie S.G., Jihdego D., Antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk in the Hawassa region, southern Ethiopia, *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 2012, DOI: 10.1186 / 1476-0711-11-26.
18. Bianchi D.M., Gallina S., Bellio A., Chiesa F., Civera T., Decastelli L., Enterotoxin gene profiles of *Staphylococcus aureus* isolated from milk and dairy products in Italy, *Lett. Appl. Microbiol*, 2014, Vol. 58, P. 190–196, DOI: 10.1111/lam.12182.
19. Lewis K. Persister Cells, *Annu. Rev. Microbiol*, 2010, Vol. 64, P. 357–372.
20. Nguyen D., Joshi-Datar A., Lepine F., Bauerle E., Olakanmi O., Beer K., McKay G., Siehnel R., Schafhauser J., Wang Y., Britigan B.E., Singh P.K., Active Starvation Responses Mediate Antibiotic Tolerance in Biofilms and Nutrient-Limited Bacteria, *Science*, 2011, Vol. 334, P. 982–986.
21. *Elektronnyj detektor subklinicheskikh sostoyanij mastita u korov: rukovodstvo po ekspluatacii*, (Electronic detector of subclinical states of mastitis in cows), Olsztyn, Poland, 15 p.
22. Feng Yang, Qi Wang, Xurong Wang, Ling Wang, Min Xiao, Xipu Li, Jinyin Luo, Shidong Zhang, Hongsheng Li, Prevalence of *bla_Z* gene and other virulence genes in penicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis cases in Gansu, China, *Turk. J. Vet. Anim. Sci*, 2015, Vol. 39, P. 634–636, DOI:10.3906/vet-1504-81.
23. Keyvan E., Yurdakul O., Demirtas A., Yalcin H., Bilgen N., Identification of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Bulk Tank Milk, *Food Sci. Technol*, 2020, Vol. 40 (1), <https://doi.org/10.1590/fst.35818>.
24. Srednik M.E., Usongo V., Lépine S., Janvier X., Archambault M., Gentilini E.R., Characterisation of *Staphylococcus aureus* strains isolated from mastitis bovine milk in Argentina, *Journal of Dairy Research*, 2018, Vol. 85, P. 57–63, DOI:10.1017/S0022029917000851.
25. Jian Gao, Miro Ferreri, Fuqing Yu, Xiuquan Lui, Liben Cyen, Jingliang Su, Bo Han, Molecular types and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis in a single herd in China, *The Veterinary Journal*, 2012, Vol. 192, Is. 3, P. 550–552, <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.08.030>.
26. I.A. Omwenga, G.O. Mitema, E.S., Obiero, Antimicrobial Usage and Detection of Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus*, Including Methicillin-Resistant Strains in Raw Milk of Livestock from Northern Kenya. *Microbial Drug Resistance*, 2020, DOI:10.1089/mdr.2020.0252.
27. Yang F., Wang Q., Wang X., Wang L., Li X., Luo J., Zhang S., Li H., *Journal of Integrative Agriculture*, 2016, Vol. 15, Is. 12, P. 2842–2847, [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61368-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61368-0).
28. Rahimi H., Dastmalchi Saei H., & Ahmadi M., *Jundishapur journal of microbiology*, 2015, Vol. 8(10), e22413, <https://doi.org/10.5812/jjm.22413>.
29. Khoramian B., Jabalameli F., Niasari-Naslaji A., Taherikalani M., Emaneini M., *Microbial Pathogenesis*, 2015, DOI: 10.1016/j.micpath.2015.08.007.
30. Szweda P., Schielmann M., Milewski S., Frankowska A., Jakubczak A., Biofilm Production and Presence of *ica* and *bap* Genes in *Staphylococcus aureus* strains isolated from cows with mastitis in the Eastern Poland, *Polish Journal of Microbiology*, 2012, Vol. 61, No. 1, P. 65–69.
31. Fox L.K., Zadoks R.N., Gaskins C.T. Biofilm production by *Staphylococcus aureus* associated with intramammary infection, *Veterinary Microbiology*, 2005, Vol. 107 (2005), P. 295–299, DOI: 10.1016 / j.vetmic.2005.02.005.

32. Wang Wei, Lin Xiaohui, Jiang Tao, Peng Zixin, Xu Jin, Yi Lingxian, Li Fengqin, Fanning Seamus, Baloch Zulqarnain, Prevalence and Characterization of *Staphylococcus aureus* Cultured From Raw Milk Taken From Dairy Cows With Mastitis in Beijing, China / *Frontiers in Microbiology*, 2018, Vol. 9, P. 1123, DOI:10.3389/fmicb.2018.01123.
33. Machado M.A.A., Ribeiro W.A., Toledo V.S., Ramos G.L.P.A., Vigoder H.C., Nascimento J.S., Antibiotic resistance and biofilm production in catalase-positive Gram-positive cocci isolated from Brazilian pasteurized milk, *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 2020, Vol. 7, P. 67–74.
34. Ciccio P.Di, Vergara A., Festino A.R., Paludi D., Zanardi E., Ghidini S., Ianieri A., *Food Control*, 2015, Vol. 50, P. 930–936, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.048>.

СТРУКТУРНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОДУКТОВ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ УГЛЕВОДНЫХ СИСТЕМ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С БИОАКТИВНОСТЬЮ

И.С. Черепанов, кандидат химических наук, доцент

Удмуртский государственный университет

E-mail: cherchem@mail.ru

Ключевые слова: D-мальтоза, карбонильные соединения, гетероциклы, ИК Фурье-спектроскопия, карамелизация, масс-спектрометрия, структура, анализ.

Реферат. Реакции деструкции и распада углеводов, наблюдающиеся в пищевых технологиях при высокотемпературной обработке сырья, приводят к продуктам, способным проявлять биологическую активность различного характера. Последнее зависит от функционально-группового состава продуктов термической деструкции, что предполагает актуальность изучения закономерностей формирования их структуры в различных режимах процессов обработки углеводов. В настоящей работе представлены результаты исследований по изучению образования продуктов термодеструкции D-мальтозы и полуколичественной оценке содержания структурных элементов, влияющих на проявление биоактивности. Методами ИК Фурье-спектроскопии и пиролитической масс-спектрометрии показано, что в процессах щелочного распада и сухой карамелизации исходного углевода формируются окрашенные структуры, содержащие предельные и непредельные алифатические фрагменты, конденсированные с гетероциклами различной степени замещенности. Установлено также, что сухая термодеструкция, требующая жесткого температурного режима, приводит к более глубоким структурным изменениям в процессе воздействия в сравнении с реакциями карамелизации в растворах. В рамках двухпараметрической модели показана возможность количественной оценки структурных составляющих продуктов деструкции мальтозы в различных условиях, показано преобладание непредельной и гетероциклической составляющей структуры продуктов сухой термодеструкции исходного углевода. Результаты исследований имеют практическое значение при исследовании структуры и прогнозировании свойств и характера биоактивности продуктов переработки углеводного сырья в пищевой промышленности.

Реакции деструкции и распада углеводов имеют важное практическое значение не только в пищевых технологиях при высокотемпературной обработке сырья [1], но и являются в настоящее время эффективной синтетической платформой получения различных низкомолекулярных веществ [2] и полимерных продуктов целевого назначения [3]. Другой востребованной областью применения химически и термически трансформированных углеводов является получение экологически чистых и дешевых природных красителей, поскольку продукты хемо- и термодеструкции сахаров интенсивно окрашены и обладают хорошей адгезией ко многим волокнистым материалам [3]. При этом продукты термодеструкции могут оказывать физиологическое действие различного характера [4]. Непредельная составляющая структуры обуславливает антиокислительную активность и склонность к старению, фурановые циклы при ферментативном окислении

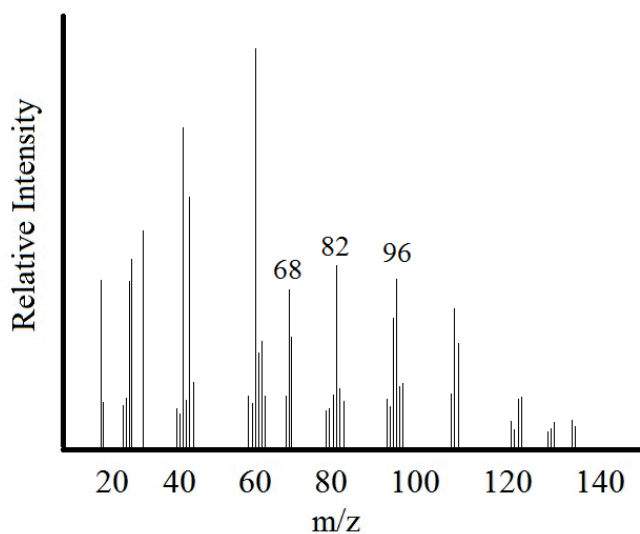


Рис. 1. PY-MS-спектр конденсированной фазы продуктов щелочного распада мальтозы

в организмах образуют активные метаболиты, способные алкилировать белки и нуклеиновые кислоты, проявляя токсическое действие [5]. Перечисленные свойства, очевидно, зависят от функционально-группового состава продуктов термической деструкции, что предполагает актуальность изучения закономерностей формирования структуры продуктов в различных режимах процессов обработки углеводов.

Изучение строения продуктов трансформации углеводов представляет собой нетривиальную задачу, поскольку распад и последующие процессы усложнения структуры протекают по нескольким параллельным направлениям и могут варьироваться в зависимости от условий

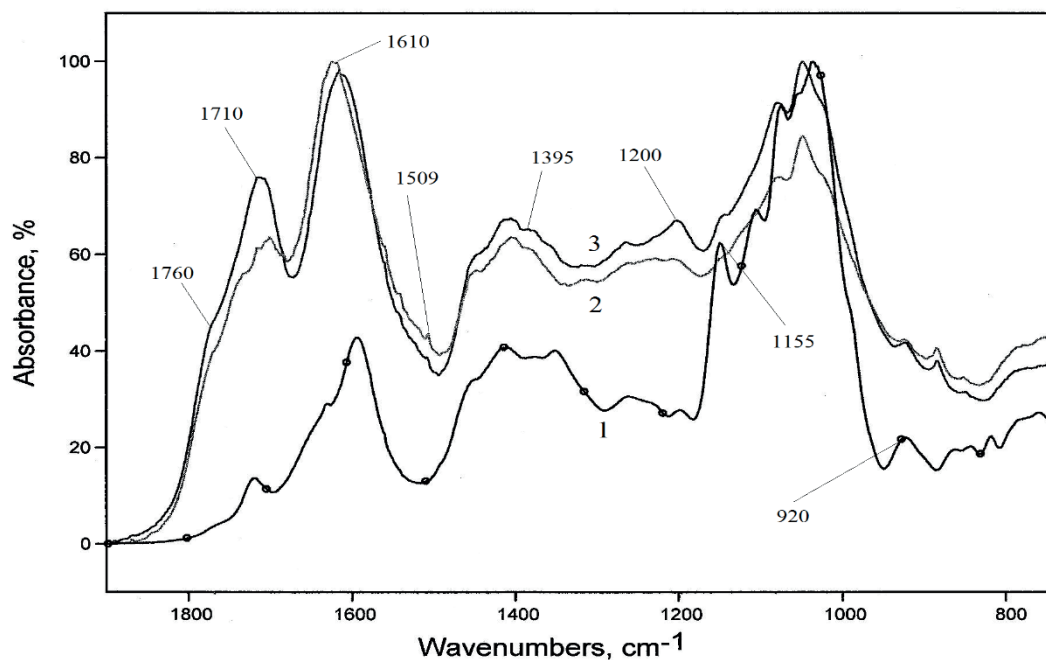


Рис. 2. Фрагменты ИК Фурье-спектров конденсированных продуктов термодеструкции мальтозы (KBr, 1 : 200):
1 – щелочной распад; 2 – сухая термодеструкция продуктов щелочного распада;
3 – сухая термодеструкция исходного углевода

[1–3]. Традиционно интерес исследователей направлен на идентификацию и изучение широкого спектра низкомолекулярных продуктов карамелизации (caramel aroma) методами хромато-масс-спектрометрии и ЯМР [2, 6], тогда как конденсированные продукты распада углеводов (caramel color) в различных условиях изучены в меньшей степени [3, 7, 8]. При этом анализ литературных данных показывает, что объектами исследований чаще всего являются только наиболее распространенные углеводы, такие как глюкоза [2], лактоза [1] и сахароза [3], в то время как структурные отличия разных сахаров обуславливают разницу в химическом поведении [9]. Одним из важнейших, но малоизученных углеводов является D-мальтоза, имеющая высокую энергетическую ценность, применяющаяся в качестве компонентов детского и спортивного питания, низкоаллергенного заменителя сахарозы. Ранее нами были изучены начальные стадии формирования структуры продуктов щелочной карамелизации D-мальтозы [7], в связи с чем целью настоящей работы являлось:

- изучение образования и природы продуктов карамелизации мальтозы в жестких условиях сухой термодеструкции, моделирующей высокотемпературную технологическую обработку пищевых продуктов и растительного сырья;

- установление для выделенных карамельных составов полуколичественных корреляций «структура – токсичность» на основе анализа ИК Фурье-спектров.

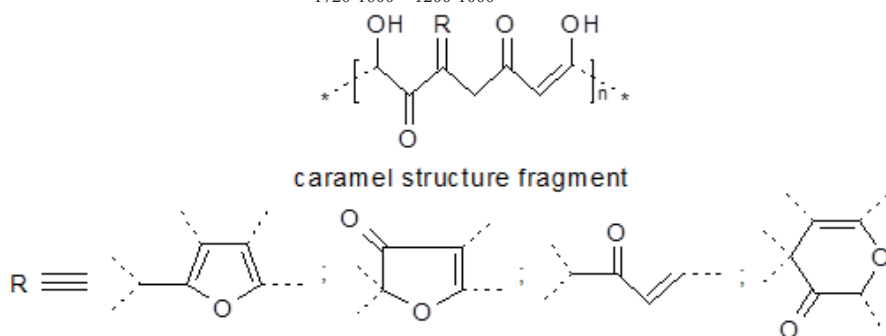
Конденсированные продукты щелочной деструкции были получены термостатированием (85 ± 2 °C) водно-этанольных (60 % EtOH, Merck) растворов D-мальтозы (Sigma-Aldrich, 0,002 моль в 20 мл растворителя) в присутствии $3 \cdot 10^{-4}$ моль щелочи. В процессе синтеза снимали электронные спектры (спектрофотометр СФ-2000) разбавленных проб для контроля за ходом реакции. Через 1,5 ч термостатирования растворитель удаляли на ротаторном испарителе, твердую фазу высушивали, дважды промывали эфиром и подвергали сухой термодеструкции (150 °C) в течение 1 ч при атмосферном давлении. В аналогичных условиях проводилась сухая карамелизация исходного углевода. Колебательные спектры всех твердых продуктов снимали на ИК Фурье-спектрометре ФСМ-2201 в таблетках бромида калия (1 : 200) в интервале волновых чисел $4000\text{--}400\text{ см}^{-1}$ со спектральным разрешением 4 см^{-1} при 40 сканах и обрабатывали в программе FSpec. Интенсивность полос поглощения определяли по методу базовой линии. Кратность измерений составляла не менее трех экспериментов. Масс-спектрометрические измерения проводили на масс-спектрометре Varian MAT 311A с пиролитической ячейкой (250 °C).

Ранее было показано [7], что структурные фрагменты структуры конденсированных продуктов в мягких условиях щелочного распада в этанольной среде представляют собой сочетание нетрансформированных пиранозных циклов и функционализированных хромоформных фрагментов ($\lambda_{\max} = 280, 320, 410$ нм).

Масс-спектр (PY-MS, 250 °C) конденсированной фазы, полученной в результате щелочно-го распада мальтозы в водно-этанольном растворе, представлен на рис. 1.

Основные сигналы в масс-спектре характеризуют низкомолекулярные продукты термораспада, в частности пики $m/z = 68, 82, 96$ характеризуют фурановые соединения [6], пикам с меньшими m/z отвечают C_1, C_2 низкомолекулярные летучие продукты.

В целом основные сигналы аналогичны таковым для масс-спектров продуктов термодеструкции дисахаридов, подтверждающих образование гетероциклических производных в процессах «сухой» карамелизации [1, 6]. С целью детализации закономерностей процессов формирования структуры на основании данных колебательной спектроскопии было проанализировано строение полученных в различных условиях продуктов термораспада. Анализ профилей ИК Фурье-спектров продуктов щелочного распада (рис. 2, спектр 1) показывает наличие существенной составляющей нетрансформированного углевода, о чем свидетельствуют полосы 1360, 1270 ($\delta_{\text{CCH}}, \delta_{\text{OCH}}$), 1155 (гликозидные связи), 1100 ($\nu_{\text{C-O}}$ вторичных С-ОН) и 900-940 см^{-1} (пиранозные кольца) [2, 3, 7]. Об этом же говорит низкое отношение интегральных интенсивностей полос поглощения $I_{1720-1600}/I_{1200-1000}$.



Несколько иная картина наблюдается при анализе спектров продуктов сухой термодеструкции (см. рис. 2, спектры 2, 3). Существенно возрастает интенсивность карбонильной полосы $1700\text{--}1770\text{ см}^{-1}$ ($\nu_{\text{C=O}}$), при этом снижается интенсивность полос 1155 , 1100 и 920 см^{-1} , что свидетельствует о расщеплении гликозидных связей и дальнейшей трансформации пиранозных фрагментов. Комбинация полос в интервале $1600\text{--}1610$ и 1710 см^{-1} относится к колебаниям фрагментов, сопряженных с фурановыми циклами $\text{C}=\text{C}-\text{CO}-\text{C}=\text{C}$ -систем [10]. Кроме того, по-

является плечо при 1760 см^{-1} , что может отвечать образованию сложноэфирных групп, полосы 1395 и 1200 см^{-1} отвечают валентным колебаниям C-O-C и C-O+C-S фрагментов фурановых эфиров [2, 3].

$$A\text{-factor} = \frac{I_{2920} + I_{2855}}{I_{2920} + I_{2855} + I_{1610}} \quad (1)$$

$$C\text{-factor} = \frac{I_{1710}}{I_{1710} + I_{1610}} \quad (2)$$

Усиление полос в области 1430 см^{-1} ($\delta_{\text{C-H}}$) указывает на наличие соседних с метиленовыми группами кратных связей [11]. Слабая полоса при 1509 см^{-1} относится к валентным колебаниям C=C-связей α -замещенного фуранового кольца [2, 3, 12] и более четко выражена в спектре продуктов сухой термодеструкции продуктов щелочного распада. Кроме того, для этой же системы отмечается наличие полос при 1700 см^{-1} (оксогруппа в β -положении гетероцикла [13]), а также в области $1710\text{--}1740\text{ см}^{-1}$, относимых, вероятно, к колебаниям C=O оксопроизводных пиранов [14, 15], образование которых происходит из пиранозных циклов как результат некаталитических процессов [6]. Низкая интенсивность полос 885 см^{-1} ($\delta_{\text{C-H}\alpha}$) указывает на

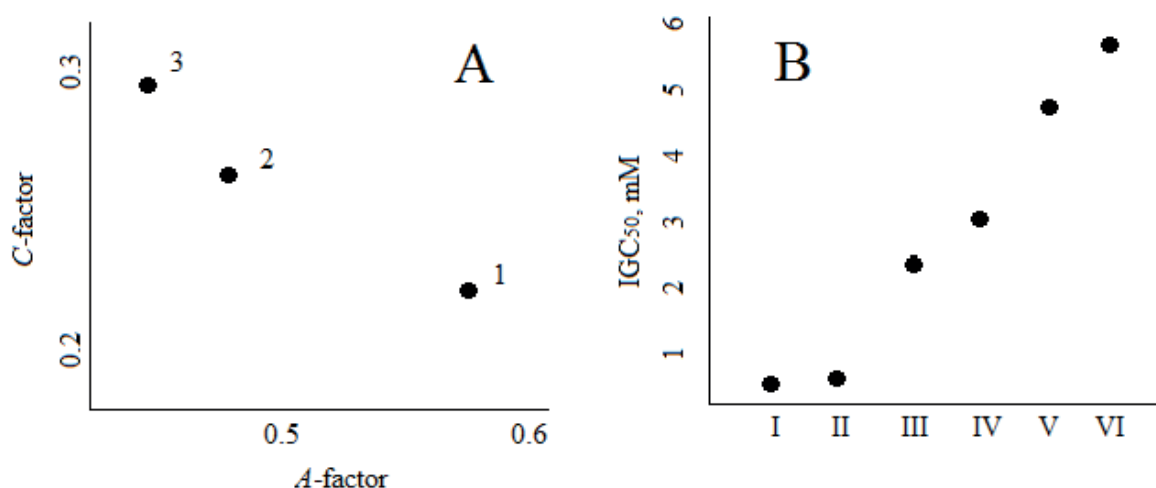


Рис. 3. Количественная оценка структурных параметров продуктов термодеструкции углеводных систем:

1 – щелочной распад; 2 – сухая термодеструкция продуктов щелочного распада;

3 – сухая термодеструкция исходного углевода (А).

Корреляция «структура – токсичность α , β -непредельных карбонильных соединений» [20]: I – $\text{O}=\text{CC}=\text{CCCCC}$;

II – $\text{CC}(=\text{O})\text{C}=\text{CCCC}$; III – $\text{CCC}(=\text{O})\text{CC}=\text{CCC}$; IV – $\text{C}=\text{CC}(=\text{O})\text{OCCCC}$; V – $\text{CC}(=\text{O})\text{C}=\text{CCC}$;

VI – $\text{CCOC}(=\text{O})\text{C}=\text{CC}$ (В)

α , α' -замещение фуранового цикла [13, 16], при этом усиление поглощения при $790\text{--}800\text{ см}^{-1}$ свидетельствует об увеличении замещения фуранового кольца [12, 17], наиболее четко проявляющемся в спектре 2.

Таким образом, сухая термодеструкция, требующая жесткого температурного режима, приводит к более глубоким структурным изменениям в процессе воздействия. Близость профилей полос спектров продуктов термодеструкции исходного и карамелизованного углеводов (см. рис. 2, спектры 2, 3) свидетельствует о схожести механизмов превращения углевода в «сухих» условиях и в растворе, при этом соотношения структурных элементов, вероятно, остаются различными [8]. Проведенный анализ данных показывает, что конденсированные продукты карамелизации углеводов вряд ли представляют собой регулярные структуры, как на это указывается L. Kroh [8], более вероятно их строение в виде конденсированной системы гетероциклических колец различной степени замещенности.

На основании представленного выше анализа данных колебательной спектроскопии можно предположить следующую схему протекания целевых процессов. Сухая термодеструкция

дисахаридов начинается, как известно, с расщепления гликозидной связи [8], которое в молекуле мальтозы в условиях термодеструкции протекает легче, чем у многих других ди- и олигосахаридов [9] с внутримолекулярной активацией [18].

Образующиеся на начальных этапах глюкоза и ангидроглюкоза претерпевают дальнейшие превращения, протекающие по различным направлениям (изомеризация, дегидратация, распад), при этом 1,6-ангидроглюкоза, по данным L. Kroh [8], дает в основном низкомолекулярные летучие производные фурана, в частности фурфурол, а также 5-гидроксиметилфурфурол, фуриловый спирт и другие α и α' -замещенные фураны (ди-, трифурилметаны) [10, 16]. Реакции по β -положениям кольца протекают как окислительная конденсация, сопровождающаяся образованием простых эфиров [11]. Процессы могут протекать с участием СН-групп β -дикарбонильных производных, образующихся на стадиях щелочного распада. Последнее, вероятно, обуславливает более интенсивное и полное протекание указанных процессов в условиях сухой термодеструкции продуктов щелочного распада мальтозы.

Ключевыми интермедиатами дегидратации глюкозы являются α -дикарбонильные производные (α -диулозы) – продукты деградации углеводных циклов [6], внутримолекулярная циклизация которых приводит к прекурсорам β -пирановых и α , α' , β -замещенных фурановых структур (фуранонов) [15], способных к дальнейшей внутри- и межмолекулярной дегидратации и конденсации с образованием высокомолекулярных продуктов. В общем виде структурные фрагменты образующихся карамелей можно представить следующим образом:

Таким образом, нерегулярная структура конденсированных продуктов термодеструкции включает различные фрагменты, идентификация которых возможна на основании анализа колебательных спектров. Кроме того, в последние годы развиваются хеометрические подходы, основанные на оценке структурно-группового состава гетерофункциональных продуктов по данным ИК Фурье-спектроскопии [17].

Ранее была показана возможность оценки структурных показателей карамелей в рамках двухпараметрической А-С-модели [19], значение параметров предлагается оценивать исходя из интенсивностей (I_v) соответствующих спектральных полос поглощения:

А-фактор характеризует алифатическую структурную составляющую ($2920; 2855 \text{ см}^{-1} - \nu_{\text{C-H}}$), С-фактор – непредельную функциональную часть структуры карамелей. На основании полученных результатов построена зависимость (рис. 3, А), позволяющая наглядно сопоставить структурные особенности полученных продуктов.

Анализ данных рис. 3, А показывает преобладание ненасыщенных функционализированных фрагментов в структуре продуктов сухой термодеструкции мальтозы, что, вероятно, связано с меньшим количеством путей реакций в сравнении с деструкцией продуктов щелочного распада.

Сопоставляя полученные результаты с данными T. Schultz, J. Yarbrough, полученными ими при оценке токсичности α , β -непредельных карбонильных соединений, можно прийти к выводу о взаимосвязи характера структурных элементов продуктов термодеструкции с их биоактивностью (см. рис. 3, В). Как следует из сопоставления данных, показатель токсичности IGC_{50} (концентрация 50 %-го ингибирования роста тест-бактерий, mM) модельных структур в реакции с SH-группами белков возрастает с увеличением непредельной функционализации и снижением предельной алифатической составляющей структуры. Слаботрансформированные продукты щелочного распада (см. рис. 3, А, точка 1) структурно соответствуют малотоксичным предельно-алифатическим структурам (см. рис. 3, В, точки I и II), тогда как продукты жесткой термодеструкции мальтозы (см. рис. 3, А, точка 3) функционально аналогичны более токсичным глубокотрансформированным непредельным оксопроизводным (см. рис. 3, В, точки V и VI). Подобный подход особенно перспективен для оценки структурных параметров продуктов трансформации углеводов, являющихся нелетучими высокомолекулярными веще-

ствами, при этом их гетерофункциональность предполагает возможность построения более тонких корреляций на основании анализа соотношения интенсивностей выбранных полос поглощения в ИК-спектрах.

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Методами ИК Фурье-спектроскопии и масс-спектрометрии показано, что в процессах щелочного распада и сухой карамелизации D-мальтозы формируются окрашенные структуры, содержащие предельные и непредельные алифатические фрагменты, конденсированные с гетероциклами различной степени замещенности.

2. Установлено, что сухая термодеструкция, требующая жесткого температурного режима, приводит к более глубоким структурным изменениям в процессе воздействия в сравнении с реакциями карамелизации в растворах. Показано преобладание непредельной и гетероциклической составляющей структуры продуктов сухой термодеструкции исходного углевода.

3. В рамках двухпараметрической модели показана возможность полуколичественной оценки структурных составляющих продуктов деструкции мальтозы в различных условиях: слаботрансформированные продукты щелочного распада структурно соответствуют малотоксичным предельно-алифатическим структурам, тогда как продукты жесткой термодеструкции мальтозы функционально аналогичны более токсичным глубокотрансформированным непредельным оксопроизводным.

4. Результаты исследований имеют практическое значение при исследовании структуры и прогнозировании свойств и характера биоактивности продуктов переработки углеводного сырья в пищевой промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Urashima T., Suyama K., Adachi S.* The formation of 1,6-anhydro-3,4-O-[5-(hydroxymethyl)-2-furfurylidene]- β -D-galactopyranose from lactose during pyrolysis // *Carbohydr. Res.* – 1985. – Vol. 135. – P. 324–329.
2. *Structural* characterization and pyrolysis behavior of humin by-products from acid-catalyzed conversion of C6 and C5 carbohydrates / *S. Wang, H. Lin, Y. Zhao [et al.]* // *J. Anal. Appl. Pyrol.* – 2016. – Vol. 118. – P. 259–266. – DOI: 10.1016/j.jaap.2016.02.009.
3. *Zhao Z., Miao Y., Yang Z.* Effect of sulfuric acid on the curing behavior and bonding performance of tannin-sucrose adhesive // *Polymers.* – 2018. – Vol. 10. – P. 651. – DOI: 10.3390/polym10060651.
4. *Perez Locas C., Yaylayan V.* Origin and mechanistic pathways of formation of parent furan – a food toxicant // *J. Agric. Food Chem.* – 2004. – Vol. 52. – P. 6830–6836.
5. *Peterson L.* Reactive metabolites in the biotransformation of molecules containing furan rings // *Chem. Res. Toxicol.* – 2013. – Vol. 26. – P. 5–26. – DOI: 10.1021/tx3003824.
6. *Van der Kaaden A., Boon J., Haverkamp J.* The analytical pyrolysis of carbohydrates. 2. Differentiation of homopolyhexoses according to their linkage type, by pyrolysis-mass spectrometry and pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry // *Biomed. Mass Spectrom.* – 1984. – Vol. 11. – P. 486–492.
7. *Черепанов И.С.* К вопросу о структуре продуктов карамелизации D-мальтозы в водно-этанольных средах // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии.* – 2018. – № 2. – С. 14–19.
8. *Kroh L.* Caramelisation in food and beverages // *Food Chem.* – 1994. – Vol. 51. – P. 373–379. – DOI: 10.1016/0308-8146(94)90188-0.
9. *Biomass* pyrolysis kinetics: a review of molecular-scale modeling contribution / *J. Murillo, J. Biernacki, S. Northrup [et al.]* // *Braz. J. Chem. Eng.* – 2018. – Vol. 34. – P. 1–18. – DOI: 10.1590/0104-6632.20170341s20160086.

10. Patil S., Heltzel J., Lund C. Comparison of structural features of humins formed catalytically from glucose, fructose and 5-hydroxymethylfurfuraldehyde // *Energy Fuels*. – 2012. – Vol. 26. – P. 5281–5293. – DOI: 10.1021/ef3007454.
11. Shindo A., Izumino K. Structural variations during pyrolysis of furfuryl alcohol and furfuryl-furfuryl alcohol resins // *Carbon*. – 1994. – Vol. 32. – P. 1233–1243.
12. Edvards E., Oishi S., Botelho E. Analysis of chemical polymerization between functionalized MWCNT and poly (furfuryl alcohol) composite // *Polimeros*. – 2018. – Vol. 28. – P. 15–22. – DOI: 10.1590/0104-1428.07016.
13. Alakhras F., Holze R. In situ UV-vis- and FTIR-spectroscopy of electrochemically synthesized furan-thiophene copolymers // *Synth. Met.* – 2007. – Vol. 157. – P. 109–119.
14. *Spectroscopic* characterization of α - and γ -pyrones and their substituted 4-hydroxy and 4-methoxy derivatives: an integrated infrared, photophysical and theoretical study / J. Seikas de Melo, G. Quenteiro, J. Pina [et al.] // *J. Mol. Struct.* – 2001. – Vol. 565–566. – P. 59–67.
15. Ledl F., Hiebl J., Severin T. Bulding farbiger β -pyranone aus pentoses und hexoses // *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* – 1983. – Vol. 177. – P. 353–355.
16. *Curing* mechanism of furan resin modified with different agents and their thermal strength / H. Renhe, G. Hongmei, T. Yaoji [et al.] // *Research & Development*. – 2011.- Vol. 8. – P. 162–165.
17. *Formation*, molecular structure, and morphology of humins in biomass conversion: influence of feedstock and processing conditions / I. van Zandvoort, Y. Wang, C. Rasrendra [et al.] // *ChemSusChem*. – 2013. – Vol. 6. – P. 1745–1758. – DOI: 10.1002/cssc.201300332.
18. *Activation* of cellulose via cooperative hydroxyl-catalyzed transglycosilation of glycosidic bonds / V. Maliekkal, S. Maduskar, D. Saxon [et al.] // *ACS Catal.* – 2019. – Vol. 9. – P. 1943–1955. – DOI: 10.1021/acscatal.8b04289.
19. Черепанов И.С., Красноперова О.С. О возможности количественной оценки структуры продуктов карамелизации сахаров методом ИК Фурье- спектроскопии // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2019. – № 3. – С. 3–8.
20. Schultz T., Yarbrough J. Trends in structure-toxicity relationship for carbonyl-containing α , β -unsaturated compounds // *SAR QSAR Environ. Res.* – 2004. – Vol. 15. – P. 139–146.

REFERENCES

1. Urashima T., Suyama K., Adachi S. The formation of 1,6-anhydro-3,4-O-[5-(hydroxymethyl)-2-furfurylidene]- β -D-galactopyranose from lactose during pyrolysis, *Carbohydr. Res*, 1985, vol. 135, pp. 324–329.
2. Wang S., Lin H., Zhao Y., Zhang J.-F. Structural characterization and pyrolysis behavior of humin by-products from acid-catalyzed conversion of C6 and C5 carbohydrates, *J. Anal. Appl. Pyrol*, 2016, vol. 118, pp. 259–266, DOI: 10.1016/j.jaap.2016.02.009.
3. Zhao Z., Miao Y., Yang Z. Effect of sulfuric acid on the curing behavior and bonding performance of tannin-sucrose adhesive, *Polymers*, 2018, vol. 10, pp. 651, DOI: 10.3390/polym10060651.
4. Perez Locas C., Yaylayan V. Origin and mechanistic pathways of formation of parent furan – a food toxicant, *J. Agric. Food Chem*, 2004, vol. 52, pp. 6830–6836.
5. Peterson L. Reactive metabolites in the biotransformation of molecules containing furan rings, *Chem. Res. Toxicol*, 2013, vol. 26, pp. 5–26, DOI: 10.1021/tx3003824.
6. Van der Kaaden A., Boon J., Haverkamp J. The analytical pyrolysis of carbohydrates. 2. Differentiation of homopolyhexoses according to their linkage type, by pyrolysis-mass spectrometry and pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry, *Biomed. Mass Spectrom*, 1984, vol. 11, pp.486–492.

7. Cherepanov I.S. *Vestnik Yujno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2018, No. 2, pp. 14–19. (In Russ.)
8. Kroh L. Caramelisation in food and beverages, *Food Chem*, 1994, vol. 51, pp. 373–379, DOI: 10.1016/0308-8146(94)90188-0.
9. Murillo J., Biernacki J., Northrup S., Mohammad A. Biomass pyrolysis kinetics: a review of molecular-scale modeling contribution, *Braz. J. Chem. Eng*, 2018, vol. 34, pp. 1–18, DOI: 10.1590/0104-6632.20170341s20160086.
10. Patil S., Heltzel J., Lund C. Comparison of structural features of humins formed catalytically from glucose, fructose and 5-hydroxymethylfurfuraldehyde, *Energy Fuels*, 2012, vol. 26, pp. 5281–5293, DOI: 10.1021/ef3007454.
11. Shindo A., Izumino K. Structural variations during pyrolysis of furfuryl alcohol and furfuryl-furfuryl alcohol resins, *Carbon*, 1994, vol. 32, pp. 1233–1243.
12. Edvards E., Oishi S., Botelho E. Analysis of chemical polymerization between functionalized MWCNT and poly (furfuryl alcohol) composite, *Polimeros*, 2018, vol. 28, pp. 15–22, DOI: 10.1590/0104-1428.07016.
13. Alakhras F., Holze R. In situ UV-vis- and FTIR-spectroscopy of electrochemically synthesized furan-thiophene copolymers, *Synth. Met*, 2007, vol. 157, pp. 109–119.
14. Seixas J. de Pina, Melo J., Quinteiro G., Breda J., Fausto S. Spectroscopic characterization of α - and γ -pyrones and their substituted 4-hydroxy and 4-methoxy derivatives: an integrated infrared, photophysical and theoretical study, *J. Mol. Struct*, 2001, vol. 565-566, pp. 59–67.
15. Ledl F., Hiebl J., Severin T. Bulding farbiger β -pyranone aus pentoses und hexoses, *Z. Lebensm. Unters. Forsch*, 1983, vol. 177, pp. 353–355.
16. Renhe H., Hongmei G., Yaoji T., Qingyun L. Curing mechanism of furan resin modified with different agents and their thermal strength, *Research & Development*, 2011, vol. 8, pp. 162–165.
17. Zandvoort I., Wang Y., Rasrendra C., Ernst R.H. van Eck, Pieter C.A. Bruijninx, Heeres H.J., Weckhuysen Bert M. Formation, molecular structure, and morphology of humins in biomass conversion: influence of feedstock and processing conditions, *ChemSusChem*, 2011, vol. 6, pp. 1745–1758, DOI: 10.1002/cssc.201300332.
18. Maliekkal V., Maduskar S., Saxon D., Nasiri M., Reineke T.M., Neurock M., Dauenhauer P. Activation of cellulose via cooperative hydroxyl-catalyzed transglycosilation of glycosidic bonds, *ACS Catal*, 2019, vol. 9, pp. 1943–1955, DOI: 10.1021/acscatal.8b04289.
19. Cherepanov I.S., Krasnoperova O.S. *Tekhnologiya I tovarovedeniye innvaatsionnykh pitschevykh produktov*, 2019, No. 3, pp. 3–8. (In Russ.)
20. Schultz T., Yarbrough J. Trends in structure-toxicity relationship for carbonyl-containing α , β -unsaturated compounds, *SAR QSAR Environ. Res*, 2004, vol. 15, pp. 139–146.



РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502.72:599.735.34

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-48–55

ПОДБОР КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОЙ КОСУЛИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В.Б. Ермолик, кандидат биологических наук

Государственный природный заказник федерального значения «Кирзинский»

E-mail: Kirz-zakaznik@yandex.ru

Ключевые слова: биотехния, зимняя подкормка, кормовые культуры, интегрированная система, зимнее питание, сибирская косуля.

Реферат. Для полноценной биотехнической поддержки зимующей популяции сибирской косули большое значение имеет качество кормового ресурса. Для достижения этой цели важное значение приобретает составление реестра подобранных кормовых культур и растений. При осуществлении этого процесса необходимо учитывать климатические особенности и характеристики почвы особо охраняемой природной территории. Не менее важное значение имеют и такие качества кормовых растений, как засухоустойчивость и морозоустойчивость. Исследования и биотехнические опыты проводились в государственном природном заказнике «Кирзинский», находящемся в федеральном подчинении заповедника «Саяно-Шушенский».

Для организации зимней подкормки диких парнокопытных большое значение имеет не сам процесс осуществления плановых биотехнических мероприятий, а в первую очередь качество и диверсифицированный подбор кормовых ресурсов, способных защитить зимующие популяции, прежде всего, сибирской косули, от критического воздействия экстремальных климатических факторов, таких как многоснежье, аномально низкие температуры, зимние оттепели и затяжные многослойные метели.

В условиях интенсивных изменений климата снежный покров определяется как доминирующий индикатор трансформации окружающей среды, оказывающей стрессовое воздействие на популяции зимующей фауны, в первую очередь сибирской косули, которая является наиболее многочисленным видом диких парнокопытных в Западной Сибири [8].

В период суровой сибирской зимы косуля наиболее уязвима среди семейства оленевых. Многоснежье является самым опасным климатическим событием для существования косули. Избыточная масса снега представляет собой прямую угрозу для жизнедеятельности этого биологического вида. Влияние экстремальных климатических констант, связанных с резкой амплитудой температурных колебаний, дождевыми осадками в зимнее время, переходящими

в стадию аномальных морозов, а также нарушение терморегуляции в результате травмирующего воздействия на волосяной покров косули глубокого снежного покрова приводит ее в пограничное реактивное состояние. Косуля попадает под совокупное воздействие стрессовых метеофакторов, которые не только нивелируют, но и превышают ее адаптивные возможности адекватного ответа.

Подробному анализу действия экологических факторов зимы на диких копытных животных были посвящены многочисленные публикации А.П. Семенова Тян-Шанского (1911, 1919, 1937), П.Б. Юргенсона (1934, 1959), А.А. Насимовича (1939, 1948, 1955, 1965), А.Н. Формозова (1946, 1952, 1976), П.Ф. Казневского (1959), С.В. Кирикова (1960, 1966), А.Д. Владышевского (1980), В.Е. Соколова, А.А. Данилкина (1981), А.А. Данилкина, В.А. Останина, В.А. Стрекаловских (1999, 2000), А.И. Мальцева (2002, 2004) [1–8].

Высокий уровень снега лишает косулю возможности тебеневки – добычи влажных подснежных кормов. Данное обстоятельство вынуждает ее питаться преимущественно древесно-растительными кормами. Нарушение терморегуляции при низких температурах в зимний период приводит к переохлаждению организма и возникновению тяжелых простудных заболеваний, таких как пневмония, которые при недостатке кормов могут быстро привести к гибели косули.

У зимующей популяции косуль жировые отложения умеренно незначительны, вследствие чего они весьма чувствительны к холоду и не в состоянии переносить длительное голодание. На фоне нехватки естественных кормов у сибирской косули происходит снижение динамики обмена веществ, ослабевают окислительно-восстановительные процессы в тканях, наблюдается широкий спектр трофических расстройств. Нарастающее развитие патологических процессов способствует снижению общего тонуса иммунной системы, фагоцитарная функция ослабевает, проявляется глобальный дисбаланс обмена веществ, что в итоге приводит к резкому снижению уровня резистентности.

Особенно актуальна эта проблема для природных территорий Западной Сибири, где открытые равнинные лесостепные пространства способствуют в зимних условиях формированию обширных глубоких снежных массивов, которые образуют непреодолимую, вязкую, плотную среду для диких копытных. Эта ситуация парализует двигательную активность и ведет к утрате такой важной функции, как свобода пространственного перемещения в кормовых угодьях зимних стадий копытных животных.

В этих критических условиях алиментарного голодания и невозможности преодолеть механическое перманентное сопротивление глубокоснежья животное быстро слабеет, наступает крайняя степень истощения – кахексия, которая нередко вызывает массовую гибель популяций сибирской косули в природе.

В силу врожденного инстинкта и в целях самосохранения животные предпринимают усилия в противодействие неблагоприятным факторам внешней среды. Механизмы биологической и видовой реактивности вызывают повышенную возбудимость, которая вынуждает копытных животных зачастую к спонтанным и неоправданным миграционным перемещениям в поисках кормовых ресурсов. Но в попытках преодолеть территорию высоких снегов крупные группировки косули выбиваются из сил и попадают в своеобразную «природную ловушку», где ослабевшее животное становится легкой добычей для хищников и браконьеров. Данное обстоятельство существенно увеличивает масштаб потерь численности этого вида.

Системное повторение таких негативных эпизодов и сила разрушающих биологических последствий обуславливают необходимость новых научных подходов в решении этой глобальной проблемы [9, 10].

Физиология дикого животного при воздействии на него экстремальных факторов среды есть прежде всего физиология резервных возможностей его организма. Функциональный ре-

зERV организма определяет его способность к адаптации и сохранению параметров гомеостаза в условиях резкого изменения климатической амплитуды.

Преодоление многоснежья, низкие температуры воздуха требуют высокой интенсивности обмена веществ, и в первую очередь полноценного белкового насыщения. Но питание сибирской косули в зимний период в условиях отсутствия биотехнической защиты одними сырорастущими веточными кормами приводит к кормовому травматизму органов пищеварительной системы, а нередко и к пищеварительному коллапсу. Веточные корма имеют низкую питательную ценность и в отсутствие в зимнем рационе косули подснежной ветоши плохо перевариваются. Кроме того, они не в состоянии обеспечить энергетический баланс по насыщению организма косули необходимым количеством белков, жиров и углеводов, минеральных веществ и витаминов, необходимых для выживания этого биологического вида в условиях высокоснежной среды. В этот период как никогда актуальна биотехническая поддержка зимующего поголовья сибирской косули.

Для формирования кормовой субстанции зимнего питания косули на особо охраняемых природных территориях необходимо осуществить подбор энергетически емких кормовых культур и растений, влияющих на физиологический статус данного животного [11, 12].

По мнению А.А. Данилкина [1], лучшими кормовыми культурами для диких копытных являются рапс, козлятник восточный, донник, эспарцет, вика, соя, топинамбур, кормовая капуста, свекла, жарновец, сахалинская гречиха, амарант, синяк, горох, топинамбур, люцерна, овес, озимая рожь, лядвенец рогатый, канареечник тростниковидный, силфидия пронзеннолистная и другие растения, содержащие максимум белка.

Во всем многообразии рекомендуемых автором кормовых позиций, на наш взгляд, во избежание дополнительной агрономической нагрузки и финансовых затрат необходима оптимизация кормового перечня предлагаемых культур применительно к климатическим особенностям каждой заповедной территории.

Так, в государственном природном заказнике федерального значения «Кирзинский» (Новосибирская область) на протяжении более 10 лет успешно функционирует собственная концепция биотехнической защиты диких парнокопытных. Основываясь на данных многолетнего мониторинга, собственных исследований и научной оценки эффективности традиционно используемых в практической биотехнике зимних кормов для сибирской косули, мы существенно сократили реестр биотехнически ценных кормовых культур.

При подборе биотехнических культур и растений, составляющих основу зимнего кормового базиса заказника, мы критически исследовали функциональные способности каждой позиции по обеспечению кормовой защиты косули. При этом, опираясь на полученные результаты, мы отказались от «кормовых импровизаций» по привлечению посевного материала растений, не свойственных данной климатической зоне и географическому положению территории заказника «Кирзинский».

В процессе оптимизации перечня фиксировались такие важные критерии кормовых растений, как абсолютная доступность для копытных в условиях высокого снежного покрова, влагоемкость кормов, а также обеспечение достаточной энергетической базы по содержанию белков, жиров и углеводов. Отобранные кормовые продукты обладали сбалансированным набором витаминов, микроэлементов и биологически активных веществ, важных для физиологии косули. Таким образом, была сформирована группа зимостойких культур и растений, к которым косуля в регионах Западной Сибири наиболее адаптирована в период зимней подкормки.

В результате проведенного агрофитомониторинга нами был составлен оптимальный биотехнический перечень кормовых культур и растений для эффективного использования на территории заказника «Кирзинский», в который вошли подсолнечник, овес, горох и люцерна.

Основная цель в организации зимнего питания косули в условиях недоступности естественных кормов – не допустить стадии белкового голодания у копытных животных, которая может привести к необратимым физиологическим изменениям. При недостатке полноценного протеина в зимнем рационе в ее организме отмечается уменьшение белковых фракций в сыворотке крови, снижается степень защиты и устойчивость к заразным и незаразным болезням. Постоянный недостаток полноценного белка приводит к нарушению процесса пищеварения, возникновению инфекций желудочно-кишечного тракта и органов дыхания. Нарушение терморегуляции при низких температурах в зимний период приводит к переохлаждению организма и возникновению тяжелых простудных заболеваний, таких как пневмония, которые при недостатке кормов могут быстро привести к гибели косули. Вследствие этого использование в зимней подкормке косули таких эффективных культур как горох и люцерна, где максимальное содержание белка достигает 28 и 69 %, не только оправданно, но и целесообразно.

В период аномальных и затяжных морозов важное значение в зимнем кормовом рационе косули, в качестве эффективного источника энергии, имеют жиры. Энергетическая ценность жиров значительно выше, чем углеводов и белков. В этой физиологической субстанции содержится важный комплекс жирорастворимых витаминов А, D, Е, К. Жиры, распадаясь в организме, выделяют не только энергию, но и обеспечивают отдачу большого количества обменной воды, что имеет большое значение для копытных животных в зимний период, когда, кроме снега, она не имеет свободного доступа к питьевым источникам.

Незаменимы функции жиров в процессе терморегуляции, защищая организм косули от переохлаждения. Присутствие в зимней подкормке жиров повышает переваримость сырого протеина, который косуля получает в процессе питания сырыми древесными кормами. Учитывая это обстоятельство, в биотехнической программе заказника «Кирзинский» широко используются крупные кормовые территории с подсолнечником, который оставляется в зиму на корню. Содержание растительных жиров в нем достигает рекордных значений – 79 %.

В условиях сибирской зимы важное значение для физиологии косули имеет стабильное состояние и работа желудочно-кишечного тракта. Отсутствие одного или нескольких кормовых компонентов в рационе питания зачастую приводит к пищеварительному коллапсу. Вследствие этого в биотехнической подкормке для стимуляции желудочно-кишечного тракта должны присутствовать растительные продукты, содержащие необходимое количество клетчатки. Кроме этого, сырая клетчатка образует в теле дикого животного дополнительное количество тепловой энергии, которая в период зимнего цикла защищает косулю от переохлаждения. Вследствие этого присутствие в биотехническом перечне кормовых культур с высоким содержанием клетчатки абсолютно оправданно.

В период зимовки при высоком уровне снега, когда косуля испытывает перманентное сопротивление высокоснежной среды, в ее рационе должно присутствовать большое количество углеводов, которые в ходе расщепления трансформируются в гликоген и откладываются в печени и в мышцах в качестве необходимого резерва для поддержания температуры тела, образования жировой ткани и преодоления зимних аномалий. Именно для этих целей в биотехнической программе заказника на постоянной основе используются горох и овес – кормовые культуры, обладающие высоким содержанием быстроусваиваемых сахаров, – 66 и 60 % соответственно.

Рассмотрим более подробно химико-биологические свойства и питательную ценность отобранных кормовых культур и растений.

Подсолнечник (*Helianthus*) – род растений семейства Астровые, является энергетически ценной культурой. Подсолнечник содержит полноценные белки, жиры, аминокислоты, витамины D, Е, С, каротин и витамины группы В. Семечки подсолнечника богаты магнием. Энергетический баланс: белки – 14 %, жиры – 79, углеводы – 7 %.

Из всего разнообразия культивируемых видов подсолнечника предпочтение в биотехнической программе заказника было отдано сорту Енисей (рис. 1).



Рис. 1. Посевы подсолнечника – кормовые территории для косули. Заказник «Кирзинский»



Рис. 2. Подсолнечник – наиболее доступная кормовая культура для сибирской косули в аномальные периоды зимнего цикла. Заказник «Кирзинский»

Стебель у подсолнечника прямостоячий, деревянистый, покрыт жесткими редкими волосками, неветвящийся. Высота растений 120 см и выше, что является ценным биотехническим параметром этой культуры, так как её верхняя кормовая часть в виде корзинки с семенами практически всегда находится поверх снегового покрова, оставаясь абсолютно доступной для зимнего питания сибирской косули (рис. 2).

При уплотненном посеве диаметр корзинки подсолнуха в среднем составляет от 10 до 16 см и является оптимально удобным для поедания дикими животными. Подсолнечник созревает равномерно, устойчив к полеганию, осыпанию и заморозкам – важное биотехническое качество данной кормовой культуры. Для этого сорта характерна высокая засухоустойчивость.

Овес (*Avena sativa*) – представитель семейства злаков, посевной травянистый однолетник высотой 60–100 см. По сравнению с другими злаками по пищевой ценности для сибирской косули он уверенно лидирует. Это обусловлено не только его калорийностью, но и оптимальным соотношением белков, жиров и углеводов. В овсе доля белков – до 18 %, содержащих такие незаменимые аминокислоты, как лизин, триптофан, метионин.

Аминокислотный состав овса является наиболее близким к мышечному белку, что делает его особенно ценной культурой. Белок овса способен растворяться в воде, благодаря этому свойству он легко усваивается.

Содержание жиров в овсе достигает 9 %, в нём содержится также до 60 % крахмала и до 11 % клетчатки. Овес – достаточно сбалансированная культура по содержанию витаминов, микроэлементов и биологически активных веществ. В нем присутствуют витамины В₁, В₂, В₄, В₆, содержатся каротин, витамины К, Е, а также никотиновая и пантотеновая кислоты.

В овсе значительно больше, чем в других злаках, железа, которое влияет на уровень гемоглобина в крови косули, а также серы, кремния, фосфора, калия, магния, хрома, марганца, никеля, фтора и йода. Овес является лидером среди зерновых по содержанию цинка и кремниевой кислоты. Овес – качественно важный компонент зимнего питания косули. В биотехнической программе заказника было определено использование сорта Нарымский 943.

Достоинства данного сорта составляют: засухоустойчивость (выше средней), высокая продуктивность (характеризуется стабильным урожаем зерна по годам), короткий период вегетации, повышенная устойчивость к полеганию, высокий и качественный биотехнический кормовой потенциал. Широко используется в кормовых смесях с зернобобовыми культурами.

Овес сорта Нарымский 943 приспособлен к возделыванию в районах с влажным и умеренным климатом при достаточно низких температурах, относительно нетребователен к почве,

способен бороться с сорняками. Все эти качества соответствуют биотехническим требованиям кормовой программы заказника. Овес является одной из доминирующих культур в биотехнической программе на территории Западной Сибири и весьма изысканным и весомым компонентом кормового рациона косули.

Горох (*Pisum*) – типичный представитель травянистых растений. В нём содержится пиримидоксин, участвующий в расщеплении и синтезе аминокислот. Среди овощных растений горох наиболее богат белком, аминокислотами, такими как триптофан, цистин, метионин и лизин. В составе гороха содержится большое количество клетчатки, каротина, а также аскорбиновой кислоты и витамины группы В. Спектр минеральных веществ этой культуры включает марганец, цинк, кобальт, медь, магний, а также соль, железо, фосфор и многие другие элементы.

Зеленый цвет стручков гороха свидетельствует о наличии большого количества хлорофилла. Энергетический баланс гороха: белки – 28 %, жиры – 6, углеводы – 66 %.

Горох играет существенную роль в зимней подкормке косули. В рамках семенного отбора предпочтение было отдано сорту Ямалский, высота растений которого 51–100 см, что является хорошим биотехническим показателем. После проведения уборки ботва гороха хорошо поедается косулями, в том числе и зимой под невысоким покровом снега.

Восприимчивость к осыпанию, засухе – на уровне стандартных сортов. Устойчивость к полеганию от выше средней до высокой. Горох хорошо культивируется на почвах Западной Сибири и является одной из любимых кормовых культур косули.

Люцерна (*Medicago*) является представителем рода однолетних и многолетних трав. Это ценная кормовая культура для сибирской косули. В составе травы немало важных для диких животных веществ. Это растение богато кальцием, фосфором, марганцем, железом, цинком, медью, рядом протеолитических ферментов, а также широким спектром витаминов (рис. 3). Энергетический баланс люцерны: белок – 69 %, жиры – 27, углеводы – 3 %. Люцерна по своим характеристикам и питательным свойствам зарекомендовала себя как культура биотехнического направления.

Люцерна гибридная широко культивируется в степных и лесостепных районах Западной Сибири, в границах данной географической локации находится и государственный природный заказник «Кирзинский». Она является высокобелковой кормовой культурой. Значение ее в биотехническом кормовом балансе сибирской косули и лося весьма высоко.

В заказнике в рамках биотехнической программы были использованы семена сортотипа люцерны синегибридной и желтогибридной, которые характеризуются хорошей зимостойкостью, засухоустойчивостью, а также долголетием.

Люцерна является многолетней биотехнической культурой. Листья и плоды люцерны содержат минеральные элементы: калий, кальций, фтор, а также различные углеводы, белки, жирные кислоты, эфирные масла, пектины, растительные стероиды, хлорофилл, гормоноподобные вещества, каротин и др.

Быстрые темпы роста, способность давать несколько укосов за вегетацию являются важными биологическими и биотехническими свойствами этого сортотипа. Люцерна требовательна к почвенной влаге, но весьма устойчива и к атмосферной засухе.



Рис. 3. Люцерна синегибридная. Заказник Кирзинский»

В заказнике заготовка кормового ресурса в виде люцернового сена производится путем скашивания люцерны в фазе начала цветения, что позволяет получить необходимый объем и высокое качество кормовой массы для зимнего питания сибирской косули.

Для биотехнического эффекта большое значение имеют сроки проведения второго укоса люцерны, который в заказнике производится с конца сентября до наступления устойчивого похолодания. Это позволяет заготовить люцерновую смесь влажной консистенции, осуществить её прессование в рулоны и в зимний период распределить по территории заказника в локации кормовых станций сибирской косули. В связи с беспрецедентно высоким содержанием белка кормовые свойства люцерны для сибирской косули бесспорны.

Отобранные кормовые продукты для зимней поддержки косули в формате биотехнической программы заказника «Кирзинский» доказали свою высокую эффективность в организации зимнего питания зимующего поголовья диких парнокопытных.

В ходе исследований были сделаны выводы, подтвержденные биотехнической практикой, которые легли в основу научного обоснования применения энергетически емких кормовых культур: подсолнечника, овса, гороха и люцерны, в разработке новых технологий биотехнии в целях формирования устойчивого резистентного базиса сибирской косули для преодоления аномальных значений амплитуды колебания климата в период зимовочного цикла в условиях Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилкин А.А. Зимняя подкормка копытных: биологический аспект проблемы // Охота и охотничье хозяйство. – 1996. – № 4. – С. 12–14.
2. Данилкин А.А., Останин В.А., Стрекаловских В.А. Демографические параметры популяции сибирской косули в Зауралье и основные факторы, их определяющие // Экология. – 2000. – № 6. – С. 432–437.
3. Данилкин А.А. Дикие копытные и проблемы трофейной охоты // Охота. – 2005. – № 3. – С. 12–18.
4. Евтушенко С.Л. Влияние качественных показателей сырья и технологического процесса на содержание протеина в семенах подсолнечника и продуктах его переработки [Электронный ресурс] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2008. – Режим доступа: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/vestnik/ (дата обращения: 02.09.2021).
5. Житков Б.М. О зоогеографическом делении суши и зоологической картографии // Сборник памяти акад. М.А. Мензбира. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – С. 29–148.
6. Монастырский О.А., Искендеров М.Я. Микотоксины – глобальная проблема безопасности продуктов питания и кормов // Агрохимия. – 2016. – № 6. – С. 67–71.
7. Останин В.А. Курганская популяция сибирской косули: проблемы управления // Охота и охотничье хозяйство. – 1996. – № 6. – С. 24–27.
8. Мальцев Н.И. Весенние миграции косули // Охота и охотничье хозяйство. – 2002. – № 1. – С. 8–10.
9. Ермолик В.Б. Особенности зимнего питания косули в период многоснежья: опыты биотехнии в государственном природном заказнике «Кирзинский» // Инновации и продовольственная безопасность. – 2016. – № 3 (13). – С. 43–48.
10. Ермолик В.Б. Кормовая поддержка сибирской косули в аномальные периоды зимнего цикла в государственном природном заказнике «Кирзинский» // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2016. – № 4 (148). – С. 41–43.
11. Останин В.А. Охотничье хозяйство Курганской области // Охота и охотничье хозяйство. – 1997. – № 6. – С. 2–4.
12. Попова С.А., Скопцова Т.И., Лосякова Е.В. Микотоксины в кормах: причины, последствия профилактики // Известия Великолукской ГСХА. – 2017. – № 1. – С. 16–23.

REFERENCES

1. Danilkin A.A. *Ohota i ohotnich'e hozyajstvo*, 1996, No. 4, pp. 12–14. (In Russ.)
2. Danilkin A.A., Ostanin V.A., Strekalovskih V.A. *Ekologiya*, 2000, No. 6, pp. 432–437. (In Russ.)
3. Danilkin A.A. *Ohota*, 2005, No. 3, pp. 12–18. (In Russ.)
4. Evtushenko S.L. *Vestnik NTU HPI*, 2008, http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova_periodika/vestnik/ (September 02, 2021)
5. Zhitkov B.M. *O zoogeograficheskom delenii sushi i zoologicheskoy kartografii* (On the zoogeographic division of the land and zoological cartography), Memory Collection, Moscow, Leningrad, AN SSSR, 1937, pp. 29–148.
6. Monastyrskij O.A., Iskenderov M.Ya. *Agrohimiya*, 2016, No. 6, pp. 67–71. (In Russ.)
7. Ostanin V.A. *Ohota i ohotnich'e hozyajstvo*, 1996, No. 6, pp. 24–27. (In Russ.)
8. Mal'cev N.I. *Ohota i ohotnich'e hozyajstvo*, 2002, No. 5, pp. 8–10. (In Russ.)
9. Ermolik V.B. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2016, No. 3 (13), pp. 43–48. (In Russ.)
10. Ermolik V.B. *Ispol'zovanie i ohrana prirodnih resursov v Rossii*, 2016, No. 4 (148), pp. 41–43. (In Russ.)
11. Ostanin V.A. *Ohota i ohotnich'e hozyajstvo*, 1997, No. 6, pp. 2–4. (In Russ.)
12. Popova S.A., Skopcova T.I., Losyakova E.V. *Izvestiya Velikolukskoj GSKHA*, 2017, No. 1, pp. 16–23. (In Russ.)

КОМПОЗИЦИОННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЭКСТРАКТЫ КАК ДЕТОКСИКАНТЫ СВИНЦА И КАДМИЯ В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Ю.И. Коваль, кандидат биологических наук, доцент
И.В. Васильцова, кандидат биологических наук, доцент
Т.И. Бокова, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: chemi_ngau@mail.ru

Ключевые слова: антропогенные загрязнители, кадмий, свинец, композиционные растительные экстракты, прополис, листья березы, хвоя сосны.

Реферат. Приводятся результаты изучения особенностей воздействия композиционных водно-спиртовых экстрактов прополиса (*Propolis*), листьев березы (*Betula pendula*) и хвои сосны (*Pinus sylvestris* L.) на организм лабораторных крыс в условиях кратковременной интоксикации тяжелыми металлами в дозировках 15 мг свинца и 1,5 мг кадмия на 1 кг живой массы. В ходе исследований установлено, что воздействие тяжелых металлов на организм лабораторных животных имеет избирательный характер – основным «депо» свинца явилась костная ткань, а кадмия – почки и печень. Добавление к рациону крыс 0,5 мл водно-спиртовых экстрактов из лекарственного сырья в качестве детоксикантов вызвало снижение уровня свинца в организме животных до 17,50, кадмия – до 12,76 раза. Наибольшую детоксикационную способность в отношении ионов свинца и кадмия проявил экстракт листьев березы и хвои сосны (1 : 1, композиция 2). Под влиянием повышенных доз свинца и кадмия у лабораторных животных наблюдалось уменьшение живой массы на 10,22 %, показателя среднесуточного прироста – на 30,48, содержания общего белка в сыворотке – на 8,22, альбумина – на 17,14, мочевины – на 17,72, глюкозы – на 42,9 %; увеличение концентрации холестерина, кальция и фосфора на 17,12; 26,13 и 38,43 % соответственно. Водно-спиртовые экстракты частично или полностью нормализовали биохимические показатели сыворотки крови крыс. Таким образом, проведенные исследования показали, что композиционные экстракты на основе прополиса, листьев березы и хвои сосны могут являться основой для разработки эффективного растительного препарата, используемого для профилактики и лечения животных от интоксикации солями тяжелых металлов.

В настоящее время загрязнение биосферы тяжелыми металлами представляет серьезную проблему для окружающей среды и здоровья человека.

Природное растительное сырье богато биологически активными веществами, содержащими в своем составе большое количество функциональных групп (–ОН, –СООН и др.). Наличие функциональных групп обеспечивает соединениям, содержащимся в данном сырье, способность связывать токсиканты и выводить их из организма [1].

Прополис – смолоподобное вещество, собираемое пчелами с поверхностей листьев, с примесью нектара и пыльцы, переработанной энзимами желез пчёл. Чистый, свежий прополис на вкус горьковато-острый, с терпким запахом [2].

Химический состав прополиса изучен относительно хорошо, определено более 180 соединений. Прополис богат фитонцидами растений, в нём много органических кислот, терпеновых соединений (50–55 % растительных смол, 8–10 % летучих веществ, около 30 % воска, терпеновые кислоты). Прополис содержит смолистые кислоты и спирты, артипиллин, фенолы, дубильные вещества, бальзамы (коричный спирт, коричная кислота), воск, эфирные масла, флавоноиды. Типичные составляющие прополиса: акацетин, апигенин, альфа-ацетоокси-бетуленол, кемпферид, рамноцитрин, эрманин. Прополис содержит более 50 органических компонентов и минеральных элементов (K, Ca, P, Na, Mg, S, Cl, Al, Va, Fe, Mn, Zn, Cu, Si, Sn, Se, Ag, F, Co и др., в повышенных количествах – Zn и Mn), витамины B₁, B₂, B₆, A, E, никотиновую,

пантотеновую кислоты и др., 17 аминокислот (аспарагин, глутамин, триптофан, фенилаланин, лейцин, цистин, метионин, валин, гликокол, гистидин, аргинин, пролин, тирозин, треонин, аланин, лизин) [3–5].

В современной научной медицине прополис применяют очень широко. Из него готовятся различные лекарственные формы – масло, мази, настойки и экстракты. Прополис обладает антиоксидантными свойствами, которые связывают с наличием флавоноидов, установлены его антимикробные, антибактериальные, иммуномодулирующие свойства, усиливающиеся в сочетании с медом и этиловым спиртом [6, 7].

Экспериментальные исследования показали, что прополис защищает клетки печени от токсического воздействия хлорида ртути, почки – от поражения при кадмиевой интоксикации, репродуктивную систему – от токсического воздействия трифелтина хлорида; уменьшается токсическое воздействие на организм солей бериллия, кобальта [8–11].

В листьях березы (*Betula pendula*) содержатся флавоноиды (2,77 %), в том числе гиперозида – 0,77%, авикулярина – 0,26, 3-дигалактозида мирицетина – 0,18, 3-глюкуронида кверцетина – 0,36, кверцитрина – 0,12 %, выявлены монотерпеновые глюкозиды бетулаальбозиды А и В, тритерпены – производные дамароланостана (бетулафолиентриол – 0,8 % и бетулафолиентетрол и их эфиры), полипреноловые соединения (бетулапренол, бутапренол), а также 3-β-D-глюкозид 3,4-дигидроксипроприофенона, стерины, дубильные вещества пирокатехиновой группы (1,07–9 %), горечи, кумарины (0,09–0,44 %), антоцианы, смолы (бетулестер), бутиловый эфир бетулоретиновой кислоты, 8–10% сахаров, инозит, горечи, аскорбиновая (до 2,8 %) и никотиновая кислоты, никотинамид, каротин. Настой из свежих молодых листьев березы используют как мочегонное и потогонное средство при отеках, асците, болезнях почек, при авитаминозах, атеросклерозе, для повышения сопротивляемости организма и выведения из него токсинов [12–16].

В хвое сосны (*Pinus silvestris*) содержатся дубильные вещества (около 5 %), эфирное масло (до 0,3 %), составными частями которого являются борнеол, борнил ацетат, кадинен, церра-тендиол; алкалоиды, смолы, жиры (около 3 %), крахмал (около 20 %), каротин, сахара, минеральные соли (особенно железа), до 300 мг% витамина С, витамины К, Е (до 0,3 %), флавоноиды – мирицитрин, токсифолин, кемпферол. Хвоя сосны обладает сильным противовоспалительным, иммуномодулирующим действием, дезинфицирующим свойством, ее применяют в лечении заболеваний лёгочной, сердечно-сосудистой систем, опорно-двигательного аппарата. При длительном применении хвоя способствует выводу из организма вредных веществ. Эфирное масло сосны обладает способностью справиться с возбудителями лёгочных инфекций, прекрасно очищает слизистую дыхательных путей [17–19].

Цель исследований – изучение особенностей воздействия композиционных водно-спиртовых экстрактов лекарственных растений и прополиса на организм лабораторных крыс в условиях кратковременной интоксикации свинцом и кадмием.

Задачи:

1. Установить особенности распределения антропогенных загрязнителей в органах и тканях крыс при их совместном введении в корм в концентрации 15 мг свинца + 1,5 мг кадмия.
2. Выявить влияние водно-спиртовых экстрактов на аккумуляцию тяжелых металлов в организме лабораторных животных.
3. Изучить рост и развитие крыс на фоне нагрузки тяжелыми металлами и при использовании экстрактов на основе прополиса, листьев березы и хвои сосны.
4. Определить биохимические показатели крови при применении детоксикантов и без них на фоне интоксикации.

Исследования проводились на базе кафедры химии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ в соответствии с открытой инициативной тематикой научно-исследовательских работ «Экологическая

оценка лекарственных растений в Сибири и препаратов на их основе с целью использования для адаптации живых систем в условиях моделирования загрязнения среды тяжелыми металлами» (регистрационный номер темы: АААА-А18-118030790007-0).

В качестве объектов исследования были выбраны композиционные водно-спиртовые экстракты прополиса (Propolis) и лекарственных растений – листьев березы (*Betula pendula*), хвои сосны (*Pinus sylvestris*), а также лабораторные крысы.

Приготовление экстрактов осуществлялось из аптечного лекарственного сырья с использованием 40 %-го раствора этанола, время извлечения биологически активных веществ составило 72 ч, соотношение «сырье : этанол» – 1 : 20.

В эксперименте использовали экстракты «прополис : листья березы : хвоя сосны» (1 : 1 : 1, композиция 1) и «листья березы : хвоя сосны» (1 : 1, композиция 2).

Эксперимент на лабораторных животных был проведен на базе ФГУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» (ФГУ «ННИИТО Росмедтехнологии») на 40 крысах (мужского пола) линии Wistar, объединенных в группы-аналогии, в возрасте 4 месяцев со средней живой массой 240–250 г (табл. 1).

Таблица 1

Схема эксперимента

Группа	Режим кормления, день эксперимента	
	1–10	11–42
Контрольная	Основной рацион (ОР)	
1-я опытная	ОР + 15,0 мг Pb/кг массы + + 1,5 мг Cd/кг массы	ОР
2-я опытная		ОР + 0,5 мл экстракта с композицией 1 на 1 кг массы
3-я опытная		ОР + 0,5 мл экстракта с композицией 2 на 1 кг массы

Кормление крыс проводилось гранулированным кормом для лабораторных крыс и мышей «ПроКорм» (ГОСТ Р 50258–92), сбалансированным по содержанию питательных веществ, согласно нормам для данного вида животных. Животным обеспечивался свободный доступ к кормушкам и поилкам. Экстракты вводили животным per os. Опыт продолжался 42 дня.

Основные биохимические показатели: общий белок, кальций, холестерин, щелочную фосфатазу, мочевины – определяли фотоколориметрическими методами.

Анализ органов и тканей на содержание свинца и кадмия проведен методами, сертифицированными метрологической службой Госстандарта РФ. Токсиканты определяли по методикам, разработанным фирмой «Техноаналит ЛТД» и ТЦСМиС, прошедшим государственную сертификацию на приборе ТА-7 методом инверсионной вольтамперометрии [20].

Все полученные экспериментальные данные обрабатывали методом вариационной статистики и дисперсионного анализа на ПК с использованием пакета программ SNEDEKOR.

Введение в рацион крыс 15 мг свинца и 1,5 мг кадмия на 1 кг живой массы вызвало достоверное увеличение уровня свинца в органах и тканях лабораторных животных 1-й опытной группы. Так, в печени его концентрация возросла в 3,60 раза, в почках – в 11,00, в сердце – в 2,67, в селезенке – в 1,50, в мышечной ткани – в 3,50, в костной ткани – в 37,61 раза ($P < 0,01–0,001$), в сравнении с показателями крыс, не получавших тяжелые металлы (табл. 2), что согласуется с ранее полученными результатами [14].

Применение экстрактов из лекарственного сырья привело к значительному уменьшению уровня свинца в органах и тканях крыс.

Так, введение в рацион крыс 2-й опытной группы экстракта с композицией 1 привело к снижению концентрации свинца в печени в 4,00 раза, в почках – в 1,17, в сердце – 3,00, в селезенке – в 2,40, в мышечной ткани – в 17,50, в костной ткани – в 3,89 ($P < 0,01–0,001$) в сравнении с показателями крыс 1-й опытной группы, не получавших детоксиканта.

Таблица 2

Содержание свинца в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Органы и ткани	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Печень	0,010±0,002**	0,036±0,004	0,009±0,001**	0,004±0,001***
Почки	0,007±0,001***	0,077±0,004	0,066±0,003	0,059±0,004**
Сердце	0,009±0,001**	0,024±0,002	0,008±0,001**	0,006±0,001**
Селезенка	0,008±0,001**	0,012±0,002	0,005±0,001***	0,002±0,001***
Мышечная ткань	0,010±0,001***	0,035±0,002	0,002±0,001***	0,009±0,001***
Костная ткань	0,013±0,001***	0,489±0,018	0,451±0,016	0,418±0,009**

P<0,01; *P<0,001 (достоверно в сравнении с 1-й опытной группой).

Композиционный экстракт 2 в дозировке 0,5 мл на 1 кг живой массы вызвал уменьшение концентрации свинца в органах и тканях крыс 3-й опытной группы в печени в 9,00 раза, в почках – в 1,31, в сердце – в 4,00, в селезенке – в 6,00, в мышечной ткани – в 3,89, в костной ткани – в 1,17 (P<0,01-0,001) в сравнении с показателями крыс 1-й опытной группы, не получавших экстракта.

При введении в рацион тяжелых металлов произошло значительное увеличение концентрации кадмия во всех органах и тканях лабораторных животных 1-й опытной группы (табл. 3). Так, уровень кадмия в печени крыс возрос в 31,67 раза, в почках – в 25,31, в сердце – в 6,03, в селезенке – в 2,09, в мышечной ткани – в 2,47, в костной ткани – в 1,59 раза (P<0,05-0,001).

Таблица 3

Содержание кадмия в органах и тканях лабораторных животных, мг/кг

Органы и ткани	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Печень	0,0021±0,0003***	0,0665±0,0018	0,0557±0,0022*	0,0477±0,0021***
Почки	0,0061±0,0005***	0,1544±0,0116	0,1075±0,0073*	0,0701±0,0041**
Сердце	0,0036±0,0005***	0,0217±0,0011	0,0026±0,0004***	0,0017±0,0002***
Селезенка	0,0023±0,0005*	0,0048±0,0006	0,0022±0,0004*	0,0017±0,0003**
Мышечная ткань	0,0017±0,0003**	0,0042±0,0005	0,0018±0,0003*	0,0027±0,0004
Костная ткань	0,0017±0,0002	0,0027±0,0004	0,0018±0,0003	0,0017±0,0002

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001 (достоверно в сравнении с 1-й опытной группой).

У крыс 2-й группы кадмий был обнаружен во всех внутренних органах, но его уровень в сравнении соответствующими значениями 1-й опытной группы был достоверно ниже. При введении в рацион 0,5 мл водно-спиртового экстракта с композицией 1 на 1 кг живой массы во внутренних органах лабораторных животных концентрация металла уменьшилась: в печени – в 1,19 раза, в почках – в 1,44, в сердце – 8,34, в селезенке – в 2,18, в мышечной ткани – в 2,33, в костной ткани – в 1,50 (P<0,05-0,001).

Введение в рацион кормления крыс 3-й опытной группы экстракта с композицией «листья березы : хвоя сосны, 1 : 1» также привело к снижению уровня кадмия в органах и тканях животных. Концентрация металла уменьшилась в печени в 1,19 раза, в почках – в 2,20, в сердце – в 12,76, в селезенке – в 2,82, в мышечной ткани – в 1,55, в костной ткани – в 1,59 (P<0,01-0,001).

О воздействии токсикантов на организм лабораторных животных в ходе эксперимента можно судить не только по накоплению и распределению свинца и кадмия в органах и тканях крыс, но и по показателям роста и развития (табл. 4).

Установлено, что у крыс, получавших с основным рационом соли свинца и кадмия, на конец эксперимента наблюдалось уменьшение живой массы на 10,22 % (P<0,05) в сравнении с животными контрольной группы. Показатель среднесуточного прироста (при расчете за пе-

риод с 1-го по 42-е сутки опыта) у крыс 1-й опытной группы был на 30,48 % ниже, чем у животных контрольной группы.

Таблица 4

Показатели роста и развития лабораторных животных, г

Показатель	Группы			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Живая масса	473,94±9,64	425,48±11,61*	450,14±12,91	463,11±14,28
Среднесуточный прирост	2,92	2,03	2,54	2,78
Сердце	1,474±0,054	1,411±0,060	1,379±0,092	1,339±0,045
Печень	20,464±1,479	21,930±1,625	22,463±1,229	21,515±0,861
Почки	3,260±0,125	3,686±0,118	3,718±0,200	3,748±0,173
Селезенка	1,142±0,029	1,162±0,047	1,077±0,038	1,058±0,056

*P<0,05 (достоверно в сравнении с контрольной группой).

В массе изученных внутренних органов у животных всех опытных групп достоверных отличий в сравнении с контрольной группой не выявлено.

Основным индикатором, раскрывающим картину метаболизма в организме животных, является кровь. Как одна из важнейших систем организма, она играет большую роль в его жизнедеятельности: кровь обеспечивает взаимосвязь обменных процессов, протекающих в различных органах и тканях, выполняет также защитную, транспортную, регуляторную, дыхательную, терморегулирующую и другие функции [21, 22].

Биохимический анализ сыворотки крови лабораторных животных показал, что в организме животных произошли достоверные изменения в результате кратковременной интоксикации свинцом и кадмием (табл. 5).

Таблица 5

Биохимические показатели

Показатель крови	Группы			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Общий белок, г/л	73,00±1,00	67,00±2,00*	70,00±1,00	69,00±1,00
Альбумин, г/л	35,00±1,00	29,00±2,00*	32,00±2,00	30,00±1,00*
Мочевина, ммоль/л	7,90±0,30	6,50±0,20*	7,50±0,30	7,20±0,20
Глюкоза, ммоль/л	6,52±0,30	3,72±0,26**	5,82±0,23	4,98±0,39*
Холестерин, ммоль/л	1,84±0,05	2,22±0,07*	2,03±0,08	2,12±0,12
Кальций, ммоль/л	2,94±0,15	3,98±0,21*	3,46±0,06*	3,68±0,10*
Фосфор, ммоль/л	1,73±0,11	2,81±0,07**	2,25±0,14	2,48±0,10**

*P<0,05; **P<0,01 (достоверно в сравнении с контрольной группой).

Общий белок сыворотки представляет собой сумму всех циркулирующих белков и является основной составной частью крови. Определение общего белка используется в диагностике и лечении различных заболеваний, включая заболевания печени, почек, костного мозга, а также нарушений метаболизма и питания [21].

Концентрация общего белка в крови крыс 1-й опытной группы под влиянием токсикантов снизилась по сравнению с соответствующим показателем животных контрольной группы на 8,22 % (P<0,05).

У животных 2-й и 3-й опытных групп, получавших с основным рационом растительные экстракты, произошло незначительное уменьшение концентрации общего белка относительно животных контрольной группы на 4,1 и 5,5 % соответственно, а по отношению к животным 1-й опытной группы – увеличение на 3,3–4,5 %.

Альбумин представляет собой самую большую фракцию белков плазмы крови. Основными биологическими функциями альбумина являются поддержание онкотического давления плазмы, транспорт молекул и участие в метаболических процессах. Альбумин связывает и транспортирует билирубин, различные гормоны, жирные кислоты, ионы кальция, хлора, лекарственные вещества [21].

Снижение концентрации альбумина на 17,14 % в крови наблюдалось у крыс в 1-й опытной группе, у животных в 3-й опытной группе – на 14,29 % ($P < 0,05$) относительно показателя интактных животных. Уровень альбумина в крови крыс 2-й опытной группы достоверно не отличался от этого показателя крыс контрольной группы.

Мочевина является низкомолекулярным соединением, свободно проходит через мембраны клеток паренхиматозных органов и эритроцитов. Концентрация мочевины в плазме зависит от скорости ее синтеза, клубочковой фильтрации и ренальной перфузии. Мочевина малотоксична, но токсичны накапливающиеся вместе с ней ионы калия и производные гуанидина. Концентрация мочевины в плазме часто используется как показатель функции гломерулярного аппарата почек. Снижение содержания мочевины в плазме происходит при нарушении синтетической функции печени, а также при потреблении малых количеств белков [22].

Снижение содержания мочевины наблюдалось в крови животных 1-й опытной группы на 17,72 % ($P < 0,05$). Вследствие действия экстрактов у лабораторных животных 2-й и 3-й опытных групп его концентрация восстановилась до значения контрольной группы крыс. В сравнении с показателем у крыс 1-й опытной группы концентрация мочевины у животных в 3-й опытной группе увеличилась на 15,3 % ($P < 0,05$).

Более 90 % всех растворимых низкомолекулярных углеводов крови приходится на глюкозу. Глюкоза распределена практически равномерно между плазмой и эритроцитами, поэтому с равным успехом может определяться в цельной крови, плазме или сыворотке. Значения глюкозы в крови в течение дня непостоянны, зависят от мышечной активности, интервалов между приемами пищи и гормональной регуляции. При ряде патологических состояний нарушается регуляция уровня глюкозы в крови, что приводит к гипо- или гипергликемии. Измерение содержания глюкозы в крови является основным лабораторным тестом в диагностике, мониторинге лечения сахарного диабета, используется для диагностики других нарушений углеводного обмена [21, 22].

В результате скормливания опытным животным повышенных доз свинца и кадмия наблюдалось уменьшение концентрации глюкозы в сыворотке крови: в 1-й опытной группе на 42,9 % ($P < 0,01$), в 3-й – на 23,6 %, что согласуется с нарушением функции печени и снижением уровня белка, а у крыс 2-й опытной группы содержание глюкозы увеличилось на 56,4 % относительно животных 1-й опытной группы ($P < 0,01$).

Холестерин является важнейшим показателем липидного обмена, служит структурным компонентом клеточных мембран, участвует в синтезе половых гормонов, желчных кислот, витамина D. Холестерин синтезируется в организме повсеместно и является необходимым компонентом клеточных мембран, входит в состав липопротеинов, является предшественником синтеза желчных кислот и стероидных гормонов [22].

Концентрация холестерина в сыворотке крови под влиянием тяжелых металлов увеличилась у крыс 1-й опытной группы на 17,12 % ($P < 0,05$) относительно показателя животных контрольной группы. Введение в рацион крыс 2-й и 3-й опытных групп композиционных экстрактов привело к нормализации уровня холестерина.

Минеральные вещества играют определяющую роль в поддержании кислотно-щелочного равновесия, осмотического давления клеточных и внеклеточных жидкостей, определяют состояние водно-солевого обмена, свертывающей системы крови, участвуют в мышечном сокращении, многочисленных ферментативных реакциях и т.д. Концентрация многих минеральных

веществ в крови является существенным диагностическим признаком ряда заболеваний [21, 22].

Изучение уровня кальция используется для диагностики и лечения заболеваний паращитовидной железы, различных костных заболеваний, хронических заболеваний почек, мочекаменной болезни и тетании. Ионы кальция играют важную роль при передаче нервных импульсов, являются кофактором многих ферментов, необходимы для поддержания нормальной сократимости мышц и процесса свертывания крови.

Под влиянием кратковременной интоксикации содержание кальция в сыворотке крыс 1-й опытной группы увеличилось на 26,13 %, 2-й – на 15,0, 3-й – на 20,1 % ($P < 0,05$) относительно показателя крыс контрольной группы. Вследствие действия детоксикантов у лабораторных животных 2-й и 3-й опытных групп наблюдалось снижение уровня кальция на 13,0 и 7,5 % соответственно в сравнении с его содержанием в крови животных 1-й опытной группы. Причиной снижения кальция в крови могут быть почечная недостаточность, низкий уровень белка в крови, его вытеснение из обмена веществ путем замещения родственными элементами, в частности свинцом.

Диагностическое значение определения содержания в сыворотке крови неорганического фосфора велико, т.к. трудно назвать в организме физиологичную функцию, в осуществлении которой соединения фосфорной кислоты не принимают прямого или опосредованного участия.

Концентрация фосфора в сыворотке крови крыс по сравнению с контрольной группой достоверно увеличилась у животных 1-й опытной группы – на 38,43 %, 2-й группы – на 23,1 % ($P < 0,01$). Уменьшение концентрации фосфора по отношению к показателю 1-й опытной группы произошло у животных в 3-й опытной группе – на 13,3 % ($P < 0,05$).

В результате изучения особенностей воздействия композиционных экстрактов лекарственных растений на организм лабораторных крыс в условиях кратковременной интоксикации свинцом и кадмием установлено:

1. Органы и ткани лабораторных животных обладают избирательностью в аккумуляции свинца.

2. Кратковременное поступление 15,00 мг свинца и 1,5 мг кадмия на 1 кг живой массы крыс вызвало увеличение уровня свинца и кадмия в органах и тканях.

Наблюдалась следующая закономерность в распределении свинца: костная ткань > почки > печень > мышечная ткань > сердце > селезенка. Максимальное содержание свинца обнаружено в костной ткани, в сравнении с показателем крыс контрольной группы его концентрация возрастала до 37,61 раза. Уровень кадмия увеличивался в ряду: костная ткань < селезенка < мышечная ткань < сердце < почки < печень – от 1,59 до 31,67 раза.

3. Применение композиционных экстрактов привело к снижению аккумуляции токсикантов в органах и тканях крыс. Добавление к рациону 0,5 мл на 1 кг живой массы экстракта с композицией «прополис : листья березы : хвоя сосны, 1 : 1 : 1» вызвало снижение уровня свинца до 17,50, кадмия – до 8,34 раза. Экстракт, содержащий листья березы и хвою сосны (1 : 1), в дозировке 0,5 мл на 1 кг живой массы позволил снизить концентрацию свинца в органах и тканях крыс до 9,00, кадмия – до 12,76 раза.

Наибольшую детоксикационную способность в отношении свинца и кадмия проявил экстракт 2.

4. Введение в рацион тяжелых металлов привело к достоверному уменьшению живой массы крыс на 10,22 %, показателя среднесуточного прироста – на 30,48 % в сравнении с животными контрольной группы.

5. Кратковременное поступление токсикантов привело к снижению содержания общего белка в сыворотке на 8,22 %, альбумина – на 17,14, мочевины – на 17,72, глюкозы – на 42,9;

концентрации холестерина, кальция и фосфора в сыворотке крови, напротив, увеличились на 17,12; 26,13 и 38,43 % соответственно.

6. Использование водно-спиртовых экстрактов привело к частичной или полной нормализации биохимических показателей крыс, получавших тяжелые металлы. Добавление к рациону 0,5 мл на 1 кг живой массы экстракта с композицией 1 вызвало увеличение уровня общего белка на 3,3, глюкозы – на 56,4 %. Экстракт, содержащий композицию 2, в дозировке 0,5 мл на 1 кг живой массы позволил повысить концентрацию общего белка на 4,5, мочевины – на 15,3 %.

Таким образом, проведенные исследования показали, что композиционные экстракты на основе прополиса, листьев березы и хвои сосны могут являться основой для разработки эффективного растительного препарата, используемого для профилактики и лечения животных от интоксикации солями тяжелых металлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бокова Т.И., Васильцова И.В., Коваль Ю.И. Оценка влияния сырья природного происхождения на содержание свинца и кадмия в модельных растворах // Инновации и продовольственная безопасность. – 2020. – № 1 (27). – С. 7–13.
2. Коноплева М.М. Продукты жизнедеятельности медоносной пчелы. Сообщение 2 // Вестник фармации. – 2011. – № 4 (54). – С. 82–94.
3. Коноплева М.М. Продукты жизнедеятельности медоносной пчелы. Сообщение 1 // Вестник фармации. – 2011. – № 1 (51). – С. 76–86.
4. Хлгатын С.В., Бержец В.М., Хлгатын Е.В. Прополис: состав, биологические свойства и аллергенная активность // Успехи современной биологии. – 2008. – Т. 128, № 1. – С. 77–88.
5. Вахонина Е.А., Будникова Н.В., Репьева Л.А. Прополис – источник флавоноидных соединений // Аписфера: научные достижения в пчеловодстве и апитерапии: сб. ст. I Всерос. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 35–40.
6. *Functional properties of honey, propolis, and royal jelly* / M. Viuda-Martos, Y. Ruiz-Navajas, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Alvarez // J. Food. Sci. – 2008. – N. 73 (9). – P. 117–124.
7. Суханова Л.В., Канарский А.В. Прополис как биологически активный продукт // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 4. – С. 198–203.
8. *Protective effects of Chinese and Brazilian propolis treatment against hepatorenal lesion in diabetic rats* / W. Zhu, Y.H. Li, M.L. Chen, F.L. Hu // Hum. Exp. Toxicol. – 2011. – Ser., 30 (9). – P. 1246–1255.
9. *Propolis attenuates cobalt induced-nephrotoxicity in adult rats and their progeny* / M. Garoui el, A. Troudi, H. Fetoui [et al.] // Exp. Toxicol. Pathol. – 2012. – N. 64 (7–8). – P. 837–846.
10. Ярован Н.И., Ивлева Н.А., Долганова А.В. Прополис как средство адаптогенного действия // Химические элементы – основа жизни: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2020. – С. 212–215.
11. *Protective effect of caffeic acid phenethyl ester against cadmium-induced renal damage in mice* / P. Gong, F. Chen, X. Liu [et al.] // J. Toxicol. Sci. – 2012. – N 37 (2). – P. 415–425.
12. Ведерников Д.Н., Роцин В.И. Экстрактивные вещества листьев березы повислой *Betula pendula* Roth (Betulaceae). 1. Групповой состав, состав летучих соединений и кислот эфирных экстрактов // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 93–100.
13. Стеняева В.В., Куркин В.А. Сравнительное исследование флавоноидного состава листьев и почек березы бородавчатой // Сеченовский вестник. – 2016. – № S1. – С. 74–76.

14. Васильцова И.В., Бокова Т.И. Возможность использования экстрактов растительного сырья в качестве биологически активных добавок // Инновации и продовольственная безопасность, 2015. – № 3 (9). – С. 5–10.
15. Флавоноиды лекарственных растений: прогноз антиоксидантной активности / В.А. Куркин, В.В. Поройков, А.В. Куркина, Е.В. Авдеева, О.Е. Правдивцева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. – С. 517.
16. Ефремова Ю.Е., Винницкая В.Ф. Характеристика биохимического состава и пищевой ценности сырья для создания фруктовых и травяных чаев и напитков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1. – С. 104–108.
17. Анализ химического состава хвои ели европейской *Picea* / Е.М. Тарасова, С.Д. Хижняк, А.Ф. Мейсурова, П.М. Пахомов // Журнал прикладной спектроскопии. – 2019. – Т. 86, № 1. – С. 96–102.
18. Торлопова Н.В., Робакидзе Е.А. Химический состав хвои сосны обыкновенной в условиях аэротехнологического загрязнения Сыктывкарского лесопромышленного комплекса // Сибирский экологический журнал. – 2012. – Т. 19, № 3. – С. 415–422.
19. Ярован Н.И., Северинова А.В., Полехина Н. Изучение антиоксидантных свойств хвои сосны и ели в модельной системе перекисного окисления липидов // Фундаментальные и прикладные исследования – сельскохозяйственному производству: сб. материалов VIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. – 2016. – С. 130–133.
20. ГОСТ 51301–99. Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрические методы определения содержания токсических элементов (Cd, Pb, Cu, Zn). – М.: Госстандарт России, 1999.
21. Наточин Ю.В., Немцов В.И., Эмануэль В.Л. Биохимия и диагностика крови. – СПб.: Клиническая больница РАН, 1993. – 149 с.
22. Гольдберг Е.Д. Справочник по гематологии с атласом микрофотограмм. – Томск, 1989. – 369 с.

REFERENCES

1. Bokova T.I., Vasil'cova I.V., Koval' Yu.I. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2020, No. 1 (27), pp. 7–13. (In Russ.)
2. Konopleva M.M. *Vestnik farmacii*, 2011, No. 4 (54), pp. 82–94. (In Russ.)
3. Konopleva M.M. *Vestnik farmacii*, 2011, No. 1 (51), pp. 76–86. (In Russ.)
4. Hlgatyan S.V., Berzhec V.M., Hlgatyan E.V. *Uspekhi sovremennoj biologii*, 2008, vol. 128, No. 1, pp. 77–88. (In Russ.)
5. Vahonina E.A., Budnikova N.V., Rep'eva L.A. Apisfera: nauchnye dostizheniya v pchelovodstve i apiterapii (Apisphere: scientific achievements in beekeeping and apitherapy), *Proceedings of the Conference*, 2019, pp. 35–40. (In Russ.)
6. Functional properties of honey, propolis, and royal jelly, M. Viuda-Martos, Y. Ruiz-Navajas, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Alvarez, *J. Food. Sci.*, 2008, No. 73 (9), pp. 117–124.
7. Suhanova L.V., Kanarskij A.V. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, vol. 17, No. 4, pp. 198–203. (In Russ.)
8. Zhu W., Li Y.H., Chen M.L., Hu F.L. Protective effects of Chinese and Brazilian propolis treatment against hepatorenal lesion in diabetic rats, *Hum. Exp. Toxicol.*, 2011, Ser. 30 (9), pp. 1246–1255.
9. Propolis attenuates cobalt induced-nephrotoxicity in adult rats and their progeny, M. Garoui el, A. Troudi, H. Fetoui, N. Soudani, T. Boudawara, N. Zeghal, *Exp. Toxicol. Pathol.*, 2012, No. 64 (7–8), pp. 837–846.

10. Yarovan N.I., Ivleva N.A., Dolganova A.V. Himicheskie elementy – osnova zhizni (Chemical elements are the basis of life), Proceeding of the All-Russian Scientific and Practical Conference, 2020, pp. 212–215. (In Russ.)
11. Pin Gong, Fuxin Chen, Xiaoying Liu, Xing Gong, Jing Wang, Yangmin Ma, Protective effect of caffeic acid phenethyl ester against cadmium-induced renal damage in mice, J. Toxicol. Sci, 2012, No. 37 (2), pp. 415–425.
12. Vedernikov D.N., Roshchin V.I. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, No. 1, pp. 93–100. (In Russ.)
13. Stenyaeva V.V., Kurkin V.A. *Sechenovskij vestnik*, 2016, No. S1, pp. 74–76. (In Russ.)
14. Vasil'cova I.V., Bokova T.I. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopas-nost'*, 2015, No. 3 (9), pp. 5–10. (In Russ.)
15. Kurkin V.A., Porojkov V.V., Kurkina A.V., Avdeeva E.V., Pravdivceva O.E. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, No. 2-2, p. 517. (In Russ.)
16. Efremova Yu.E., Vinnickaya V.F. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No. 1, pp. 104–108. (In Russ.)
17. Tarasova E.M., Hizhnyak S.D., Mejsurova A.F., Pahomov P.M. *Zhurnal prikladnoj spektroskopii*, 2019, vol. 86, No. 1, pp. 96–102. (In Russ.)
18. Torlopova N.V., Robakidze E.A. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2012. vol. 19, No. 3, pp. 415–422. (In Russ.)
19. Yarovan N.I., Severinova A.V., Polekhina N. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya – sel'skohozyajstvennomu proizvodstvu (Fundamental and applied research – agricultural production), Proceeding of the VIII International Scientific and Practical Conference, 2016, pp. 130–133. (In Russ.)
20. GOST 51301–99. Produkty pishchevye i prodovol'stvennoe syr'e. Inversionno-vol'tamperometricheskie metody opredeleniya sodержaniya toksicheskikh elementov (Cd, Pb, Cu, Zn), Moscow, Gosstandart Rossii, 1999.
21. Natochin Yu.V., Nemcov V.I., Emanuel' V.L. *Biohimiya i diagnostika krovi* (Biochemistry and diagnostics of blood), St. Petersburg: Klinicheskaya bol'nica RAN, 1993, 149 p.
22. Gol'dberg E.D. *Spravochnik po gematologii s atlasom mikrofotogramm* (Handbook of Hematology with an atlas of microphotograms), Tomsk, 1989, 369 p.



РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, АГРОХИМИИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ

УДК 577

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-66–72

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БИОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

В.Б. Ермолик, кандидат биологических наук

Государственный природный заказник федерального значения «Кирзинский»

E-mail: Kirz-zakaznik@yandex.ru

Ключевые слова: зарубежный опыт биотехнии, интегрированная система, особо охраняемые природные территории, биотехнические мероприятия, заповедная система.

Реферат. В процессе защиты и сохранения популяционного ядра диких копытных важную роль играют технологии биотехнии. Для создания современных биотехнических концепций важным направлением является научное исследование опыта зарубежных биотехнических мероприятий, который является ценным методическим подспорьем для внедрения на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) России. Показательным примером данного процесса является опыт государственного природного заказника федерального значения «Кирзинский».

Современные технологии биотехнии следует рассматривать как самостоятельное научное направление и как метод биотехнического обустройства особо охраняемых природных территорий, обеспечивающий доступность и оптимальное распределение кормового ресурса для диких животных в целях сохранения популяций в критические периоды климатических проявлений.

На первом этапе создания заповедных территорий в России отечественные ученые рассматривали биотехнию как инструмент сохранения и увеличения биологического потенциала природы. Они считали необходимым трансформировать естественно сложившиеся биоценозы в целях увеличения численности промысловых животных.

Термин «биотехния» как наука своими корнями уходит к началу 30-х гг. XX столетия, когда в Московском пушно-меховом институте профессором П.А. Мантейфелем было предложено создать кафедру биотехнии. Фактически же биотехния впервые была введена в планы подготовки охотоведов этого же института в 1929 г.

Говоря о биотехнии, следует отдать должное ее создателю профессору П.А. Мантейфелю [1], заложившему основы этой науки о разведении в природных условиях диких охотничье-промысловых животных и птиц. Автор в содержание термина «биотехния» включал мониторинговые исследования численности популяций диких животных на конкретных территориях их обитания.

В первые десятилетия XX в. биотехния невольно отождествлялась с понятием «охотоведение», что служило неким тормозом в ее развитии. Неслучайно В.Н. Скалон [2] утверждал, что «...понятие охотоведение оказалось полузабытым и заменилось путанной и лишенной смысла "биотехнической наукой"».

Из существующих более 30 определений понятия «биотехния» И.А. Львов [3], В.В. Гапонов [4] предлагают, на их взгляд, наиболее экологичный. По их утверждению, биотехния – это раздел экологии, разрабатывающий систему мероприятий по обогащению, оздоровлению, украшению и рациональному использованию природных ландшафтов.

По заключению И.А. Львова [3], по целевому назначению биотехнию следует разделить на охотничью (промысловую) и биотехнию выживания. Задача биотехнии выживания – сохранение воспроизводственного ядра популяции в критический период ее существования.

Биотехния разрабатывает методы управления условиями воспроизводства дикой фауны. Поэтому она тесно связана с другими близкими ей науками – биогеоценологией, экономикой, этологией, экологией и географией и т.д.

Роль антропогенного влияния, в частности на охотничьих животных, чрезвычайно велика. В данном смысле значительную роль играет так называемый фактор антропогенного беспокойства.

Анализ этого фактора проводился такими учеными, как П.Б. Юргенсон [5, 6], Д.В. Владышевский [7], И.А. Львов [3] и др.

По мнению О.А. Грошевой [8], «сохранение биологического и ландшафтного разнообразия является одной из наиболее актуальных геоэкологических проблем». Для решения этой актуальной задачи на мировом уровне принят ряд природоохранных программ, из которых можно выделить следующие: «Конвенция о водно-болотных угодьях» (1971); «Бернская конвенция» (1982); «Паневропейская стратегия сохранения биологического и ландшафтного разнообразия» (1995). В Российской Федерации была принята «Национальная стратегия сохранения биоразнообразия в России» (2002).

Особо охраняемые природные территории (ООПТ), по определению Л.П. Чернобай, О.Л. Чернобай [9], предназначены для сохранения уникальных и типичных природных комплексов, разнообразия животного и растительного мира, их генетического фонда, достопримечательных природных образований, изучения естественных процессов в биосфере и контроля за изменением ее состояния, экологического воспитания и просвещения населения.

Авторы отмечают: «ООПТ очень ценны с научной точки зрения для исследования естественных экосистем и ландшафтов, мониторинга региональных и глобальных изменений атмосферы. Их существование способствует сохранению уникальных явлений природы, редких видов животных и растений, внесенных в Красную книгу Российской Федерации».

Животный мир является биологически ценным элементом природы. Запасы различных промысловых животных составляют весомую часть природных ресурсов России, в связи с чем охрана животного мира приобретает огромное научно-хозяйственное значение [10].

Россия приступила к созданию собственной заповедной системы, когда территориальные формы охраны природы были распространены по всему миру.

Изменения среды обитания охотничье-промысловых животных, происходящие в результате действия антропогенных факторов, приводят к изменению ареалов естественного обитания диких промысловых животных. В этой связи сохранение численности, тем более расширенное воспроизводство отдельных видов, немыслимо без активной реализации в ООПТ биотехнических технологий, причем на современной научной основе.

При создании собственной системы биотехнии в России и в СССР широко использовался зарубежный опыт биотехнических мероприятий. Исследование научных подходов к применению инструментов биотехнии за рубежом приводит к выводу, что наиболее эффективно выстро-

енной биотехнической системой поддержки диких животных обладают США. Достигнутые в этой стране успехи в деле сохранения природы во многом объясняются личным вниманием первых лиц государства к этой проблеме. Так, президент США Франклин Делано Рузвельт лично инициировал и открыл в 1936 г. Первую Американскую конференцию по диким животным, где было принято решение развивать управление дикими животными на биологической основе. Здесь же была принята концепция биологически ориентированной практики управления дикой фауной.

В 1946 г. в Вашингтоне было основано специальное научное учреждение – Институт управления дикими животными, в котором из числа многих биологических направлений была разработана и биотехническая система поддержки животных.

Биотехнические основы поддержки дикой фауны в Америке выстроены строго на научных принципах. Известный ученый биолог Олдо Леопольд считает, что управление численностью животных есть искусство управления угодьями и территориями для получения ежегодного «урожая» дичи. Американский биолог Джайлз в 1969 г. определил управление дикими животными посредством биотехники как науку и искусство взаимоотношений между дикими животными, средой их обитания и человеком. За последнее столетие наука управления дикими животными в США трансформировалась из искусства в прикладную науку. Она базируется на научных принципах, а животными управляют ученые-специалисты посредством применения новых экологических технологий.

В американской природоохранной системе выделено пять основных принципов управления фауной, которые по сути являются биотехническими:

1. Охрана природных территорий.
2. Контроль хищников.
3. Создание на естественных территориях дополнительных биотехнических условий для размножения животных.
4. Содержание и размножение животных в вольерах с последующим выпуском полученного поголовья в природу.
5. Улучшение местообитаний диких животных посредством применения диверсифицированной биотехники.

Американской наукой наработан целый комплекс биотехнической методики по обращению с кормовыми ресурсами, водой, укрытиями и жизненным пространством во благо диких животных. К важнейшим приемам биотехники относятся:

- развитие «окраин» охраняемых территорий через их биотехническое обустройство;
- сохранение кормовой базы за счет охраны плодоносящих деревьев;
- препятствование зяблевой вспашке полей, с которых убрали зерновые (утраченный при уборке урожай – это корм для диких животных), заключение соглашений о совместном сборе урожая с фермерами;
- сооружение искусственных гнездовий для водоплавающих и хищных птиц;
- вспашка земли до начала гнездования и кошение травы после выведения потомства;
- создание искусственных водоёмов;
- частое изменение растительного покрова: чем больше изменяется покров, тем шире кормовая база для диких животных;
- посев трав и кормовых растений.

Подобный расширенный арсенал средств биотехнической защиты дикой природы способствует поддержанию в Америке стабильно высокой численности охотничьих животных.

Из числа европейских высокоразвитых стран, безусловно, заслуживает внимания английский опыт биотехники, обеспечивающий стабильно высокий уровень численности диких копытных.

Великобритания – промышленно развитое плотнонаселённое государство (почти 60 млн человек) с высокоинтенсивным сельским хозяйством. В то же время это охотничья страна с большим количеством дичи. Около 6000 егерьей занимаются охраной и биотехническим воспроизводством охотничьих ресурсов.

Охрана природы и дичеразведение являются главными задачами биотехнических мероприятий.

В Британии практически не осталось нетронутых мест, избежавших влияния человеческой деятельности. Земли в Англии находятся главным образом в частной собственности и в основном сконцентрированы у средних и крупных землевладельцев. Вследствие этого население не имеет права свободного доступа и перемещения по природным территориям, что положительно сказывается на качестве их охраны.

Поместья английских аристократов, веками не менявшие владельцев, представляют собой высокоорганизованные охотничьи хозяйства, в которых отлажены старинные правила биотехнической заботы о животных в целях их воспроизводства.

Сельскохозяйственное производство – это основной вид деятельности на частных землях. Земли сельскохозяйственного назначения занимают около 74 % территории страны, что является эффективным биотехническим и кормовым ресурсом для дикой фауны.

Площадь охотничьих угодий в Великобритании составляет 68 % территории страны. Среди 6 видов оленей, обитающих в Англии, наиболее массовым видом и объектом охоты является европейская косуля. Вторым по численности и распространению является олень благородный. Охота также разрешена на лань, пятнистого оленя и китайского водяного оленя. В целом в Британии ежегодно добывается до 300 тыс. оленей разных видов, однако этот факт не отражается на общей численности животных. В общей структуре добычи косуля составляет 54 %, поэтому в комплексе биотехнической поддержки копытных этот вид занимает ведущее место.

Землевладельцы, имеющие охотничьи угодья, вносят весомый вклад в сохранение биоразнообразия Англии через использование веками проверенных приемов биотехники. К ним относятся выкладывание зимней подкормки для копытных, создание искусственных пастбищ с посевом трав и кормовых культур, заготовка кормов для зимнего периода.

Однако несмотря на достигнутые успехи в сохранении и воспроизводстве диких животных, в Англии происходит процесс сокращения естественной кормовой базы и объема природных территорий. С середины XX в. утрачено 95 % естественных пастбищ и сенокосов, 99 % естественных лугов, 80 % болот и 50 % лесов. Использование интенсивных методов ведения сельхозпроизводства привело к существенному уменьшению биологического разнообразия в сельской местности. Неуклонно снижается качество и экология природных биотопов для диких животных. Вследствие масштабного сокращения естественных кормовых и защитных угодий для охотничьих животных в Англии планируется увеличение объемов работ по биотехническому обустройству этих природных территорий.

Хорошими историческими традициями по сохранению и разведению промысловых охотничьих животных обладает Республика Польша. В стране профессионально выстроена система охраны уникальных природных территорий. Так, заповедники на территории Польши Беловежская и Августовская пуши известны всему миру. Население Польши составляет 38,6 млн человек. Аграрные земли находятся в частом владении (86 %), а леса являются собственностью государства.

К охотничьим угодьям отнесено 93 % общей территории республики. Вся Охотничья фауна является собственностью государства. Управление охотничьим хозяйством в Республике осуществляется Министерством лесного хозяйства и Республиканским союзом охотником.

Польша – страна с высокой плотностью копытных животных. В республике довольно высокие показатели отстрела оленей в охраняемых угодьях. Здесь ежегодно отстреливается до

15 тыс. оленей и до 50 тыс. косуль. Отстреленная дичь почти вся идет на экспорт и на продажу. Польша занимает одно из ведущих позиций в мире по экспорту дичи.

Важную роль для поддержания стабильно высокой численности копытных животных в Польше играет система биотехнических мероприятий, отработанных и усовершенствованных многовековой практикой. В республике систематически проводят подкормку зверей и птиц в зимний период, на что расходуются государственные и частные средства. Польский союз охотников, организуя и финансируя биотехнические мероприятия, активно занимается разведением дичи. Под его руководством проводятся работы по улучшению кормовых условий для копытных, устройству кормовых полей, посадке древесных и кустарниковых пород, к которым относятся дуб, бук, явор, липа, клен и др. Кроме того, производится устройство водоемов, солонцов и заготовка кормов. Зимой проводится массовая подкормка копытных животных, которые весь зимний период держатся около стационарных кормушек и кормовых полей.

Таким образом, в Англии, Польше и США выстроены эффективные модели охраны природных территорий, где биотехника играет роль важного биологического мультипликатора в сохранении стабильно высокого поголовья диких копытных.

В России в системе ООПТ государственные природные заказники являются наиболее эффективными территориями для использования зарубежного опыта воспроизводства диких копытных и разработки собственных концепций биотехнических мероприятий.

Прямое биологическое назначение заказников – сохранение и воспроизводство фауны и насыщение ею сопредельных природных территорий.

Однако большинство государственных заказников в течение многих лет традиционно вовлечены в процесс интенсивного хозяйственного освоения, находясь под прессингом антропогенного воздействия [7, 11, 12].

Большие объемы хозяйственных работ усложняют охрану заказников, разрушают среду обитания диких животных, их миграционные маршруты. В этой связи для компенсирующего нивелирования и восстановления утраченных биоценозов территории заказников нуждаются в существенных вложениях в биотехнические мероприятия.

Следует признать, что в настоящий момент в большинстве заказников такая работа или вообще отсутствует, или используются паллиативные, не дающие результатов, мероприятия, что приводит к сокращению населения оленей и в первую очередь косули.

На этом фоне, безусловно, заслуживает внимания опыт биотехнических мероприятий в государственном природном заказнике федерального значения «Кирзинский» (Новосибирская область), который демонстрирует эффективные результаты на протяжении уже более 10 лет. Здесь были выработаны приемы и принципы кормового обеспечения зимующего поголовья диких копытных, которые поэтапно трансформировались в интегрированную систему биотехнических мероприятий по сохранению сибирской косули в зимний период.

Исходя из общей теории систем биолога Л. фон Берталанфи (1937), главной целью наших исследований являлось объединение существующих биотехнических приемов и технологий в обобщенную системную концепцию, позволяющую через инструменты критического анализа собственного опыта и научного отбора выстроить универсальную интегрированную систему биотехнических мероприятий.

Анализируя существующие биотехнические технологии по сохранению диких парнокопытных на особо охраняемых природных территориях России, мы пришли к выводу, что все их составляющие функционируют несистемно, разрозненно, фрагментарно и в большинстве случаев – в стихийно-автономном режиме. Это обстоятельство не позволяет достичь полноценного научного результата. Эффект от использования таких приемов является паллиативным. Сложившаяся ситуация выстраивает алгоритм понимания, что необходима интегрированная

система целенаправленной работы всех звеньев биотехнии вокруг главного объекта – дикого животного (косуля, лось, кабан и др.).

Главным принципом создания интегрированной системы на научной основе является формирование вектора последовательности и разработки стандартов для каждого звена программы сохранения дикой фауны с учетом климатогеографических, экономических, технологических и других особенностей и специфики ООПТ.

В основе биотехнической программы заказника «Кирзинский» – современные аграрные технологии, которые позволяют при использовании потенциала собственного многопрофильного аграрно-биотехнического подразделения создавать крупные кормовые территории площадью от 10–30 и до 50 га, обеспечивающие кормовую защиту популяции сибирской косули в аномальные периоды зимнего цикла.

Несмотря на высказывание В.Н. Скалона [2] о том, что охотничье хозяйство – отрасль сельского хозяйства, экстенсивная по своей сущности, и что механизация охотничьего хозяйства неуместна, мы придерживаемся точки зрения, согласно которой настоящее и будущее за интенсивными технологиями биотехнии.

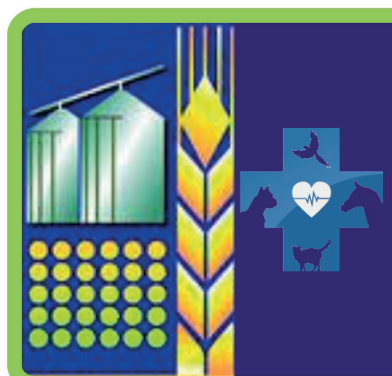
Исходя из выводов П.А. Мантейфеля [1] о том, что биотехния будет интенсивно развиваться и вглубь, и вширь, в настоящее время всё так же актуальна необходимость придать этой науке ещё более широкое и универсальное содержание. При этом если рассматривать проблему на региональном уровне и на конкретном виде животных, то следует учесть как их биологические особенности, так и территориально-географические и экологические характеристики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мантейфель П.А. О реконструкции охотничье-промысловой фауны млекопитающих СССР // Социалистическая реконструкция и наука. – 1934. – Вып. 2.
2. Скалон В.Н. Распространение и образ жизни диких копытных в бассейне реки Олекмы // Биологический сборник. – Иркутск, 1960. – С. 150–158.
3. Львов И.А. Дикая природа: грани управления // Очерки биотехнии. – М.: Мысль, 1984. – 191 с.
4. Гапонов В.В. Лесная биотехния как метод оптимизации численности копытных в лесах юга Дальнего Востока // Всемирный фонд дикой природы. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 32 с.
5. Юргенсон П.Б. Роль фактора беспокойства в экологии зверей и птиц // Зоологический журнал. – 1962. – Т. XII, вып. 7. – С. 1056–1060.
6. Юргенсон П.Б. Структура и состав популяции лося в лесных охотничьих угодьях // Биология и промысел лося. – 1964. – № 1. – С. 13–34.
7. Владышевский Д.В. Экология лесных птиц и зверей: кормодобывание и его биоценотическое значение. – Новосибирск: Наука, 1980. – 254 с.
8. Грошева О.А. Сохранение биологического разнообразия в заповедниках степной зоны России // Известия Оренбургского государственного агроуниверситета. – 2007. – Т. 3. – № 15–1. – С. 25–27.
9. Чернобай Л.П., Чернобай О.Л. Особо охраняемые природные территории Новосибирской области: растительный и животный мир // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2014. – № 2 (18). – С. 175–187.
10. Кузнецов Б.А. Биотехнические мероприятия в охотничьем хозяйстве. – М., 1974. – 220 с.
11. Данилкин А.А., Останин В.А., Стрекаловских В.А. Подкормка косули: нужны коренные изменения // Охота и охотничье хозяйство. – 1999. – № 2. – С. 1–3.
12. Дежкин В.В. Научные основы рационального использования, охраны и воспроизводства ресурсов охотничьих животных: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1989. – 57 с.

REFERENCES

1. Mantejfel' P.A. *Socialisticheskaya rekonstrukciya i nauka*, 1934, Issue 2. (In Russ.)
2. Skalon V.N. *Rasprostranenie i obraz zhizni dikih kopytnyh v bassejne reki Olekmy* (Distribution and lifestyle of wild ungulates in the Olekma River basin), Irkutsk, 1960, pp. 150–158.
3. L'vov I.A. *Dikaya priroda: grani upravleniya* (Wildlife: the facets of management), Moscow, Mysl', 1984, 191 p.
4. Gaponov V.V. *Lesnaya biotekhnika kak metod optimizacii chislennosti kopytnyh v lesah yuga Dal'nego Vostoka* (Forest biotechnics as a method of optimizing the number of ungulates in the forests of the south of the Far East), Vladivostok, Dal'nauka, 2006, 32 p.
5. Yurgenson P.B. *Zoologicheskij zhurnal*, 1962, vol. XII, Issue 7, pp. 1056–1060. (In Russ.)
6. Yurgenson P.B. *Biologiya i promysel losya*, 1964, No. 1, pp. 13–34. (In Russ.)
7. Vladyshevskij D.V. *Ekologiya lesnyh ptic i zverej: kormodobyvanie i ego biocenoticheskoe znachenie* (Ecology of forest birds and animals: foraging and its biocenotic significance), Novosibirsk, Nauka, 1980, 254 p.
8. Grosheva O.A. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrouniversiteta*, 2007, vol. 3, No. 15-1, pp. 25–27. (In Russ.)
9. Chernobaj L.P., Chernobaj O.L. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*, 2014, No. 2 (18), pp. 175–187. (In Russ.)
10. Kuznecov B.A. *Biotekhnicheskie meropriyatiya v ohotnich'em hozyajstve* (Biotechnical measures in the hunting economy), Moscow, 1974, 220 p.
11. Danilkin A.A., Ostanin V.A., Strekalovskih V.A. *Ohota i ohotnich'e hozyajstvo*, 1999, No. 2, pp. 1–3. (In Russ.)
12. Dezhkin V.V. *Nauchnye osnovy racional'nogo ispol'zovaniya, ohrany i vosпроизводства resursov ohotnich'ih zhivotnyh*, Extended abstract of Doctor's thesis, Moscow, 1989, 57 p.



ДОСТИЖЕНИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ

УДК 619:614.31

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-73–79

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ИНАКТИВАЦИИ *SALMONELLA* READING

¹В.С. Черепушкина, младший научный сотрудник

²Л.Н. Стацевич, кандидат биологических наук, доцент

²О.С. Козлова, преподаватель

³В.Н. Афонюшкин, кандидат биологических наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии РАН

²Новосибирский государственный аграрный университет

³Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН

E-mail: loi-2005@yandex.ru

Ключевые слова: сальмонеллы, белки теплового шока, термотолерантность, температурная инактивация сальмонелл, *Salmonella* reading, птицеводство.

Реферат. По заключению экспертов Всемирной организации здравоохранения, сальмонеллез как зооантропонозная инфекция не имеет себе равных по сложности эпизоотологии, эпидемиологии и трудностям борьбы с ним [1] и характеризуется значительными уровнями спорадической и вспышечной заболеваемости населения [2]. Продукты птицеводства (яйца и мясо птицы) по-прежнему являются основными факторами передачи инфекции человеку [2]. Наличие сальмонелл в мясной продукции не допускается как в странах Европейского Союза, так и в Российской Федерации [3, 4]. В связи с этим важным является осуществление микробиологического контроля ввозимых и хранящихся в хозяйстве комбикормов и кормовых ингредиентов, а также воды, используемой для поения птицы. Кормление птицы должно осуществляться комбикормами, прошедшими термообработку (гранулированные корма). Поскольку сальмонеллы – широко представленный вид микроорганизмов, обитающих в разнообразных видах животных, птиц и насекомых, данный факт подразумевает широкий диапазон условий термоинактивации разных их штаммов. Цель исследования – изучить режимы термоинактивации сальмонелл и оценить влияние теплового шока на адаптивность сальмонелл к высоким температурам. Нами была протестирована термочувствительность изолятов сальмонелл, выделенных из различных проб биоматериала на одной из птицефабрик РФ. Был установлен факт значительно повышения термотолерантности сальмонелл после предварительного 40-минутного прогрева при 42 °С. Культуры сальмонелл после предварительной инкубации выживали при нагреве в течение 5 мин и температуре 53,51±2,00 °С. Сравнительный анализ динамических рядов, описывающих зависимость между наличием предварительного нагрева культур сальмонелл, до температуры тела птицы (42 °С) позволяет говорить об увеличении термотолерантности сальмонелл после предварительного нагрева при широком диапазоне времени экспозиции.

Для осуществления всего спектра профилактических мероприятий и мер борьбы с сальмонеллезом на птицеводческих фермах важно знать температуру инактивации возбудителей и учитывать возможность быстрой адаптации бактерий к высокой температуре.

У птиц в просвете пищеварительного канала всегда присутствуют патогенные формы, такие как *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* и другие группы микроорганизмов в малых концентрациях [5]. При снижении иммунитета, нарушении условий содержания, стрессовых факторах условно-патогенная и патогенная микрофлора начинает получать конкурентное преимущество.

Находясь в желудочно-кишечном тракте, сальмонеллы часто не вызывают клинических симптомов заболевания, но впоследствии они могут контаминировать тушки при ошпаривании, удалении оперения, потрошении и охлаждении [6]. Содержание микрофлоры в воде шпательных чанов увеличивается в десятки и сотни раз через 3–4 ч работы [7].

Бактерии могут быть занесены при транспортировке кормовых составляющих, особенно белковых шротов животного и растительного происхождения, во время их производства и хранения [9].

Птицеводческое предприятие должно стремиться сводить к минимуму риски заражения кормов, поступающего сырья с целью предотвращения заноса (ввоза) возбудителя инфекции [10]. Поскольку сальмонеллы – широко представленный вид микроорганизмов, обитающих в разнообразных видах животных, птиц и насекомых, данный факт подразумевает широкий диапазон условий термоинактивации разных их штаммов.

Действие различных неблагоприятных факторов на популяции бактерий вызывает состояние стресса, которое способствует синтезу стрессорных белков, в частности белков теплового шока (Heat shock proteins – Hsps). Сходство аминокислотной последовательности (гомология) некоторых из них у самых различных организмов от бактерий до человека говорит об их высокой консервативности и эволюции, которая характерна для жизненно важных белков. Их образование запускает механизмы адаптации к неблагоприятным воздействиям, позволяющие организмам выжить [11–13].

Представляет интерес тот феномен, что температура тела птицы достаточна для активации белков теплового шока у бактерий сем. Enterobacteriaceae, что, в свою очередь, должно повышать устойчивость к широкому спектру неблагоприятных факторов. Так, например, известно, что, прогрев клеток при 45 °C уменьшает их чувствительность к последующему воздействию при 54 °C [14].

Цель исследования – изучить режимы термоинактивации *Salmonella reading* и оценить влияние теплового шока на адаптивность сальмонелл к высоким температурам.

Для реализации поставленной цели нами была протестирована термочувствительность изолятов сальмонелл, выделенных из различных проб биоматериала на одной из птицефабрик РФ (табл. 1) и депонированных в коллекции микроорганизмов ИХБФМ СО РАН.

Таблица 1

Список культур микроорганизмов, используемых в экспериментах

№ п/п	Номер культуры	Источник изоляции	Серотип
1	341	Пух с выводного шкафа	<i>S. reading</i>
2	3927	Инкубационное яйцо, пт. 81/3	<i>S. reading</i>
3	3936	Крыло–локтевая часть, пт. 14/2	<i>S. reading</i>
4	2619	Содержимое слепых кишок (убой), пт. 72/3	<i>S. reading</i>
5	633	Селезенка (убой), пт. 77/4	<i>S. reading</i>
6	635-639	Содержимое желточного мешка, пт. 73/3	<i>S. reading</i>

Перед экспериментом культуры выращивали при температуре 25 °C 18 ч с использованием твердой питательной среды LB (Lysogeny broth). Для имитации температуры тела птицы одну часть культур сальмонелл помещали в микротермостат на 40 мин при температуре 42 °C. Другую часть культур оставляли при комнатной температуре (25 °C) в качестве контроля.

Затем все культуры исследуемых микроорганизмов ресуспендировали до 0,5 ед McFarland (1,5·10⁸ КОЕ/мл) и вносили в лунки микропланшета в объеме 50 мкл для тестирования термотолерантности.

Различные режимы термоинактивации создавали с использованием программируемого термощиклера «Реалтайм-амплификатор CFX» (Ltd Bio-Rad Laboratory) с использованием функции температурного градиента в термоблоке данного прибора. После предварительной инкубации были выбраны следующие временные режимы термоинактивации: 5 мин, 3 мин и 10 с.

После термоинактивации осуществляли проверку стерильности каждого температурного режима путем посевов культур сальмонелл на агар Эндо и в селективно-накопительной среде RVS (среда Раппапорта-Вассилиадиса) и культивирования в термостате 24 ч при 37 °C. Рост микроорганизмов на дифференциально-диагностической среде Эндо оценивали визуально — колонии сальмонелл бледно-розовые, 1–2 мм в диаметре, а в RVS — оценивая степень помутнения и изменения цвета среды. Для определения режима термоинактивации культур *Salmonella reading* регистрировали прекращение их роста на питательных средах.

Статистическую обработку полученных данных проводили методами вариационной и непараметрической статистики. Полученные зависимости описывали с использованием полиномиальной функции с помощью программы MS Excel. Статистическую значимость различий оценивали по Вилкоксоу и Манну-Уитни.

Микроорганизмы в природе редко находятся в оптимальных условиях, чаще всего жизнь микробов протекает при несбалансированности элементов питания и при неблагоприятных физико-химических условиях, к которым бактерии могут адаптироваться. Разные способы приготовления кормов для сельскохозяйственной птицы предусматривают использование высокотемпературных режимов обработки, при которой микробная обсеменённость снижается. Однако на этапе охлаждения кормовой смеси, за счёт увеличения влажности, повышается риск реконтаминации корма сальмонеллами, которые, возможно, могут становиться более устойчивыми к воздействию высоких температур.

После проведения исследования на термочувствительность нами была осуществлена оценка интенсивности роста *Salmonella reading*, полученной с пуха из выводного шкафа, инкубационного яйца, локтевой части крыла, а также из внутренних органов (содержимое слепых кишок, селезенка и содержимое желточного мешка) на дифференциально-диагностической среде Эндо и селективно-накопительной среде RVS.

Рост сальмонелл после термоинактивации на агаре Эндо сопровождался появлением бледно-розовых колоний. Рост сальмонелл в жидкой среде RVS вызывал ее помутнение. Было выяснено, что протестированные культуры сальмонелл (см. табл. 1), предварительно инкубированные при температуре 25 °C, прекращали рост на среде Эндо после 5-минутного прогрева при температуре 49,08±0,80 °C.

Наибольший интерес представляет факт значительного повышения термотолерантности сальмонелл после предварительного 40-минутного прогрева при 42 °C. Культуры сальмонелл после предварительной инкубации выживали при нагреве в течение 5 мин до температуры 53,51±2,00 °C (табл. 2), тогда как микроорганизмы, инкубированные при температуре 25 °C, прекращали рост при 49,08±2,07 °C. Различия были статистически значимыми по Манну-Уитни (P<0,01).

Нагрев культур сальмонелл в течение 3 мин независимо от температуры предварительной инкубации обеспечивал прекращение их роста при температуре 52,6±0,00 °C (P>0,05).

Нагрев в течение 10 с сальмонелл, предварительно культивируемых только при комнатной температуре, показал их инактивацию при температуре $62,80 \pm 1,86$ °C. Предварительный прогрев сальмонелл до температуры тела кур сопровождался статистически значимым повышением минимальной температуры термоинактивации до $67,7$ °C ($P < 0,05$) (см. табл. 2).

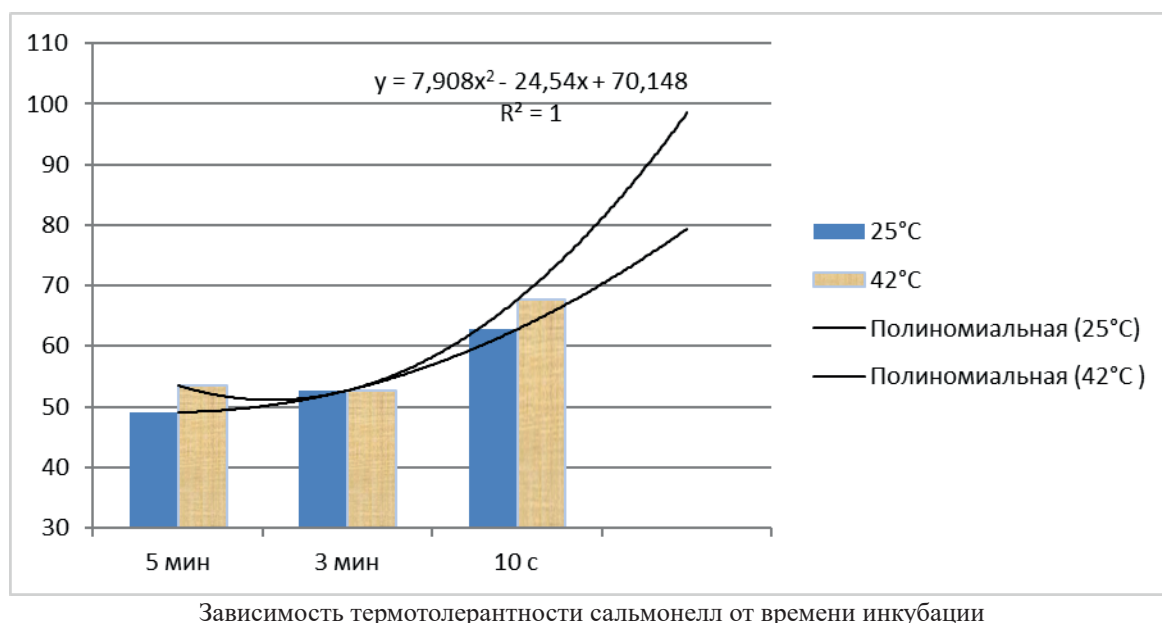
Таблица 2

Средние значения по времени инактивации *Salmonella reading* ($M \pm SD$)

Режим термоинактивации (время)	Температура предварительной инкубации	
	25 °C	42 °C
5 мин	$49,08 \pm 2,07$	$53,51 \pm 2,00^{**}$
3 мин	$52,60 \pm 0,00$	$52,60 \pm 0,00$
10 с	$62,80 \pm 1,86$	$67,70 \pm 4,96^{*}$

* Различия в зоне неопределенности ($P < 0,05$), ** различия существенны ($P < 0,01$).

Действие неблагоприятных факторов на микробные клетки приводит к активности соединений, наиболее известными из которых являются белки теплового шока, появляющиеся под воздействием высокой температуры. У патогенных микроорганизмов они могут действовать как факторы вирулентности, выполняют роль шаперонов, блокируя образование третичной и четвертичной структуры вновь синтезируемых белков. Эти протеины участвуют в формировании правильной трехмерной конформации вновь синтезированных полипептидов, поддерживают функциональную активность внутриклеточных белков и элиминацию поврежденных белковых форм, а также обеспечивают транспорт протеинов через клеточные мембраны, процессы ассоциации-диссоциации внутриклеточных надмолекулярных комплексов, защиту белков от агрегации. Кроме этого, белки теплового шока обладают анти- и проапоптотической функцией.



Можно предположить, что белки теплового шока позволяют сальмонеллам после предварительной инкубации сохранять рост при нагреве в течение 5 мин до температуры $53,51 \pm 2,00$ °C.

Учитывая вышеизложенное, возможно предположить, что при изготовлении кормов создаются условия, сопровождающиеся действием высоких температур на микроорганизмы, в результате чего повышается дальнейшая их устойчивость к подобному влиянию.

Как следует из графика (рисунок), сокращение длительности нагрева может резко повысить термотолерантность сальмонелл (по результатам экстраполяции на основании формулы, отраженной в диаграмме), до значений, близких, например, к температуре грануляции кормов.

Сравнительный анализ динамических рядов, описывающих зависимость между термотолерантностью и предварительным нагревом культур сальмонелл до температуры тела птицы (42 °С) по методу Вилкоксона (вычисление парного критерия Т), позволяет говорить об увеличении термотолерантности сальмонелл после предварительного нагрева при широком диапазоне времени экспозиции ($T_{\text{эмп}} < T_{\text{кр}}$, $P < 0,01$).

Полученные данные позволяют предполагать, что сокращение экспозиции нагрева должно усиливать негативное влияние предварительного нагрева сальмонелл, на термотолерантность.

По данным П. Сурай, Т.И. Фотиной «...корм является одним из основных поставщиков сальмонеллы в пищевую цепь. Если кормовая масса представляет собой продукт переработки растительного сырья, то в неё в значительной мере переходит эпифитная микрофлора сырья, а также микроорганизмы, находящиеся на оборудовании для переработки, в цехах, складских помещениях. При этом сальмонелла очень часто обнаруживается в комбикормах, даже в тех, которые подверглись термической обработке. Сальмонеллы в кормах могут быть защищены жиром и при этом могут вызывать инфекцию при попадании в организм в маленьком количестве. При этом инфекционная доза сальмонелл может быть очень низкой, если организм находится в условиях стресса. Например, у молодняка птиц инфекционная доза сальмонеллы может составлять менее одной колонии на 1 г корма. Существует тесная связь между контаминацией кормовых ингредиентов или же комбикормовых заводов сальмонеллой и инфекцией с теми же самыми серовариантами у цыплят, индеек, поросят и КРС...» [15].

Возможное содержание сальмонелл в кормовых составляющих предъявляет повышенные требования к вопросам безопасности на всех этапах технологического процесса изготовления кормов. По данным ряда авторов [9, 15, 16], термическая обработка обычно используется во время кондиционирования, гранулирования или экструдирования корма и считается эффективным способом борьбы с микробами в кормовых компонентах или комбикормах. Анализ исследований, проведённый А.К. Берг, свидетельствует о том, что «...нагревание корма до 80–85 °С на 1 минуту может уничтожить сальмонеллу. При этом этот процесс зависит от уровня контаминации и выбранной температуры. Тепловая обработка более чем на 30 секунд до 75 °С позволяет сократить заражение сальмонеллой до 3 log...» [17].

Большая теплоемкость технологического оборудования подразумевает медленный нагрев, в том числе нагрев до температур, не подавляющих метаболизм сальмонелл, что может активировать их защитные механизмы. Повышение скорости нагрева технологического оборудования создает предпосылки для снижения максимальной температуры нагрева, а значит, уменьшает риски высушивания остатков кормовых масс и понижает их теплопроводность (за счет которой также может увеличиться выживаемость сальмонелл).

Наибольшую проблему представляет относительно низкая теплопроводность сухого корма, налипшего на шнеки, что обеспечивает теплоперенос в основном за счет инфракрасного излучения с нагретого металла. Представляется перспективной стерилизация линий кормораздачи нагретым паром ввиду его высокой теплопроводности и текучести с последующей сушкой горячим воздухом (что будет экономичнее в сравнении с электронагревом, если использовать природный газ в качестве источника энергии).

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы.

1. Сальмонеллы, попавшие в организм птицы (голубей, кур) с температурой выше 40 °С, активируют собственные механизмы адаптации к тепловому шоку, что может способствовать их выживанию при температурной инактивации кормов.

2. После 5-минутного прогрева в термостате рост культур *Salmonella reading*, предварительно культивированных при комнатной температуре 25 °С, прекращался при температуре 49,08±0,80 °С, а культур, предварительно прогретых при температуре 42 °С, – при 53,51±2,00 °С.

3. Нагрев культур *Salmonella reading* в течение 3 мин прекращал рост микроорганизмов при 52,6±0,00 °С независимо от температуры их инкубации.

4. Культуры *Salmonella reading*, предварительно проинкубированные при комнатной температуре 25 °С, при нагреве в течение 10 с прекращали рост при температурах выше 62,80±1,86 °С.

5. У культур *Salmonella reading*, предварительно прогретых при температуре 42 °С, температура инаktivации после 10-секундного температурного воздействия составила 67,70±4,96 °С.

6. Сокращение длительности нагрева может резко повысить термотолерантность *Salmonella reading*.

Работа выполнена при частичной поддержке ПФНИ ГАН (2013–2020), VI.55.1.1 «Биология бактериально-вирусных сообществ» (2017–2020 гг.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рождественская Т.Н., Яковлев С.С., Кононенко Е.В. Профилактика сальмонеллеза птиц // Farm Animals. – 2012. – № 1. – С. 54–56.
2. Шубин Ф.Н., Соловьева А.С., Радкевич М.А. Динамика заболеваемости населения Приморского края на фоне начального этапа вакцинации кур против сальмонеллеза на бройлерной птицефабрике // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2017. – № 5 (72). – С. 5–10.
3. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 06.11.2001.
4. World Health organization (WHO). Control of Salmonellosis // Part Played by Veterinary Science and Nutrition Hygiene. – 11–12 June 1991. – Geneva, Switzerland: WHO, 1991. – (WHO/CDD/SER/91.14) – P. 436–437.
5. Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А. Здоровый микробиом кур // Ценовик. Сельскохозяйственное обозрение. – 2018. – № 8. – С. 44–52.
6. Профилактика сальмонеллеза при выращивании и переработке птицы / А.Н. Панин, А.В. Куликовский, А.Д. Давлеев, П.П. Сорокин // Птица и птицепродукты. – 2010. – № 6. – С. 37–41.
7. Зараженность сальмонеллами продукции птицеводства / Е.О. Чугунова, Н.А. Татарникова, Т.С. Прохорова, О.Г. Мауль / [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15850> (дата обращения: 10.03.2021).
8. Плотникова Е.М. Индикация факторов вирулентности энтеробактерий, дифференциальная диагностика эшерихиоза птиц: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – М., 2014. – 24 с.
9. Соболева О.М., Колосова М.М., Филипович Л.А. Микробиологическая контаминация кормов и электрофизический метод ее снижения // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 12. – С. 50–52.
10. Пименов Н.В., Лашиевцев А.И. Современные методы эпизоотического и эпидемиологического мониторинга в птицеводческой отрасли на примере сальмонеллезной инфекции // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. – 2017. – № 64. – С. 257–269.
11. Кулаева О.Н. Белки теплового шока и устойчивость растений к стрессу // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 2. – С. 5–13.
12. Кайгородова Е.В. Молекулярные механизмы регуляторного влияния белков теплового шока на апоптоз опухолевых клеток: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Томск, 2012. – С. 3.
13. Arya R., Mallik M., Lakhota S.C. Heat shock genes integrating cell survival and death // J. Biosci. – 2007. – Vol. 32, N 3. – P. 595–610.

14. Баснакьян И.А. Стресс у бактерий. – М.: Медицина, 2003. – 136 с.
15. Сурай П., Фотина Т.И. Сальмонелла в пищевой цепи – есть ли свет в конце тоннеля? [Электронный ресурс] // Безопасность кормов. – Режим доступа: <http://agro.press/storage/journal/76/parts/1027/893f19ba9b67c0ca4fa4907196e95189.pdf> (дата обращения: 10.03.2021).
16. Соболева О.М., Колосова М.М., Филипович Л.А. Микробиологическая контаминация кормов и электрофизический метод ее снижения // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 12. – С. 50–52.
17. Берг А.К. Борьба с патогенными микроорганизмами в кормах: новая эффективная возможность сохранить безопасность кормов и продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dairynews.ru/news/borba-s-patogennymi-mikroorganizmami-v-kormakh-nov.html> (дата обращения: 21.03.2021).

REFERENCES

1. Rozhdestvenskaya T.N., Yakovlev S.S., Kononenko E.V., *Farm Animals*, 2012, No. 1, pp. 54–56. (In Russ.)
2. Shubin F.N., Solov'eva A.S., Radkevich M.A., *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka*, 2017, No. 5 (72), pp. 5–10. (In Russ.)
3. *SanPiN 2.3.2.1078-01*, November 06, 2001.
4. World Health organization (WHO). Control of Salmonellosis, *Part Played by Veterinary Science and Nutrition Hygiene*, 11–12 June, 1991, Geneva, Switzerland: WHO, 1991, (WHO/CDD/SER/91.14), P. 436–437.
5. Laptev G.Yu., Jyldyrym E.A., Il'ina L.A., *Cenovik*. 2018, No. 8, pp. 44–52. (In Russ.)
6. Panin A.N., Kulikovskij A.V., Davleev A.D., Sorokin P.P., *Ptica i pticeprodukty*, 2010, No. 6, pp. 37–41. (In Russ.)
7. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15850> (March 10, 2021)
8. Plotnikova E.M. *Indikatsiya faktorov virulentnosti enterobakterij, differencial'naya diagnostika esherihiozaptic* (Indication of enterobacteria virulence factors, differential diagnosis of avian escherichiosis), Extended abstract of candidate's thesis, Moscow, 2014, 24 p. (In Russ.)
9. Soboleva O.M., Kolosova M.M., Filipovich L.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, Vol. 32, No. 12, pp. 50–52. (In Russ.)
10. Pimenov N.V., Laishevcev A.I., *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 2017, No. 64, pp. 257–269. (In Russ.)
11. Kulaeva O.N. Belki teplovogo shoka i ustojchivost' rastenij k stressu // *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*, 1997, No. 2, pp. 5–13. (In Russ.)
12. Kajgorodova E.V. *Molekulyarnye mekhanizmy reguljatornogo vliyaniya belkov teplovogo shoka na apoptoz opuholevyh kletok* (Molecular mechanisms of the regulatory effect of heat shock proteins on tumor cell apoptosis), Extended abstract of Doctor's thesis, Tomsk, 2012, p. 3. (In Russ.)
13. Arya R., Mallik M., Lakhota S.C., Heat shock genes integrating cell survival and death, *J. Biosci*, 2007, Vol. 32, No. 3, P. 595–610.
14. Basnak'yan I.A. *Stress u bakterij* (Stress in bacteria), Moscow, Medicina, 2003, 136 p.
15. Suraj P., Fotina T.I., *Bezopasnost' kormov*, <http://agro.press/storage/journal/76/parts/1027/893f19ba9b67c0ca4fa4907196e95189.pdf> (March 10, 2021)
16. Soboleva O.M., Kolosova M.M., Filipovich L.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, Vol. 32, No. 12, pp. 50–52. (In Russ.)
17. Berg A.K. Bor'ba s patogennymi mikroorganizmami v kormah: novaya effektivnaya vozmozhnost' sohranit' bezopasnost' kormov i produktov, <https://www.dairynews.ru/news/borba-s-patogennymi-mikroorganizmami-v-kormakh-nov.html> (March 21, 2021)



ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ, КОРМЛЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕТЕРИНАРНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ПРОДУКТИВНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 636.4:575.174:591.4

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-80-94

ГЕТЕРОГЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ И АДАПТАЦИЯ К ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ ДОМАШНИХ СВИНЕЙ: ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ

¹С.П. Князев, кандидат биологических наук, доцент

²С.В. Никитин, кандидат биологических наук

¹В.И. Ермолаев, доктор биологических наук

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Институт цитологии и генетики СО РАН

E-mail: knyser@rambler.ru

Ключевые слова: домашние свиньи, популяции, гетерогенность, внутрипородная дифференциация, стандартизирующий отбор, адаптация к технологии содержания.

Реферат. Проведён анализ результатов исследований популяций домашних свиней за 25-летний период, что позволило рассмотреть ряд положений о роли естественных процессов и стандартизирующего отбора при адаптации популяций к технологическим условиям. Показано, что формирование межпопуляционных различий является результатом естественных генетико-стохастических процессов, а внутрипопуляционные различия (между линиями и семействами) обусловлены соответственно полиморфизмом генов Y-хромосомы и митохондриальной ДНК. Полиморфизм генетических маркеров в популяциях домашних свиней является следствием проводимых человеком скрещиваний при формировании современных пород, но сам набор этих маркеров в каждой породе и популяции изначально случаен. Ассоциации генетических маркеров в популяциях оказываются результатом независимых процессов: естественного догаметного отбора хромосом (на стадии гаметогенеза) и искусственного стандартизирующего отбора. Обнаружено, что частота носителей эндогенных ретровирусов PERV в популяциях свиней связана с условиями внешней среды и отражает уровень благополучия популяции. Построена модель связи гомо- и гетерозиготности популяции свиней с вариацией количественных признаков: развитие гетерозигот может быть нестабильным ввиду наличия у них большего числа степеней свободы при реализации фенотипа. Гены локусов, которые формируют генотипы, соответствующие определению: «генотипу соответствует множество фенотипов, а фенотипу соответствует множество генотипов», названы авторами «генами адаптации». Вклад стандартизирующего отбора растёт по мере прогресса породообразования, при этом увеличивается гетерогенность. Доместикационная часть генома *Sus scrofa* состоит из консервативной гомозиготной базовой части и зависимой от условий среды гетерозиготной «надстройки». Поэтому в популяциях современных «коммерческих» пород свиней сформированы, на первый взгляд, парадоксальные генетические компанды, обеспечивающие необходимый адаптационный потенциал. Так, в локусах, регулирующих онто-

генез, в гетерозиготном состоянии сохраняются рецессивные аллели, детерминирующие низкую скорость роста, – из-за повышенной приспособленности гетерозигот, у которых аллели, увеличивающие эмбриональную смертность, являются оптимизаторами желательной величины помёта.

Стандартизирующий отбор, в сущности, такой же фактор окружающей среды, как и все прочие, контролируемые и не контролируемые человеком. Сочетание особенностей, присущее популяциям продуктивных животных, имеет генетическую структуру, принципиально отличную от панмиктической модели, опирающейся на постулат о случайности скрещиваний. Генетическая структура популяций продуктивных животных основана на неслучайности скрещиваний, на взаимодействиях стандартизирующего отбора с адаптацией к технологическим условиям и на подразделённости на линии и семейства, что кардинально отличает их от популяций диких и лабораторных животных. Следует принять как данность, что современные породы являются «искусственными» образованиями, в которых фено- и генофонд контролирует, в первую очередь, человек, а не природные и случайные факторы или процессы [1]. Популяции домашних животных являются совокупностями особей domestikированной формы какого-либо вида, фенотипическая однородность и генотипическая структура которых формируются стандартизирующим отбором [2] и адаптацией к условиям внешней среды [3]. В рамках данной концепции популяции – это группы относительно родственных особей, фенотипически сходных, но генотипически разнообразных [1].

В современном свиноводстве животные на промышленных комплексах большую часть своей жизни проводят в специально оборудованных помещениях, поэтому адаптация к технологии содержания имеет большее значение, чем к природно-климатическому окружению, влиявшему на свиней в экстенсивном прошлом. Генетическая структура популяций домашних свиней представляет собой взаимодействие и компромисс между требованиями стандартизирующего отбора и адаптацией к конкретным технологическим условиям. Это означает, что в разных технологических условиях одни и те же стандартные значения признаков формируют адаптивные генотипы, наиболее соответствующие этим условиям. Следовательно, при различной технологии содержания популяции одной породы при внешнем фенотипическом сходстве будут различаться генотипически. Таким образом, наряду со стандартизирующим отбором, разнообразие технологий содержания эффективно способствует формированию межгруппового генетического разнообразия и, соответственно, более быстрой генетической (но не фенотипической) дифференциации популяций, чем это могут обеспечить случайные генетико-стохастические процессы. Нормальное существование и сохранение комплекса отличительных признаков для современных пород возможно только в условиях стандартизирующего отбора. В сущности, эти породы можно рассматривать как совокупности отобранных человеком генотипов, сходных по проявлению ряда признаков и адаптированных к определённым технологическим условиям. Изменение генофонда таких пород оказывается следствием изменения технологии их содержания и (или) векторов стандартизирующего отбора. В совокупности эти процессы обеспечивают резерв изменчивости, способный при селекции обеспечить процветание и прогресс породы.

Целью настоящей статьи является обобщение результатов проведённых авторами многолетних исследований и выявление основных компонент, участвующих в формировании внутри- и межгрупповой гетерогенности домашних свиней.

Для анализа использованы результаты многолетних исследований нескольких тысяч свиней разных пород и подвидов диких кабанов, материалы которых опубликованы авторами в статьях и монографиях с 1994 по 2020 г. [1–10]. На основании этих результатов были проведены обобщения и предложены гипотезы о механизмах процессов, происходящих в популяциях сельскохозяйственных животных.

Кроме того, для изучения на популяциях коммерческих продуктивных пород выявленного среди лабораторных мини-свиней эффекта влияния Y-хромосомы на скорость пренатального роста [11] были исследованы происхождение и показатели роста свиней кемеровской породы [12]. Для этого изучены материалы зоотехнического учёта 384 хряков и 1230 свиноматок племенного завода «Юргинский» (Кемеровская область). Анализ родословных позволил среди них выделить 240 хряков как носителей Y-хромосом беркширских хряков-родоначальников кемеровской породы [13]. Поэтому мы их объединили в группу Y_B . Остальные 144 хряка, как оказалось, по прямой мужской линии родословных происходили от родоначальников крупной белой, сибирской северной и сибирской черно-пёстрой пород. Эта группа хряков обозначена как Y_L . Среди исследованных кемеровских свиноматок носителями митохондриальной ДНК беркширской породы оказались 170 особей, объединённые в группу m-B. Остальные 1060 свиноматок происходят от помесей местных сибирских свиней с крупной белой породой – их определили в группу m-A. Это структурирование исследованных кемеровских свиней позволило провести анализ их биологических и хозяйственно важных особенностей в зависимости от наличия в их геноме хромосом, унаследованных от определенных пород-родоначальников. Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами [14].

Проводившиеся нами независимые исследования показывают, что причины различий между породами и внутривидовыми популяциями (межпопуляционные) и между линиями и семействами (внутрипопуляционные) различны. Различия популяций по встречаемости и частотам различных генетических маркеров является результатом генетико-стохастических процессов [6]. Различия между линиями хряков и между семействами свиноматок обусловлены генами Y-хромосомы у хряков и митохондриальной ДНК (m-ДНК) у свиноматок. Таким образом, генеалогическое разнообразие хряков и свиноматок отражает полиморфизм этих генов, а различия между генеалогическими группами являются следствием данного полиморфизма. Первое подтверждение существования полиморфизма генов Y-хромосомы было сделано нами в 2007 г. на представительных выборках свиней разных пород [15]. Значительно позднее авторы в содружестве с коллективом коллег [11] в селекционной группе мини-свиней ИЦиГ СО РАН выявили достоверное различие по массе поросят при рождении между потомками хряков-носителей азиатского и европейского вариантов Y-хромосомы. Анализ, результаты которого излагаются в настоящей статье, является продолжением этого исследования.

В табл. 1 приведены статистические итоги определения влияния Y-хромосом и m-ДНК разного происхождения на воспроизводительные признаки свиней кемеровской породы. Оказалось, что генетический материал Y-хромосом и m-ДНК достоверно влияет на шесть из семи исследованных признаков (недостоверными были только различия по средней массе потомка на 21-й день от рождения; для свиноматок недостоверны также различия по сохранности их потомков на 21-й и 60-й день).

Интересно, что в кемеровской породе носители Y-хромосом предковой для них беркширской породы по всем показателям, включая и среднюю массу потомка на 21-й день, превышали хряков с альтернативной Y-хромосомой, полученной ими от родоначальников других пород, использованных при выведении кемеровских свиней. У свиноматок в племязаводе «Юргинский» картина оказалась противоположной. Все показатели, кроме средней массы потомка на 21-й день, у носительниц беркширской m-ДНК были ниже, чем у носительниц m-ДНК другого происхождения (от крупной белой и от сибирских свиней).

Таблица 1
Различия по некоторым признакам репродуктивной функции между носителями и неносителями генетического материала беркширской породы у свиней кемеровской породы племенного завода «Юргинский»

Признак	Сравниваемые группы хряков				Сравниваемые группы свиноматок			
	Y _B		Y _L		m-B		m-A	
	N	$\bar{X} \pm s_x$	N	$\bar{X} \pm s_x$	N	$\bar{X} \pm s_x$	N	$\bar{X} \pm s_x$
Многоплодие	1943	10,18±0,05	974	9,83±0,07	365	9,67±0,12	2776	10,11±0,04
Молочность	1577	52,02±0,23	814	50,03±0,34	227	50,09±0,60	2167	51,47±0,20
Продолжительность использования	–	–	–	–	33	5,64±0,29	267	6,42±0,14
Живых потомков в гнезде	1667	9,97±0,05	869	9,53±0,07	251	9,44±0,15	2290	9,86±0,05
на 21-й день	1377	9,55±0,04	771	9,39±0,05	212	9,44±0,10	1940	9,50±0,04
на 60-й день	1584	8,97±0,04	848	8,79±0,06	266	8,81±0,10	2169	8,92±0,04
Средняя масса одного потомка на 21-й день	1577	5,23±0,04	814	5,18±0,05	227	5,21±0,09	2167	5,21±0,03

Примечание. Y_B – имеется Y-хромосома беркширской породы; Y_L – имеется Y-хромосома неберкширского происхождения; m-B – имеется митохондриальная ДНК беркширской породы; m-A – имеется m-ДНК иного происхождения; N – объём выборки; $\bar{X} \pm s_x$ – среднее арифметическое ± ошибка; t_φ – критерий Стьюдента; статистическая значимость соответственно *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, ^{нд} – недостаточно.

Таблица 2
Число аллелей с разной относительной приспособленностью у свиней кемеровской породы племенного завода «Юргинский»

Характеристика биологического действия аллелей	Число аллелей	Аллели	От общего числа аллелей, %
Повышает приспособленность	1	EAK ^{bf}	4,54
Устойчивая точка равновесия	9	EAE ^{uegm} , EAE ^{bdg} , EAE ^{edg} , EAF ^a , EAG ^a , EAK ^{ade} , EAL ^{bcgi} , EAL ^{bdji} , EAS ^s	40,91
Неустойчивая точка равновесия	3	EAD ^a , EAK ^{acf} , EAL ^{adhi}	13,64
Снижают приспособленность	9	EAA ^a , EAS ^a , EAE ^{uegil} , EAE ^{uegln} , EAE ^{uejfi} , EAH ^b , EAL ^{adhijk} , EAL ^{adhi} , EAM ^a	40,91

В целом результаты нашего исследования показывают, что полиморфизм по генетическому материалу, заключенному в Y-хромосомы, передающиеся по «отцовской» стороне родословных, и в митохондриальную m-ДНК, передаваемую по «женской» линии, действительно существует и влияет на ряд селекционно-значимых признаков у кемеровских свиней. Это обстоятельство особенно важно, поскольку среди селекционеров всё ещё распространено мнение, что внутри одного стада (как и в пределах породы), ввиду постоянного «перемешивания» аллелофонда, линии и семейства являются «пустой» формальностью и не обладают передаваемым в ряде поколений генетическим своеобразием. Наши исследования показывают, что линии и семейства отнюдь не формальности и отнюдь не «пустые», и реципрокные генеалогические ряды поколений получают, сохраняют и передают от предков к потомкам адаптационные комплексы генов, локализованных конкретно в мужских хромосомах и в митохондриальных молекулах ДНК.

Полиморфизм и гетерозиготность генетических маркеров у различных пород домашних свиней и подвидов дикого кабана неоднократно описаны в литературе [16–21]. Гетерозиготность является интегральным показателем генетического разнообразия популяции, отражающим результаты неслучайности скрещиваний, отбора, миграций, дрейфа генов, мутационного процесса и других факторов [22, 23]. Считается также, что гетерозиготность как таковая может служить адаптивным механизмом, обеспечивая приспособленность популяции в варьирующих условиях внешней среды [24, 25]. Полиморфизм генетических маркеров и соответственно гетерозиготность по ним у современных пород свиней можно рассматривать как остаточное явление [7, 21, 26], обусловленное скрещиванием различных диких и домашних форм *Sus scrofa* [27, 28].

Поэтому можно достаточно уверенно предположить, что набор аллелей различных локусов генетических маркеров в каждой породе и популяции этого вида большей частью случаен. Очевидно, что на начальной стадии формирования породы, когда требуется быстро получить однородную группу высокопродуктивных животных, существенное значение имеют неспецифические эффекты.

Их следствием, очевидно, и явилось, в частности, выявленное нами значительное число аллелей систем групп крови с устойчивой точкой равновесия у свиней кемеровской породы племзавода «Юргинский» [26]. Всего в генофонде этой популяции, «корневой» для всей кемеровской породы свиней, мы идентифицировали 22 аллеля в 11 генетических системах групп крови *EAA*, *EAC*, *EAD*, *EAE*, *EAF*, *EAG*, *EAH*, *EAK*, *EAL*, *EAM*, *EAS* (табл. 2). Из этих 22 аллелей повышал приспособленность только 1 (4,54 % от всех выявленных аллелей), тогда как понижали её 9 аллелей (40,91 %) и находились в состоянии равновесия остальные 12 аллелей (54,55 %). Таким образом, в генофонде популяции 1 аллель находился на стадии роста частоты, 9 – на стадии элиминации, 3 – в состоянии неустойчивого равновесия (приспособленность гетерозигот ниже приспособленности гомозигот) и 9 аллелей – в состоянии устойчивого равновесия (приспособленность гетерозигот выше приспособленности гомозигот).

При изучении популяций домашних и диких свиней неоднократно встречались ассоциации генетических маркеров, локализованных на разных хромосомах. Первоначально предполагалось, что это следствие искусственного и естественного отбора по сцепленным локусам селекционно-ценных признаков [5]. Позднее, в процессе углубленного анализа, была выдвинута гипотеза [1], постулирующая конкуренцию гомологичных хромосом в оогенезе (догаметный отбор), которая ведёт к образованию хромосомных комплексов, способных передаваться от матери потомкам как единое целое длительное время. Вполне вероятно, некоторые из положительных ассоциаций маркеров негомологичных хромосом у домашних свиней и комплексы аллотипов несцепленных локусов у диких кабанов [5, 21] могут маркировать фрагменты хромосомных блоков, формируемых догаметным отбором.

В межгрупповую гетерогенность свиней, несомненно, вносят свой вклад и эндогенные ретровирусы, в частности, *PERV* [29, 30]. Частоты носителей *PERV* зависят от условий существования животных: чем более гармонично сочетаются условия внешней среды с генотипом животных, тем ниже частота носителей *PERV* и насыщенность генома этими ретровирусами [30–32], которые наиболее редки у обитающих в естественных условиях диких кабанов и в породах современной европейской селекции, соблюдающей стандартные технологии свиноводства. Напротив, наибольшая встречаемость носителей *PERV* и наибольшее число повторностей ретровируса обнаружены нами в геноме мини-свиней ИЦиГ СО РАН, селекция которых проходила в весьма суровых условиях [33].

Весьма интересным представляется вопрос о том, обусловлены ли эти различия действием условий среды, способствующей репликации и распространению бесполезного ретровируса, или это естественный атрибут процесса адаптации к условиям, в которых ретровирус играет полезную роль. Ответ на этот вопрос, мы надеемся, будет найден со временем, а пока частота носителей *PERV* в популяции может служить своеобразным индикатором её соответствия условиям среды обитания [34].

Нами была разработана и экспериментально подтверждена модель влияния гетерозиготности по генам, контролирующим количественные признаки свиней, на их вариацию в фенотипах. Согласно модели [35], дисперсия признака у гомозигот является результатом взаимодействия данного аллеля с генетическим фоном популяции, а дисперсия признака у гетерозигот представляет сумму взаимодействий двух аллелей с этим генетическим фоном.

Развивая положения модели, в настоящей статье это можно представить как

$$\begin{cases} A_1A_2 \\ A_2A_2 \\ A_1A_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \sigma_{gm1}^2 = \sigma_{A2}^2 \\ \sigma_{gm2}^2 = \sigma_{A2}^2 \\ \sigma_{gt}^2 = L(\sigma_{A1}^2 + \sigma_{A2}^2), \end{cases}$$

где A_1 и A_2 – аллели гена, контролирующего признак; $\sigma_{gm1}^2, \sigma_{gm2}^2, \sigma_{gt}^2$ – дисперсии признака в генотипических классах; $\sigma_{A1}^2, \sigma_{A2}^2$ – дисперсии признака, обусловленные соответственно аллелями A_1 и A_2 ; $0 < L < 1$ – коэффициент сокращения дисперсии у гетерозигот, обусловленный совпадением действия аллелей, её составляющих.

Приняв равенство дисперсий признака у гомозигот ($\sigma_{gm1}^2 = \sigma_{gm2}^2$), упрощаем систему уравнений до

$$\begin{cases} \text{гомозиготы} \\ \text{гетерозиготы} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \sigma_{gm}^2 = \sigma_A^2 \\ \sigma_{gt}^2 = 2L\sigma_A^2 \end{cases}$$

где σ_A^2 – дисперсия, обусловленная взаимодействием отдельного аллеля с генетическим фоном популяции.

Модель постулирует некоторые зависимости, обусловленные отбором по жизнеспособности и стандартизацией: особи, адаптированные к условиям существования популяции, обладают оптимальной для них скоростью роста. Низкая приспособленность и пониженная жизнеспособность, напротив, сопровождают снижение скорости роста. Согласно нашей модели [35], гетерозиготы по сравнению с гомозиготами отличаются повышенной изменчивостью скорости роста. Следовательно, в классе гетерозигот повышены доли как медленно растущих, так и быстро растущих особей. В условиях отбора – естественного и искусственного стандартизирующего – особи с низкой скоростью роста имеют и низкую приспособленность. Поэтому в результате отбора по скорости роста распределение гетерозигот в популяции будет иметь положительную асимметрию: среднее значение признака увеличивается, а между гетерозиготностью и признаками скорости роста формируются положительные корреляции. Причём с возрастом эти явления будут усиливаться.

Данную модель мы применили также для описания различий между гомо- и гетерозиготами по стабильности развития [1]. Развивая это положение, представим, что в гене A существуют три генотипа диаллельного локуса: A_1A_1 , A_2A_2 и A_1A_2 , которые обозначим соответственно как G_1 , G_2 и G_{12} . Эти генотипы могут быть реализованы в виде одного из трёх фенотипов: P_1 , P_2 и P_{12} . Соответствие между генотипами и фенотипами следующее:

$$G_1 \rightarrow P_1, G_2 \rightarrow P_2 \text{ и } G_{12} \rightarrow \begin{cases} P_1 \\ P_2 \\ P_{12} \end{cases}$$

То есть, каждый из гомозиготных генотипов может быть реализован только в виде одного фенотипа (диапазона значений), тогда как гетерозиготный генотип способен реализоваться в виде любого из трёх возможных фенотипов. Таким образом, гомозиготы имеют детерминированный путь развития, тогда как свойственная гетерозиготам возможность «выбора» одного из трёх путей фенотипической реализации может стать основой для нестабильности развития. Представим путь фенотипической реализации гетерозиготного генотипа как последовательность точек, в каждой из которых происходит выбор фенотипа. Для гетерозигот число таких точек будет связано с уровнем стабильности развития. Гетерозигота с одной точкой выбора после определения реализуемого фенотипа будет стабильно развиваться по пути его реализации. Если же число точек выбора больше единицы и все они равноценны, то в разных точках векторы реализации могут быть направлены на разные фенотипы. Следовательно, до момента окончательного формирования признака особь будет неравномерно развиваться в направлении разных фенотипов, т.е. её развитие будет нестабильным. Путь фенотипической реализации особи со стабильным развитием можно представить как прямую линию, соединяющую генотип с фенотипом. Путь фенотипической реализации гетерозиготы с нестабильным развитием представляет собой ломаную линию с разной длиной составляющих её отрезков, векторы которых направлены на разные фенотипы. Так как направление развития особи в точках выбора изменяется, то чем больше этих точек находится на линии, соединяющей генотип с фенотипом, тем более нестабильным будет развитие особи. В целом стабильный путь развития оказывается более коротким и энергетически менее затратным – изменение векторов развития не только удлиняет путь фенотипической реализации, но и требует дополнительных затрат для ликвидации ненужных последствий движения по предыдущему вектору. Соответственно, особи с нестабильным развитием по селекционно-ценным показателям в среднем должны уступать особям со стабильным развитием. Однако даже при нестабильном развитии гетерозиготы всё равно будут иметь преимущество перед гомозиготами, так как, имея больше степеней свободы, будут лучше приспособлены к условиям среды, и в тех случаях, когда гомозигота погибнет или отстанет в росте и будет выбракована, гетерозигота имеет реальные шансы уцелеть.

Зависимость современных пород сельскохозяйственных животных от проводимых человеком селекционных и технологических мероприятий приводит к тому, что при ослаблении давления (или исчезновении) этих факторов заводская порода в течение относительно небольшого числа поколений претерпевает изменения, обратные прогрессивной эволюции, и возвращается к состоянию одной из архаичных форм – об этом убедительно сказано еще С.Н. Боголюбским в 1959 г. [36].

Высокая скорость деструктивного преобразования фенотипического облика созданной породы в случае прекращения целенаправленной селекции позволяет выдвинуть три взаимодополняющих положения:

1. Контролируемая человеком часть генофонда domesticiрованной популяции незначительна.

2. В контролируемую человеком часть генофонда входят главным образом локусы в гетерозиготном состоянии.

3. Рецессивные аллели, сохраняющиеся у гетерозигот, имеют адаптивные преимущества перед поддерживаемыми стандартизирующим отбором доминантными аллелями.

Эти положения обуславливают актуальность вопросов фенотипической реализации генотипа в виде конкретного значения детерминированного им признака. Такой процесс реализации признака можно представить, как последовательность событий на пути от генотипа к фенотипу, которые могут быть как случайными, так и зависимыми от внешних условий.

В рамках этой концепции весьма интересным признаком свиней является масса новорождённого поросёнка, поскольку её рост определяют как случайные факторы, так и обеспечиваемые технологиями условия среды развития особи [37, 38]. Масса новорождённого поросёнка относится к классу признаков, главная особенность которых состоит в том, что любой из формирующих его генотипов может быть реализован в виде любого из возможных значений – фенотипов. В свою очередь, любому из фенотипов будет соответствовать множество генотипов, т.е. для фенотипической реализации любого из генотипов доступным является весь диапазон биологически возможных значений признака. Как следствие, таким признакам присуща высокая чувствительность к внешним воздействиям и способность к адекватному и сходному для разных генотипов ответу. У этого класса признаков процесс фенотипической реализации генотипа имеет максимально возможное число степеней свободы; размах значений признака ограничен только условиями среды и биологическими возможностями вида. Изменение условий среды или векторов отбора приводит к изменению диапазона значений признака, который одинаков для всех генотипов, а реализованные фенотипы распределяются в диапазоне возможных значений случайным образом [10]. Следовательно, при одинаковом воздействии внешних условий разные генотипы по локусам, контролирующим признак, дают сходный фенотипический ответ на это воздействие. Примером такого воздействия может быть описанный нами у свиней «материнский эффект» [39, 40].

Таким образом, гены, отвечающие за формирование подобных признаков, можно рассматривать как гены приспособленности, обеспечивающие адаптацию организма к нестабильным условиям внешней среды, т.е. отвечающие за формирование диапазона нормы реакции организма на эти условия. Именно эти гены, чьи аллели формируют генотипы, соответствующие определению: «генотипу соответствует множество фенотипов (значений признака), а фенотипу соответствует множество генотипов», и являются «генами адаптации». Они составляют ту часть генофонда популяции, которая обеспечивает её устойчивость к изменениям окружающей среды и к смене векторов отбора, поскольку реализуемые ими фенотипы изменяются при изменении указанных параметров. Однако это означает только смену диапазона вариации, а не пропорциональное изменение реализуемых конкретными генотипами значений признака. Распределение реализованных фенотипов внутри диапазонов возможных значений – как прежнего, так и нового – будет случайным. Поэтому корреляция между фенотипами, реализованными одним и тем же генотипом в разных условиях, будет отсутствовать.

Стандартизирующий отбор не только формирует фенотипическое однообразие и генетическую гетерогенность породы. Он обеспечивает её прогресс. Стандартизация животных является отбором по фенотипу – для воспроизводства отбирают особей, у которых значения селекционируемых признаков лежат в диапазонах, определяемых стандартами породы. Так как эти значения могут реализовывать разные генотипы – как гомо-, так и гетерозиготные, – стандартизирующий отбор формирует совокупности животных, сходных внешне, но гетерогенных генотипически.

Вклад стандартизирующего отбора растёт пропорционально доместикационному прогрессу, одновременно увеличивая гетерогенность домашней формы. У свиней вида *Sus scrofa* L. этот процесс описывает следующая последовательность:

дикий кабан → **примитивная домашняя свинья** → **современная порода**

В этой последовательности стандартизирующий отбор у дикого кабана отсутствует, у примитивной домашней свиньи он меньше вклада климатических и географических факторов (у примитивных полудиких пород он может практически отсутствовать), у современных заводских пород вклад стандартизирующего отбора значительно больше вклада климатических и географических факторов. Аналогично растёт и генотипическое разнообразие, что показано при изучении полиморфизма систем групп крови в популяциях домашних и диких свиней. Минимальное аллельное разнообразие наблюдалось в популяциях диких кабанов, затем следуют аборигенные породы, а максимальное аллельное разнообразие присутствует у современных европейских пород [16].

Стандартизирующий отбор, выравнивая породу фенотипически, оптимизирует внутригрупповой генетический полиморфизм. Результатом этого процесса является то, что породы одного направления продуктивности, так же как и локальности одной породы, содержащиеся в разных технологических условиях, при внешнем фенотипическом сходстве могут различаться генотипически. Кстати, это может быть причиной гетерозиса при скрещивании животных разных пород одного направления продуктивности или при скрещивании животных одной породы из разных внутривидовых популяций.

Построим модель данного явления. Будем исходить из того, что у домашних свиней за крупные размеры отвечают доминантные, а за мелкие – рецессивные аллели [40]. Предположим, что родительские группы свиней имеют генотипы $A_1/A_1 \ a_2/a_2 \ \dots \ a_n/a_n$ и $a_1/a_1 \ a_2/a_2 \ \dots \ A_n/A_n$. Помеси первого поколения будут иметь генотип $A_1/a_1 \ a_2/a_2 \ \dots \ A_n/a_n$, т.е. вместо одного локуса с доминантным аллелем «крупных размеров» у них будет два таких локуса, и, естественно, они окажутся крупнее родителей [1], демонстрируя гетерозис как превышение потомков по размерам над обеими родительскими формами.

Наши исследования показали, что геном домашних свиней состоит из двух связанных с доместикацией частей – базовой и «надстройки» [41]. Первичной является базовая часть генома, которая сформировалась несколько тысяч лет тому назад как ответ на изменение условий существования при одомашнивании. Она сохранилась в явном виде у примитивных пород свиней, для которых характерна низкая продуктивность, сравнительно мало способная к повышению при улучшении условий кормления и содержания. «Надстройка» сформирована у селекционно «продвинутых» современных заводских пород как итог целенаправленного накопления селекционерами в большом ряду поколений домашних свиней генов, обуславливающих существенный прогресс продуктивности при совершенствовании технологических параметров свиноводства. У этих свиней базовая часть генома находится в скрытом, неэкспрессируемом виде, в «тени» надстройки, проявляясь при ухудшении отсутствии условий содержания и селекционных мероприятий. Надо полагать, что подобная устойчивость и консервативность части генома, составляющей его базовую доместикационную часть, может быть обусловлена гомозиготностью локусов, её контролирующих. «Надстройка» вторична, она появилась уже в новое время при создании современных заводских пород, для формирования которых было необходимо обильное, сбалансированное и полноценное кормление животных и соблюдение технологий содержания, выращивания, воспроизводства, а для сохранения комплекса хозяйственно важных породных признаков – непрерывный стандартизирующий отбор. В итоге заводские породы оказались полностью зависимы от этих параметров. В ненадлежащих условиях содержания «надстройка» переходит в состояние нереализованной возможности, а при отсутствии

стандартизирующего отбора разрушается, оставляя после себя только базовую часть доместикационного генома. Последнее – разрушение при отсутствии стандартизирующего отбора – указывает на высокую гетерозиготность «надстройки».

Следует заметить, что в условиях обязательного отбора по скорости роста носители аллелей, снижающих приспособленность, увеличивая раннюю эмбриональную смертность и, соответственно, уменьшая величину помёта, снижают конкуренцию между однопомётниками за материнский ресурс в подсосный период онтогенеза. Поскольку поросята из относительно немногочисленных помётов, как правило, растут быстрее, это и в дальнейшие периоды выращивания повышает их шансы на прохождение отбора в репродуктивное ядро.

Таким образом, снижающие эмбриональную жизнеспособность аллели параллельно могут повышать приспособленность гетерозиготных носителей, что и может быть причиной указанного в табл. 2 присутствия среди 22 аллелей у свиней племенного ядра кемеровской породы 9 аллелей, снижающих приспособленность [26]. Но проводимый человеком отбор требует соответствия породному стандарту не только самой особи, но и её потомства, поэтому подобные эффекты теоретически должны носить временный характер. Однако элиминация рецессивных аллелей, в том числе летальных и сублетальных – процесс длительный, учитывая их наличие в скрытом виде у гетерозигот, особенно если они повышают их конкурентоспособность. Продолжая оставаться в популяции в виде генетического груза, они являются своеобразным резервом на случай ухудшения условий содержания, когда высокое многоплодие становится излишне высоким. В таких случаях аллели, снижающие размер помёта (многоплодие), позволяют относительно быстро снизить его значение до уровня, оптимального в данных условиях. Носители таких аллелей гетерозиготны, поэтому при наступлении благоприятных изменений, уровень воспроизводства популяции достаточно быстро может восстановиться благодаря генотипическому расщеплению. Так как условия среды постоянно варьируют, будет варьировать и оптимальный для популяции уровень многоплодия, поддерживая в ней эти аллели, которые, возможно, являются атрибутом популяций многоплодных животных, будучи своего рода генами адаптации «быстрого реагирования» [26].

В свете рассмотренных вопросов адаптации и отбора нам представляется актуальным рассмотреть взаимоотношения этих двух явлений как процессов. Прежде всего, следует отметить, что отбор (и естественный, и искусственный) воздействует непосредственно не на генотипы или фенотипы, а на результаты взаимодействия генотипа со средой как процесса реализации генотипа в фенотип в условиях окружающей среды, т.е. процесса адаптации организма к этим условиям.

С эволюционной точки зрения, наиболее адаптированными к условиям окружающей среды следует считать особей, производящих более многочисленное, более жизнеспособное и более плодовитое потомство. В такой интерпретации адаптационного процесса отбор можно рассматривать как его завершающий этап: ведь если особь не оставила после себя плодovitых потомков, то её собственная способность к адаптации не имеет никакого эволюционного значения. Более того, когда высокие адаптационные свойства особей сочетаются с их репродуктивной несостоятельностью, их вклад в общую приспособленность популяции будет отрицательным, так как в борьбе за жизненно необходимые ресурсы они являются конкурентами репродуктивно успешных особей.

Применительно к сельскохозяйственным животным, завершающим в каждом поколении этап адаптации является стандартизирующий отбор. Несоответствие подвергаемой отбору особи комплексу стандартных селекционных требований означает для неё невозможность попадания в воспроизводящий состав, т.е. полностью обесценивает её индивидуальную приспособленность к условиям окружающей среды.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Стандартизирующий отбор параллельно с увеличением фенотипического единообразия увеличивает генотипическое разнообразие породы, создавая основу для её дальнейшего прогресса.
2. Разработанная модель показывает, что развитие гетерозигот может быть относительно нестабильным ввиду наличия большего числа степеней свободы при реализации в фенотип по сравнению с гомозиготами. Однако именно эта нестабильность развития придаёт гетерозиготам большую устойчивость в нестабильных, меняющихся условиях внешней среды.
3. Внутрипопуляционные различия между линиями и семействами одной и той же породы по селекционно значимым признакам могут быть следствием полиморфизма генов, локализованных в Y-хромосомах (общих для линии) и в митохондриальной ДНК (передаваемой в поколениях одного семейства).
4. Локусы, аллели которых формируют генотипы, соответствующие определению: «генотипу соответствует множество фенотипов, а фенотипу соответствует множество генотипов», являются «генами адаптации».
5. Частота носителей эндогенных ретровирусов PERV может быть индикатором благополучия популяции.
6. В популяциях продуктивных пород свиней присутствуют во многих локусах в скрытом виде рецессивные аллели, детерминирующие низкую скорость роста, которые повышают приспособленность гетерозигот. Аллели, увеличивающие раннюю эмбриональную смертность, также могут повышать приспособленность гетерозигот, а у свиней как многоплодных животных выполняют функцию оптимизатора величины помёта. Таким образом, эти аллели не являются генетически грузом, а несут вполне определённые полезные функции для прогресса породы.
7. Положительные ассоциации генетических маркеров в популяциях домашних свиней могут быть результатом догаметного отбора хромосом.
8. Доместикационная часть генома домашней свиньи состоит из устойчивой гомозиготной базовой части и зависимой от условий среды гетерозиготной «надстройки».

Работа поддержана бюджетным проектом № 0259-2021-0015.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Никитин С.В., Князев С.П.* Отбор и адаптация в популяциях домашних свиней: монография. – Saarbrücken: Lambert Academy Publishing (LAP), 2015. – 221 с.
2. *Князев С.П., Никитин С.В.* Стандартизирующий отбор и его последствия для генетической структуры популяции // *Генетика*. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 103–114.
3. *Князев С.П., Никитин С.В.* Изменение векторов отбора по массе поросят при рождении в процессе формирования популяции в новых условиях среды // *Сельскохозяйственная биология*. – 2014. – № 6. – С. 86–95.
4. *Никитин С.В., Ворожейкин А.С.* Особенности наследования серых пятен у домашних свиней // *Генетика*. – 1994. – Т. 30, № 5. – С. 675–680.
5. *Ассоциации генетических маркеров в двух родственных породах свиней / С.П. Князев, С.В. Никитин, И.Г. Горелов, В.И. Ермолаев, Г.В. Орлова, М.А. Савина, К.В. Жучаев, С.В. Папшев, Е.В. Кабаненко // Генетика*. – 1999. – Т. 35, № 5. – С. 674–680.
6. *Дрейф генов как фактор дифференциации внутривидовых популяций свиней / С.П. Князев, С.В. Никитин, М.А. Савина, В.И. Ермолаев, И.Г. Горелов, О.П. Юдина, Н.В. Данильченко, Н.С. Фадеева // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2004. – № 2. – С. 35–38.

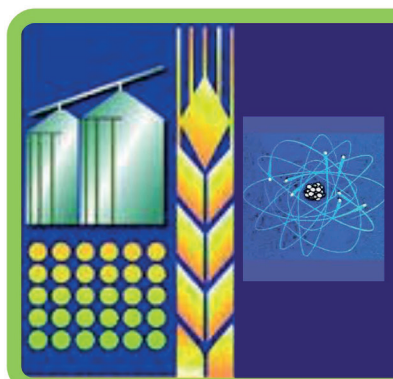
7. Князев С.П., Никитин С.В. Моделирование структуры супергенов, контролирующих некоторые полиаллельные системы групп крови свиньи *Sus scrofa* и лошади *Equus caballus* // Генетика. – 2007. – Т. 43, № 3. – С. 382–392.
8. Генетические методы в селекции свиней: монография / В.А. Бекенев, В.Н. Дементьев, В.И. Ермолаев, Г.М. Гончаренко, В.С. Деева, С.В. Никитин, С.П. Князев [и др.]; Сиб. НИИ жив-ва Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2012. – 116 с.
9. Никитин С.В., Князев С.П., Ермолаев В.И. Вариация массы новорождённой особи у домашних свиней и процесс адаптации // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 263–278.
10. Никитин С.В., Князев С.П., Ермолаев В.И. Роль условий среды пренатального роста плодов в формировании массы новорожденной особи у домашних свиней // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21, № 5. – С. 569–575.
11. Y-chromosome effect on prenatal live weight growth of laboratory minipigs / K. Shatokhin, S. Nikitin, S. Knyazev, V. Zaporozhets, S. Paskovskiy // International Scientific and Practical Conference “From inertia to develop: research and innovation support to agriculture”. E3S Web Conf., 2020; 176: 01003. DOI:10.1051/e3sconf/202017601003
12. Князев С.П., Швებель Т.И., Никитин С.В. Биологические особенности свиноматок кемеровской породы с разным потенциалом многоплодия // Свиноводство. – 2007. – № 6. – С. 7–9.
13. Овсянников А.И. Выведение кемеровской сальной породы свиней. – Новосибирск: Кн. изд-во, 1951. – 48 с.
14. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
15. Сцепленные с полом эритроцитарные антигены свиньи / С.В. Никитин, С.П. Князев, Г.М. Гончаренко, В.А. Бекенев // Генетика. – 2007. – Т. 43, № 4. – С. 521–529.
16. Тихонов В.Н. Иммуногенетика и биохимический полиморфизм домашних и диких свиней. – Новосибирск: Наука, 1991. – 304 с.
17. Иммуногенетический анализ структуры популяций свиней кемеровской и скороспелой мясной пород на этапе их интенсивного развития / С.П. Князев, И.Г. Горелов, К.В. Жучаев [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 1996. – № 2. – С. 57–62.
18. Динамика генетической структуры как отражение микроэволюционных процессов в популяциях свиней сибирских пород / К.В. Жучаев, С.П. Князев, Т.В. Шантурова, И.И. Гудилин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1997. – № 4. – С. 24–25.
19. Князев С.П., Никитин С.В. Филогенез и таксономические взаимоотношения внутривидовых форм свиней *Sus scrofa* (Suidae) // Зоологический журнал. – 2004. – Т. 83, вып. 1. – С. 105–117.
20. Дифференциация диких и домашних свиней по аллотипам белков сыворотки крови / С.П. Князев, С.В. Никитин, А.В. Кириченко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2005. – № 6. – С. 100–105.
21. Разнообразие популяций диких и домашних свиней по комплексу аллотипов сыворотки крови / С.В. Никитин, С.П. Князев, А.Г. Николаев, А.М. Волох [и др.] // Генетика. – 2006. – Т. 42, № 3. – С. 403–413.
22. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. – М.: Наука. – 1991. – 272 с.
23. Кайданов Л.З. Генетика популяций. – М.: Высшая школа, 1996. – 320 с.
24. Holderegger R., Kamm U., Gugerli F. Adaptive vs. neutral genetic diversity: implications for landscape genetics // Landscape Ecol. – 2006. – Vol. 21. – P. 797–807. – <https://doi.org/10.1007/s10980-005-5245-9>.
25. Whitlock R. Relationships between adaptive and neutral genetic diversity and ecological structure and functioning: a meta-analysis // J. Ecol. – 2014. – Vol. 102 (4). – P. 857–872. – <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12240>.

26. Динамика гетерозиготности и её связь с приспособленностью в популяции домашних свиней / С.В. Никитин, С.П. Князев, Т.И. Швобель, Г.М. Гончаренко // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 10. – С. 1401–1410.
27. Дарвин Ч. Изменения домашних животных и культурных растений // Сочинения. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 1951. – Т. 4. – 884 с.
28. Vila C., Seddon J., Ellegren H. Genes of domestic mammals augmented by backcrossing with wild ancestors // Trends in Genetics. – 2005. – Vol. 21, N 4. – P. 214–218.
29. Differentiation of wild boar and domestic pig populations based on the frequency of chromosomes carrying endogenous retroviruses / S.V. Nikitin, N.S. Yudin, S.P. Knyazev [et al.] // Natural Science. – 2010. – Vol. 2, N 6. – P. 527–534.
30. Ассоциации эндогенных ретровирусов разных типов с генетическими маркерами в популяциях домашних и диких свиней / Р.Б. Айтназаров, В.И. Ермолаев, С.В. Никитин, М.А. Савина, В.Ф. Кобзев, С.П. Князев [и др.] // Доклады Россельхозакадемии. – 2006. – № 4. – С. 39–43.
31. Оценка частоты хромосом, содержащих свиные эндогенные ретровирусы, в популяциях домашней свиньи и дикого кабана / С.В. Никитин, Н.С. Юдин, С.П. Князев, Р.Б. Айтназаров [и др.] // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 6. – С. 789–797.
32. Насыщенность генома свиньи эндогенными ретровирусами: влияние наследственности и среды / Р.Б. Айтназаров, С.В. Никитин, С.П. Князев, Н.С. Юдин // Инновации и продовольственная безопасность. – 2013. – № 2. – С. 41–49.
33. Распространение свиных эндогенных ретровирусов у разных форм *Sus scrofa* L. 1758 (Suidae, Mammalia) / Р.Б. Айтназаров, С.В. Никитин, С.П. Князев [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 9. – С. 49–54.
34. Дифференциация популяций диких и домашних свиней по частоте хромосом, содержащих эндогенные ретровирусы / Н.С. Юдин, Р.Б. Айтназаров, С.П. Князев [и др.] // Информационный вестник ВОГИС. – 2009. – Т. 13, № 4. – С. 741–750.
35. Модель влияния гомо- или гетерозиготности животных на интенсивность их роста / С.В. Никитин, С.П. Князев, Г.В. Орлова [и др.] // Генетика. – 2005. – Т. 41, № 2. – С. 237–245.
36. Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных. – М.: Сов. наука, 1959. – 592 с.
37. Князев С.П., Никитин С.В. Изменение векторов отбора по массе поросят при рождении в процессе формирования популяции в новых условиях среды // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 6. – С. 86–95.
38. Никитин С.В., Князев С.П., Ермолаев В.И. Генетические компоненты и неопределённость фенотипической реализации массы новорождённой особи у домашней свиньи *Sus scrofa* L. // Генетика. – 2014. – Т. 50, № 1. – С. 69–78.
39. Князев С.П., Никитин С.В., Ермолаев В.И. Генетика крупноплодности свиней: половой диморфизм и генетический контроль массы новорождённых поросят // Вестник НГАУ. – 2013. – № 1. – С. 46–57.
40. Никитин С.В., Князев С.П., Шатохин К.С. Миниатюрные свиньи ИЦиГ – модельный объект для изучения формообразовательного процесса // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 279–293.
41. Разведение и селекция мини-свиней ИЦиГ СО РАН / С.В. Никитин, С.П. Князев, К.С. Шатохин, В.И. Запорожец, В.И. Ермолаев // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 8. – С. 922–930. – DOI 10.18699/VJ18.434.

REFERENCES

1. Nikitin S.V., Knyazev S.P., *Otbor i adaptacija v populacijah domashnih svinej* (Selection and adaptation in domestic pig populations), Saarbrücken: Lambert Academy Publishing, 2015, 221 p.
2. Knyazev S.P., Nikitin S.V., *Genetika*, 2011, vol. 47, No.1, pp. 103–114. (In Russ.)
3. Knyazev S.P., Nikitin S.V., *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2014, No. 6, pp. 86–95. (In Russ.)
4. Nikitin S.V., Vorozhejkin A.S., *Genetika*, 1994, vol. 30, No. 5, pp. 675–680. (In Russ.)
5. Knyazev S.P., Nikitin S.V., Gorelov I.G., Ermolaev V.I., Orlova G.V., Savina M.A., Zhuchaev K.V., Papshev S.V., Kabanenko E.V., *Genetika*, 1999, vol. 35, No. 5, pp. 674–680. (In Russ.)
6. Knyazev S.P., Nikitin S.V., Savina M.A., Ermolaev V.I., Gorelov I.G., Judina O.P., Danil'chenko N.V., Fadeeva N.S., *Doklady Rossijskoj akademii sel'skhozjajstvennyh nauk*, 2004, No. 2, pp. 35–38. (In Russ.)
7. Knyazev S.P., Nikitin S.V., *Genetika*, 2007, vol. 43, No. 3, pp. 382–392. (In Russ.)
8. Bekenjov V.A., Dement'ev V.N., Ermolaev V.I., Goncharenko G.M., Deeva V.S., Nikitin S.V., Knyazev S.P., Savina M.A., Orlova G.V., Ajtnazarov R.B., Yudin N.S., Zabolotnaya A.A., Frolova V.I., *Geneticheskie metody v selekcii svinej* (Genetic methods in pig breeding), Novosibirsk, 2012, 116 p.
9. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Ermolaev V.I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2014, vol. 18, No. 2, pp. 263–278. (In Russ.)
10. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Ermolaev V.I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2017, vol. 21, No. 5, pp. 569–575. (In Russ.)
11. Shatokhin K., Nikitin S., Knyazev S., Zaporozhets V., Paskovskiy S., *International Scientific and Practical Conference "From inertia to develop: research and innovation support to agriculture"*, E3S Web Conf., 2020; 176: 01003. DOI:10.1051/e3sconf/202017601003
12. Knyazev S.P., Shvebel' T.I., Nikitin S.V., *Svinovodstvo*, 2007, No. 6, pp. 7–9. (In Russ.)
13. Ovsjannikov A.I. *Vyvedenie kemerovskoj sal'noj породы свиней* (Breeding of the Kemerovo greasy breed of pigs), Novosibirsk: Knizhnoe izdatel'stvo, 1951, 48 p.
14. Lakin G.F. *Biometrija* (Biometrics), Moscow: Vysshaja shkola, 1990, 352 p.
15. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Goncharenko G.M., Bekenjov V.A., *Genetika*, 2007, vol. 43, No. 4, pp. 521–529. (In Russ.)
16. Tihonov V.N. *Immunogenetika i biohimicheskij polimorfizm domashnih i dikh svinej* (Immunogenetics and biochemical polymorphism of domestic and wild pigs), Novosibirsk: Nauka, 1991, 304 p.
17. Knyazev S.P., Gorelov I.G., Zhuchaev K.V., Gart V.V., Bragin A.V., *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 1996, No. 2, pp. 57–62. (In Russ.)
18. Zhuchaev K.V., Knyazev S.P., Shanturova T.V., Gudilin I.I., *Doklady Rossijskoj Akademii sel'skhozjajstvennyh nauk*, 1997, No. 4, pp. 24–25. (In Russ.)
19. Knyazev S.P., Nikitin S.V., *Zoologicheskij zhurnal*, 2004, vol. 83, Issue 1, pp. 105–117. (In Russ.)
20. Knyazev S.P., Nikitin S.V., Kirichenko A.V., Nikolaev A.G., Voloh A.M., Savina M.A., Danil'chenko N.V., Ajtnazarov R.B., Ermolaev V.I., Yudina O.P., *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2005, No. 6, pp. 100–105. (In Russ.)
21. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Nikolaev A.G., Voloh A.M., Kirichenko A.V., Savina M.A., Ermolaev V.I., Yudina O.P., Bekenev V.A., Ajtnazarov R.B. *Genetika*, 2006, vol. 42, No. 3, pp. 403–413. (In Russ.)
22. Zhivotovskij L.A. *Populjacionnaja biometrija* (Population biometrics), Moscow: Nauka, 1991, 272 p.

23. Kajdanov L.Z. *Genetika populacij* (Population genetics), Moscow: Vysshaja shkola, 1996, 320 p.
24. Holderegger R., Kamm U., Gugerli F., *Landscape Ecol*, 2006, vol. 21, pp. 797–807, <https://doi.org/10.1007/s10980-005-5245-9>.
25. Whitlock R., *J. Ecol*, 2014, vol. 102 (4), pp. 857–872, <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12240>.
26. Nikitin S.V., Knjazev S.P., Shvebel' T.I., Goncharenko G.M., *Genetika*, 2009, vol. 45, No.10, pp. 1401–1410. (In Russ.)
27. Darvin Ch. *Izmenenija domashnih zhivotnyh i kul'turnyh rastenij* (Changes in domestic animals and cultivated plants), Sochinenija, Moscow, Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1951, vol. 4, 884 p.
28. Vila C., Seddon J., Ellegren H., *Trends in Genetics*, 2005, vol. 21, No. 4, P. 214–218.
29. Nikitin S.V., Yudin N.S., Knyazev S.P., Aitnazarov R., Bekenev V.A., Deeva V., Goncharenko G., Kobzev V., Savina M.A., Ermolaev V., *Natural Science*, 2010, vol. 2, No. 6, P. 527–534. (In Russ.)
30. Ajtnazarov R.B., Ermolaev V.I., Nikitin S.V., Savina M.A., Kobzev V.F., Knyazev S.P., Goncharenko G.M., Bekenev V.A., Yudin N.S., *Doklady Rossel'hoz akademii*, 2006, No. 4, pp. 39–43. (In Russ.)
31. Nikitin S.V., Yudin N.S., Knyazev S.P., Ajtnazarov R.B., Kobzev V.F., Bekenov V.A., Savina M.A., Ermolaev V.I., *Genetika*, 2008, vol. 44, No. 6, pp. 789–797. (In Russ.)
32. Ajtnazarov R.B., Yudin N.S., Nikitin S.V., Knyazev S.P., *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost'*, 2013, No. 2, pp. 41–49. (In Russ.)
33. Ajtnazarov R.B., Nikitin S.V., Knyazev S.P., Kobzev V.F., Bekenov V.A., Deeva V.S., Goncharenko G.M., Yudin N.S., Ermolaev V.I., *Sib. vestn. s.-h. nauki*, 2010, No. 9, pp. 49–54. (In Russ.)
34. Yudin N.S., Ajtnazarov R.B., Knyazev S.P., Bekenev V.A., Deeva V.S., Goncharenko G.M., Kobzev V.F., Savina M.A., Ermolaev V.I., Nikitin S.V., *Informacionnyj vestnik VOGIS*, 2009, vol. 13, No. 4, pp. 741–750. (In Russ.)
35. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Orlova G.V., Bekenev V.A., Danil'chenko N.V., *Genetika*, 2005, vol. 41, No. 2, pp. 237–245. (In Russ.)
36. Bogoljubskij S.N. *Proishozhdenie i preobrazovanie domashnih zhivotnyh* (The origin and transformation of pets), Moscow: Sov. nauka, 1959, 592 p.
37. Knyazev S.P., Nikitin S.V., *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2014, No. 6, pp. 86–95. (In Russ.)
38. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Ermolaev V.I., *Genetika*, 2014, vol. 50, No. 1, pp. 69–78. (In Russ.)
39. Knyazev S.P., Nikitin S.V., Ermolaev V.I., *Vestnik NGAU*, 2013, No. 1, pp. 46–57. (In Russ.)
40. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatohin K.S., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2014, vol. 18, No. 2, pp. 279–293. (In Russ.)
41. Nikitin S.V., Knjazev S.P., Shatohin K.S., Zaporozhec V.I., Ermolaev V.I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2018, vol. 22, No. 8, pp. 922–930. (In Russ.)



ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

УДК 004.658:63:061.62:026

DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-95–102

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОРИТЕТНОГО ФАЙЛА КАК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА: ОПЫТ СИБИРСКОЙ НАУЧНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ – ФИЛИАЛА ГПНТБ СО РАН

Т.М. Гарке, младший научный сотрудник, заслуженный работник культуры Российской Федерации
Е.А. Кретьева, младший научный сотрудник

*Сибирская научная сельскохозяйственная библиотека – филиал ФГБУН Государственная публичная
научно-техническая библиотека СО РАН*

E-mail: tmgarke@ngs.ru

Ключевые слова: лингвистическое обеспечение, авторитетный файл, контролируемые точки доступа, авторитетный контроль, наименование организации, научные организации, аграрная наука, СибНСХБ.

Реферат. Представлен опыт СибНСХБ по созданию, ведению и многофункциональному использованию в САБ ИРБИС 64 собственного авторитетного файла наименований организаций для авторитетного контроля в процессе машиночитаемой каталогизации, расширения поисковых возможностей информационных ресурсов библиотеки, а также в качестве уникального многоаспектного электронного справочника научных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири. Приведены принципы, положенные в основу авторитетного файла. Дана характеристика авторитетного файла СибНСХБ, включающего более 6,6 тыс. авторитетных записей на заголовки постоянных и временных организаций на русском и основных европейских языках, описаны его функции, а также механизм авторитетного контроля. Особое внимание в статье уделено использованию авторитетного файла для ввода и структурирования данных, полученных в рамках научного исследования «Развитие системы информационного обеспечения аграрной науки и образования Сибири с учетом изменений, происходящих в экономической, научной и информационной сфере». Обобщен материал о результатах проведенной авторитетной работы, связанной с изменениями наименований и организационно-правовых форм научных организаций в условиях реорганизации.

Одним из системообразующих элементов информационно-библиотечной технологии является лингвистическое обеспечение, в состав которого входят и авторитетные файлы, позволяющие осуществлять авторитетный контроль в процессе каталогизации и устанавливать необходимые связи для обеспечения эффективного информационного поиска.

В авторитетных файлах представлены контролируемые точки доступа, взаимосвязи точек доступа и их форм, а также различного рода справочная информация.

Из всего многообразия существующих категорий контролируемых точек доступа (имена лиц, наименования организаций, унифицированные заглавия, заглавия серий, географические названия, предметные рубрики и др.) для Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки (СибНСХБ) как отраслевого регионального информационного центра приоритетным является осуществление авторитетного контроля наименований научных организаций и временных научных коллективов. Необходимость такого контроля обусловлена как технологическими требованиями к качеству машиночитаемой каталогизации, так и желанием СибНСХБ создать дополнительные удобства для научных сотрудников, являющихся основным контингентом ее пользователей, и заинтересованных в максимально эффективном поиске документов по любому из вариантов наименования научной организации.

Вопрос о применении библиографического объекта «организация» (ранее «заголовок коллективного автора» и «заголовок, содержащий наименование организации») в качестве контролируемой точки доступа в библиографических записях всегда был достаточно проблематичным [1].

Развитие в последние десятилетия информационных технологий и целенаправленная деятельность библиотечного сообщества на национальном и международном уровнях по совершенствованию библиографического контроля, в том числе унификации формы и структуры заголовка, содержащего наименование организации, ведут к постоянному усилению роли авторитетных файлов, широкому их использованию в процессе машиночитаемой каталогизации, навигации и поиске в информационных ресурсах, а также в целях повышения комфортности информационной среды для пользователей и снижения затрат на создание библиографических и авторитетных записей за счет обмена, заимствования или их коллективного использования.

Принципы создания и ведения «Авторитетного файла наименований организаций СибНСХБ». Созданию «Авторитетного файла наименований организаций СибНСХБ» (АФ) предшествовала аналитическая работа по изучению основных нормативных документов, а также опыта Российской национальной библиотеки (РНБ) как ведущей библиографирующей организации, отвечающей за формирование авторитетного файла заголовков, содержащих наименования организаций. Особо полезным для нас оказалось профессиональное общение с ведущими специалистами в этой области с Т.Л. Масхулией и Ю.Г. Селивановой.

Важным событием для СибНСХБ стало ее вхождение в 2001 г. в Центр ЛИБНЕТ и участие в его проекте по машиночитаемой корпоративной каталогизации. В это же время СибНСХБ на базе САБ ИРБИС создала собственный авторитетный файл, который ведет уже в течение 20 лет в полном соответствии с Российским коммуникативным форматом для авторитетных записей (RUSMARC/ Authorities) [2].

Основными принципами его ведения являются:

- использование собственной методики создания авторитетных записей и ведения авторитетного файла;
- обеспечение эффективных видов поиска (например, «Коллектив/Мероприятие+АФ») в информационных ресурсах с использованием контролируемых точек доступа;
- формирование ядра авторитетного файла из наименований научных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири с максимально полным отражением информации о них;
- следование концепции «контроля доступа» [1], предусматривающей использование принятой и вариантных форм заголовка как равноправных в процессе поиска в электронных каталогах и базах данных с сохранением унифицированной формы заголовка в качестве основной (принятой);
- ориентированность на пользователей (как специалистов библиотеки, так и читателей);

- сотрудничество с другими библиотеками в области создания, обмена и использования авторитетных данных;
- многофункциональность авторитетного файла, предполагающая однократный ввод и многократное использование информации в разных целях.

Характеристика авторитетного файла. В АФ СибНСХБ представлены записи на заголовки постоянных и временных организаций на русском и основных европейских языках. Его объем в настоящее время составляет 6,6 тыс. записей, из них 4,4 тыс. – это авторитетные записи на постоянные организации и 2,2 тыс. – на временные.

Функции авторитетного файла. АФ предназначен для выполнения следующих функций:

- формирование и выбор принятых заголовков через систему вариантных, параллельных и связанных заголовков для использования их в качестве контролируемых точек доступа в библиографической записи (БЗ) на все виды документов;
- осуществление авторитетного контроля, включающего определение и коррекцию ошибок в контролируемых точках доступа библиографической записи;
- создание и поддержка авторитетной записи с установлением ссылок между заголовками и включением дополнительной информации;
- обеспечение для пользователей (специалистов и читателей) эффективной навигации в процессе поиска, подборе контролируемых поисковых терминов в электронном каталоге.

Интегрированный авторитетный контроль позволяет автоматически генерировать связи авторитетной записи со всеми релевантными библиографическими записями, что снижает риск потери информации в процессе поиска из-за ошибок ввода с клавиатуры или импортирования записей в электронный каталог. Любая модификация авторитетной записи автоматически относится и к другим авторитетным записям, связанным с модифицируемой, а также к соответствующим записям электронного каталога.

В соответствии с методикой каталогизации СибНСХБ сведения о наименовании организации являются не факультативным, а обязательным элементом библиографической записи. Источником информации о наименовании организации служит не только предписанный ГОСТ 7.0.100-2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления титульный лист, но и другие части текста издания, что позволяет максимально полно отражать публикации научных организаций.

Обязательные элементы данных авторитетной записи (АЗ). Основной набор сведений АЗ включает:

- официальное наименование;
- наименование, приведенное на титульном листе издания;
- наименование, входящее в заглавие;
- полную форму наименования;
- наиболее часто встречаемую форму наименования в документах;
- форму наименования, наиболее ясно передающую профиль деятельности, вид и тип организации;
- наиболее известную форму наименования (в СМИ и т.п.).

Связи устанавливаются между различными вариантами наименования одной и той же организации (полной формой наименования, сокращенной формой наименования или аббревиатурой, альтернативной языковой формой, другими вариантными формами) и отражаются в виде ссылок от вариантной формы к принятой (унифицированной) форме заголовка.

В процессе создания и ведения АФ СибНСХБ, прежде всего, была ориентирована на свою целевую аудиторию, представленную научными организациями сельскохозяйственного профиля Сибири, одновременно являющимися авторами научных публикаций, важнейшим источником комплектования фонда библиотеки малотиражными ведомственными изданиями и ос-

новными пользователями информационных ресурсов библиотеки. АЗ на эти организации, помимо обязательных сведений, содержат дополнительную информацию:

- об истории основания учреждения;
- данные о реорганизации, переименовании, изменении статуса учреждения;
- данные об изменении организационно-правовой формы, укрупнении или разделении учреждения на несколько организаций и т.д.;
- формы наименований организаций: основные, другие (вариантные), связанные основные (прежние наименования).

В соответствии с международными принципами, российскими правилами каталогизации и методикой ведения АФ СибНСХБ каждое наименование организации, содержащее значимое изменение, рассматривается как новый объект, для которого необходимо составить новую авторитетную запись.

Сотрудничество. В 2007 г., когда Центральная научная сельскохозяйственная библиотека (ЦНСХБ, г. Москва) приступила к созданию своего авторитетного файла наименований организаций, между нашими библиотеками началось сотрудничество в области обмена авторитетными данными. В АФ ЦНСХБ было включено 100 авторитетных записей СибНСХБ на наименования учреждений АПК Сибирского региона. Для записей СибНСХБ, созданных в программном обеспечении САБ ИРБИС, при загрузке в АФ ЦНСХБ сохранялись их идентификаторы и сведения о создателе. Записи СибНСХБ используются для формирования контролируемых точек доступа в библиографических записях ЦНСХБ. Помимо базовых авторитетных данных, записи СибНСХБ включают исторические сведения, поля ссылок «см.» и «см. также», поля связей без идентификаторов, варианты наименований, отсутствующие на изданиях в фонде ЦНСХБ. Эта информация используется в справочной базе данных «Авторитетный файл наименований научных учреждений АПК», выставленной в открытом доступе на сайте ЦНСХБ.

В свою очередь, СибНСХБ разработала и внедрила технологию встраивания в свой авторитетный файл заимствованных у ЦНСХБ авторитетных записей, в основном содержащих наименования научных организаций, расположенных в европейской части страны.

Совместный опыт ЦНСХБ и СибНСХБ показал, что заимствованные авторитетные записи могут успешно использоваться. Сотрудничество библиотек в области формирования и использования авторитетных файлов способствует выработке единых методических и технологических решений. Задачей сотрудничества является многократное использование авторитетных данных для обеспечения удобного доступа пользователей к электронным каталогам, базам данных и информационным ресурсам в целом [3].

Реформа науки и изменение методики ведения авторитетного файла. До масштабной реформы науки в 2013 г. авторитетные записи в АФ СибНСХБ создавались в основном на юридические лица. После объединения академий, передачи научных организаций в ведение ФАНО, а далее в Министерство науки и высшего образования РФ были приняты методические решения, предусматривающие возможность формирования принятых заголовков как на организации, утратившие свою самостоятельность, так и вновь образованные научные центры, объединившие несколько научных организаций. Для отражения изменений, произошедших в процессе реорганизации, создается АЗ, содержащая наименование новой организации, с обязательными связями с прежними наименованиями и с наименованием организации, в состав которой она вошла (рис. 1, 2).

Использование авторитетного файла для ввода и структурирования данных, полученных в ходе научного исследования. В рамках исследования «Развитие системы информационного обеспечения аграрной науки и образования Сибири с учетом изменений, происходящих в экономической, научной и информационной сфере», проведенного СибНСХБ в 2017 г., был собран обширный массив данных о 32 научных организациях сельскохозяйственного профиля

210: Основное(ы) функционирование(имен)		Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (п.п. Красноярск, Новосибирск, обл. -ФНЦА РАН - Сиб. федер. науч. центр агробиотехнологий Рос. акад. наук - 2 0 1 1 с. / см. - 04786
410: Ссылки типа SM (другие наименования с т.	1	"АСИОНА РАН"12°50'54"Спа"Впа
	2	"Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук"12°50'54"Спа"Впа
	3	"Российская академия наук. Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий"12°50'54"Спа"Впа
510: Ссылки типа SM. ТАКОЖЕ(связанные соот	1	"Сибирское отделение аграрной науки Сибирск. Крайновск, Новосб. обл."12°50'54"Спа"Впа"304315
	2	"Агрогосударственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук"Спос. Крайновск, Новосб. обл."12°50'54"Спа"Впа"302846
	3	"Российская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское региональное отделение"Спос. Крайновск, Новосб. обл."12°50'54"Спа"Впа"302785
	4	"Российская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское отделение"Спос. Крайновск, Новосб. обл."СГО Россельхозакадемии"Рос. акад. с-х наук. Сиб. отд."12°50'54"Спа"Впа"300001
	5	"ВАСОСовская академия сельскохозяйственных наук ии. В.И. Ленина. Сибирское отделение"Спос. Крайновск, Новосб. обл."В8Сососов. акад. с-х наук ии. В. И. Ленина. Сиб. отд."12°50'54"Спа"Впа"31256
710: Связанные основные наименования, кол.Лен	1	
300: Вид коллекции/мероприятия	1	"Ацентры"LASO
300: Информационное примечание	1	"В январе 1989 года было принято постановление Совета Министров СССР № 867 "О мероприятиях по созданию научно-исследовательского комплекса по вопросам развития сельского хозяйства Сибири и Дальнего Востока". Эту дату и принято считать днем образования Сибирского отделения Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук (ВАСОСовской академии сельскохозяйственных наук) 24 сентября 2009 г., протокол № 10 утвердил. Устав на основании которого Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук переименовано в "Государственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук".
	2	"АВ 2014 году в соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 №203-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и распоряжением Правительства РФ от 30.12.2013 №2591-р "Государственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук" переименовано в "Сибирское отделение аграрной науки".
305: Текстовое сыльное прим. "см.также"	1	"Аза 1969-1991 гг. см."В8Сососовская академия сельскохозяйственных наук ии. В.И. Ленина. Сибирское отделение.
	2	"Аза 1992 - 2009 гг. см."Сибирская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское отделение.
	3	"Аза 2009 - 2014 гг. см."В8Сососовская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское региональное отделение.
	4	"Аза 2013-2015 гг. см."В8Сососовская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское региональное отделение.
	5	"Аза 2014-сентябрь, 2015 гг. см."Сибирское отделение аграрной науки.
	6	"Аз 2015 г. см."Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
310: Текстовое сыльное прим. "см."	1	
330: Применение об области применения	1	"Ару"В8СинСх Россельхозакадемии"12°50'10"Спа"Впа
801: Источники составления записи	1	"Ару"В8СинСх Россельхозакадемии"12°50'10"Спа"Впа
оперативные/мероприятия/Автоматизированные записи)		"Расширение сведений 217"Добавление"
Полное описание		Связанные докум.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (п.п. Красноярск, Новосибирск, обл.)		
1 ФНЦА РАН		
2 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук		
3 Российская академия наук. Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий		
См. под несогласованными наименованиями		
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (п.п. Красноярск, Новосибирск, обл.)		
Примечание:		
14 ноября 1989 года было принято постановление Совета Министров СССР № 867 "О мероприятиях по созданию научно-исследовательского комплекса по вопросам развития сельского хозяйства Сибири и Дальнего Востока". Эту дату и принято считать днем образования Сибирского отделения Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук (ВАСОСовской академии сельскохозяйственных наук) 24 сентября 2009 г., протокол № 10 утвердил. Устав на основании которого Сибирское отделение Российской академии сельскохозяйственных наук переименовано в "Государственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук".		
В 2014 году в соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 №203-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и распоряжением Правительства РФ от 30.12.2013 №2591-р "Государственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук" переименовано в "Сибирское отделение аграрной науки".		
В августе 2015 года в соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 №203-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и распоряжением Правительства РФ от 30.12.2013 №2591-р "Государственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук" переименовано в "Сибирское отделение аграрной науки".		

Рис. 1. Пример авторитетной записи на укрупненную организацию «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук» (СФНЦА РАН), объединившую 12 институтов

210: Описано:Исследования/наименование	Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агротехнологий Российской академии наук (пос. Красноярс, Новосиб. обл.) СибФТИ СВЦА РАН Сиб. физико-тех. ин-т агр. проблем Сиб. федер. науч. центра агротехнологий
410: Сошли типа см. другие наименования	1 "СибФТИ СВЦА РАН-12°50'54"То"В"У"С" 2 "Сибирский федеральный научный центр агротехнологий Российской академии наук Сибирский физико-технический институт аграрных проблем "12°50'54"То"В"У"С" 3 "Специальное опытное протейно-конструкторско-технологическое беро СО ВАСИХИ" (СопСТС СО ВАСИХИ) Новосиб. обл."СбСн. опыт. протейно-конструкт. технол. беро СО ВАСИХИ"12°50'54"То"В"У"С"31783 4 "Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт физико-технических проблем"Спос. Красноярс, Новосиб. обл."Науч.-иссзд. конструкт.-технол. ин-т физико-тех. проблем"12°50'54"То"В"У"С"31784 5 "Сибирский физико-технический институт аграрных проблем"Спос. Красноярс, Новосиб. обл."СбСн. физико-тех. ин-т агр. проблем"12°50'54"То"В"У"С"300815
710: Связанные с основным наименованием, кол. лм	1 "Исхитуту"1450 2 Вид полетельныхмортир
300: Информационные примечания	1 "AB 1971 году организовано Специальное опытное протейно-конструкторско-технологическое беро СО ВАСИХИ." 2 "AB 1987 году Специальное опытное протейно-конструкторско-технологическое беро СО ВАСИХИ" (СопСТС СО ВАСИХИ) было реорганизовано в Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт физико-технических проблем. 3 "AB 1992 года Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт физико-технических проблем был передан в ведение Российской академии сельскохозяйственных наук (РАСХН), созданной Указом Президента РФ N84 и переименован в Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского отделения Российской академии сельскохозяйственных наук (СибФТИ СО ВАСИХИ). 4 "AB 2009 года на основании Постановления президиума РАСХН от 28.12.09, г.р.Н14, именуется как Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Российской академии сельскохозяйственных наук (СибФТИ Россельхозакадемии). 5 "AB 2014 году в соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 N253-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" и распоряжением Правительства РФ от 30.12.2013 N2591-р Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского отделения Российской академии сельскохозяйственных наук (СибФТИ СО ВАСИХИ) был реорганизован в Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Сибирский физико-технический институт аграрных проблем" вошло в состав Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агротехнологий Российской академии наук. 6 "AB 2015 году в соответствии с приказом Минобрнауки РФ от 30.08.2015 N 499 "Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Сибирский физико-технический институт аграрных проблем" вошло в состав Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агротехнологий Российской академии наук. 7 "AB 2017-1986 гг. см. "Специальное опытное протейно-конструкторско-технологическое беро СО ВАСИХИ." 8 "AB 1977-1991 гг. см. "Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт физико-технических проблем. 9 "AB 1992-сентябрь 2015 г. см. "Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агротехнологий Российской академии наук. 10 "AB 2015 г. см. "Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Сибирского федерального научного центра агротехнологий Российской академии наук
310: Текстовое описание прим. "см."	1 "А" 2 "А" 3 "А" 4 "А" 5 "А" 6 "А" 7 "А" 8 "А" 9 "А" 10 "А" 11 "А" 12 "А" 13 "А" 14 "А" 15 "А" 16 "А" 17 "А" 18 "А" 19 "А" 20 "А" 21 "А" 22 "А" 23 "А" 24 "А" 25 "А" 26 "А" 27 "А" 28 "А" 29 "А" 30 "А" 31 "А" 32 "А" 33 "А" 34 "А" 35 "А" 36 "А" 37 "А" 38 "А" 39 "А" 40 "А" 41 "А" 42 "А" 43 "А" 44 "А" 45 "А" 46 "А" 47 "А" 48 "А" 49 "А" 50 "А" 51 "А" 52 "А" 53 "А" 54 "А" 55 "А" 56 "А" 57 "А" 58 "А" 59 "А" 60 "А" 61 "А" 62 "А" 63 "А" 64 "А" 65 "А" 66 "А" 67 "А" 68 "А" 69 "А" 70 "А" 71 "А" 72 "А" 73 "А" 74 "А" 75 "А" 76 "А" 77 "А" 78 "А" 79 "А" 80 "А" 81 "А" 82 "А" 83 "А" 84 "А" 85 "А" 86 "А" 87 "А" 88 "А" 89 "А" 90 "А" 91 "А" 92 "А" 93 "А" 94 "А" 95 "А" 96 "А" 97 "А" 98 "А" 99 "А" 100 "А" 101 "А" 102 "А" 103 "А" 104 "А" 105 "А" 106 "А" 107 "А" 108 "А" 109 "А" 110 "А" 111 "А" 112 "А" 113 "А" 114 "А" 115 "А" 116 "А" 117 "А" 118 "А" 119 "А" 120 "А" 121 "А" 122 "А" 123 "А" 124 "А" 125 "А" 126 "А" 127 "А" 128 "А" 129 "А" 130 "А" 131 "А" 132 "А" 133 "А" 134 "А" 135 "А" 136 "А" 137 "А" 138 "А" 139 "А" 140 "А" 141 "А" 142 "А" 143 "А" 144 "А" 145 "А" 146 "А" 147 "А" 148 "А" 149 "А" 150 "А" 151 "А" 152 "А" 153 "А" 154 "А" 155 "А" 156 "А" 157 "А" 158 "А" 159 "А" 160 "А" 161 "А" 162 "А" 163 "А" 164 "А" 165 "А" 166 "А" 167 "А" 168 "А" 169 "А" 170 "А" 171 "А" 172 "А" 173 "А" 174 "А" 175 "А" 176 "А" 177 "А" 178 "А" 179 "А" 180 "А" 181 "А" 182 "А" 183 "А" 184 "А" 185 "А" 186 "А" 187 "А" 188 "А" 189 "А" 190 "А" 191 "А" 192 "А" 193 "А" 194 "А" 195 "А" 196 "А" 197 "А" 198 "А" 199 "А" 200 "А" 201 "А" 202 "А" 203 "А" 204 "А" 205 "А" 206 "А" 207 "А" 208 "А" 209 "А" 210 "А" 211 "А" 212 "А" 213 "А" 214 "А" 215 "А" 216 "А" 217 "А" 218 "А" 219 "А" 220 "А" 221 "А" 222 "А" 223 "А" 224 "А" 225 "А" 226 "А" 227 "А" 228 "А" 229 "А" 230 "А" 231 "А" 232 "А" 233 "А" 234 "А" 235 "А" 236 "А" 237 "А" 238 "А" 239 "А" 240 "А" 241 "А" 242 "А" 243 "А" 244 "А" 245 "А" 246 "А" 247 "А" 248 "А" 249 "А" 250 "А" 251 "А" 252 "А" 253 "А" 254 "А" 255 "А" 256 "А" 257 "А" 258 "А" 259 "А" 260 "А" 261 "А" 262 "А" 263 "А" 264 "А" 265 "А" 266 "А" 267 "А" 268 "А" 269 "А" 270 "А" 271 "А" 272 "А" 273 "А" 274 "А" 275 "А" 276 "А" 277 "А" 278 "А" 279 "А" 280 "А" 281 "А" 282 "А" 283 "А" 284 "А" 285 "А" 286 "А" 287 "А" 288 "А" 289 "А" 290 "А" 291 "А" 292 "А" 293 "А" 294 "А" 295 "А" 296 "А" 297 "А" 298 "А" 299 "А" 300 "А" 301 "А" 302 "А" 303 "А" 304 "А" 305 "А" 306 "А" 307 "А" 308 "А" 309 "А" 310 "А" 311 "А" 312 "А" 313 "А" 314 "А" 315 "А" 316 "А" 317 "А" 318 "А" 319 "А" 320 "А" 321 "А" 322 "А" 323 "А" 324 "А" 325 "А" 326 "А" 327 "А" 328 "А" 329 "А" 330 "А" 331 "А" 332 "А" 333 "А" 334 "А" 335 "А" 336 "А" 337 "А" 338 "А" 339 "А" 340 "А" 341 "А" 342 "А" 343 "А" 344 "А" 345 "А" 346 "А" 347 "А" 348 "А" 349 "А" 350 "А" 351 "А" 352 "А" 353 "А" 354 "А" 355 "А" 356 "А" 357 "А" 358 "А" 359 "А" 360 "А" 361 "А" 362 "А" 363 "А" 364 "А" 365 "А" 366 "А" 367 "А" 368 "А" 369 "А" 370 "А" 371 "А" 372 "А" 373 "А" 374 "А" 375 "А" 376 "А" 377 "А" 378 "А" 379 "А" 380 "А" 381 "А" 382 "А" 383 "А" 384 "А" 385 "А" 386 "А" 387 "А" 388 "А" 389 "А" 390 "А" 391 "А" 392 "А" 393 "А" 394 "А" 395 "А" 396 "А" 397 "А" 398 "А" 399 "А" 400 "А" 401 "А" 402 "А" 403 "А" 404 "А" 405 "А" 406 "А" 407 "А" 408 "А" 409 "А

Рис. 2. Пример авторитетной записи на Сибирский физико-технический институт аграрных проблем, вошедший в состав СФНЦА РАН

Сибири, ранее входивших в состав СО Россельхозакадемии. Он включал в себя сведения о статусе организации (юридическое лицо, подразделение ФИЦ, другое), основных направлениях научной деятельности, научных темах, включенных в государственное задание организации, а также выполняемых в рамках грантовых проектов и программ, о численности научных сотрудников, а также о наличии в организации библиотеки или информационного подразделения. Было принято решение не создавать новую базу данных для ввода и структурирования полученных в ходе исследования сведений, а использовать существующий АФ, уже содержащий определенный набор данных о научных организациях. В связи с тем, что структура АФ и набор полей в его рабочих листах не позволяли осуществить ввод некоторой части полученных данных, был разработан и реализован специализированный технологический модуль САБ ИРБИС 64 [4].

В технологическом модуле в АРМ «Каталогизатор» для обеспечения ввода данных в АФ была создана новая вкладка «Расширенные сведения – 2017» со следующим набором сведений (рис. 3):

- основные направления деятельности;
- научные темы;
- общая численность научных сотрудников, в том числе академиков, членов-корреспондентов, докторов и кандидатов наук;
- наличие в организации библиотеки или информационного подразделения.

В поле 210 авторитетной записи было создано подполе «Массив для исследования» со специальной меткой, что позволило в дальнейшем осуществлять поиск в этой части АФ и получать выходные формы, необходимые для анализа данных исследования.

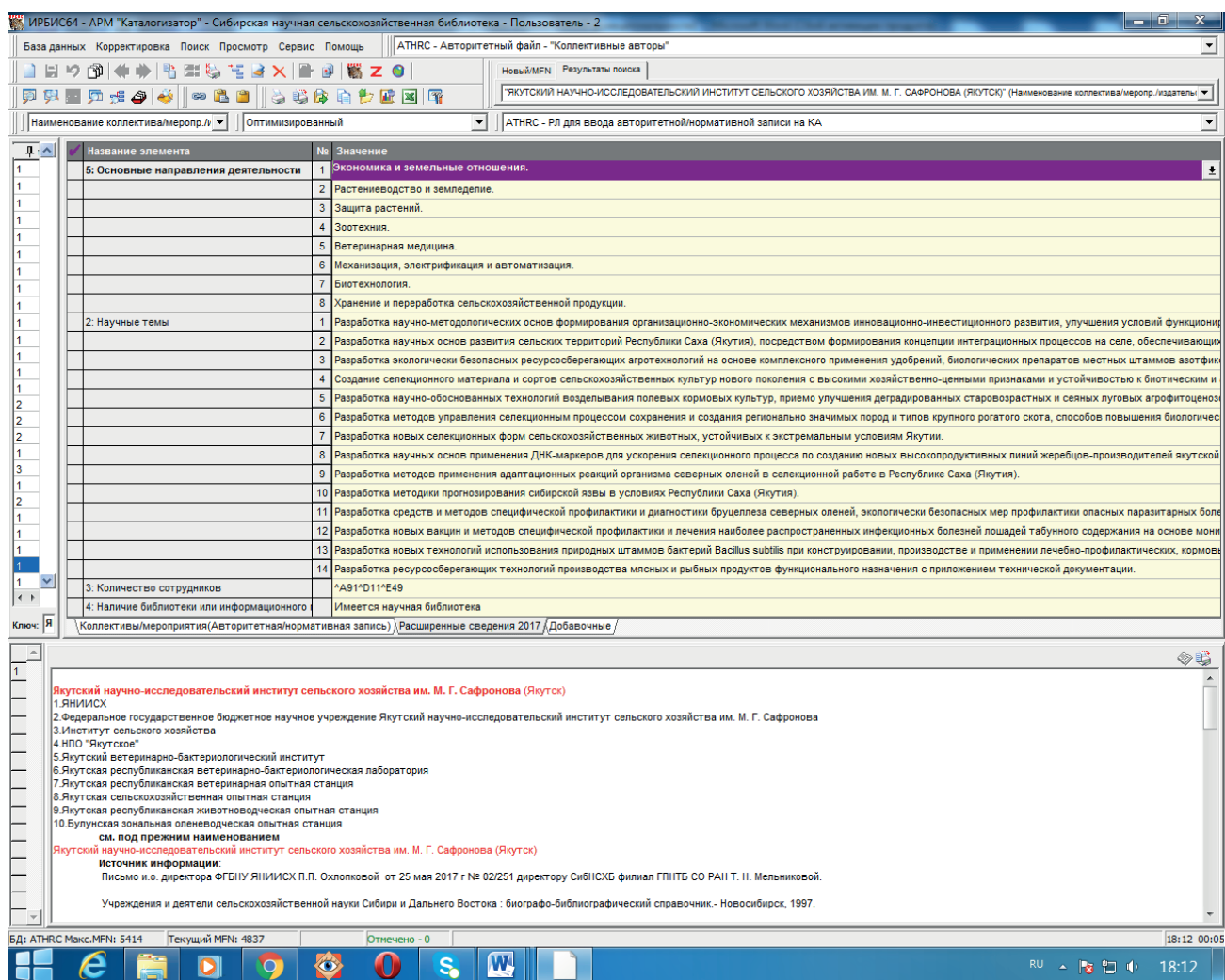


Рис. 3. Пример интерфейса технологического модуля

В технологическом модуле в АРМ «Каталогизатор» создана технология поиска «Коллектив/мероприятие+АФ» с использованием номера авторитетной записи, позволяющая провести поиск по актуальным и предыдущим наименованиям одной и той же организации в АФ и «Каталоге книг и продолжающихся изданий» СибНСХБ. С этой целью в 510-м и 710-м полях в подполе «Номер записи» каждой авторитетной записи, содержащей актуальное наименование организации, проставлены номера связанных с ней записей, содержащие предыдущие наименования этой организации.

Результаты авторитетной работы. Анализ полученных данных показал, что в ходе научной реформы на территории Сибири из 32 научных организаций сельскохозяйственного профиля реорганизовано 28. В соответствии с «Планом структуризации научных организаций» и «Методическими рекомендациями по участию научных организаций, подведомственных ФАНО, в проектах реструктуризации», разработанных ФАНО России, научным организациям были предложены различные формы объединений в виде федеральных исследовательских центров (ФИЦ), федеральных научных (научно-технологических) центров (ФНЦ), национальных исследовательских институтов (НИИ), региональных научных центров (РНЦ), центров общественных наук, центров сервисного (инфраструктурного, информационного) обеспечения исследований. Научные организации сельскохозяйственного профиля Сибири из предложенных форм объединения выбрали две формы: федеральный научный центр и федеральный исследовательский центр. Внутри центров 21 научная организация получила статус структурного подразделения и 7 – обособленного структурного подразделения (филиала). Юридическую самостоятельность сохранили 4 научные организации, расположенные в национальных округах и являющиеся единственными представителями научного направления по сельскому хозяйству в своем регионе.

В процессе исследования проводился сравнительный анализ имеющихся авторитетных записей на предмет их соответствия новым наименованиям и другим атрибутам региональных научных организаций сельскохозяйственного профиля, приобретенных ими в результате реформирования. В качестве источников информации использовались результаты анкетирования, официальные документы, сайты научных организаций, научные и справочные издания.

В ходе исследования был проведен большой объем авторитетной работы, связанной с изменениями наименований и организационно-правовых форм научных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири. В связи с укрупнением научных организаций путем слияния с другими организациями созданы новые АЗ, содержащие наименования новой организации, с обязательной связью с АЗ, содержащими наименования организаций, с которыми произошло слияние. Внесены дополнительные сведения в исторические справки о деятельности организаций и указаны соответствующие источники информации.

В специализированный технологический модуль были включены данные о 155 выявленных научных темах по основным направлениям сельского хозяйства (растениеводству, животноводству, земледелию, ветеринарии, переработке сельскохозяйственной продукции, механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства, кормопроизводству, экономике сельского хозяйства), о численности научных сотрудников с указанием их ученой степени и звания, а также о наличии и состоянии библиотек или информационных подразделений в научных организациях.

Массив данных, собранный в основной части авторитетного файла наименований организаций СибНСХБ и его специализированном технологическом модуле, а также разработанная система выходных форм сделали АФ СибНСХБ единым многофункциональным инструментом для каталогизации, поиска в информационных ресурсах, а также использования его в качестве электронного справочника научных организаций сельскохозяйственного профиля Сибири.

В условиях продолжающейся реорганизации, отсутствия административно-организационного центра, объединяющего научные организации по отраслевому признаку, СибНСХБ выполняет роль важнейшего звена в едином информационном пространстве аграрной науки Сибири, осуществляет информационную поддержку научных исследований и продвижение их результатов. Значение авторитетного файла в процессе этой работы только возрастает. Благодаря его использованию становится возможным ведение учета, аккумулирование публикаций научной организации, сохранение преемственности ее достижений и, в некоторой степени, компенсирование отсутствия в аграрных НИУ баз данных публикаций сотрудников.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стегаева М.В. Стандартизация библиографического объекта «Организация»: отечественный и зарубежный опыт // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. – 2015. – № 33–1. – С. 235–243.
2. Гарке Т.М., Кретова Е.А., Баженов С.Р. Авторитетный файл заголовков, содержащих наименование организаций в ЦНСХБ СО Россельхозакадемии // Материалы 4-й Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии, системы и приборы в АПК (АГРОИНФО-2009)» (Новосибирск, 14-15 окт. 2009 г.). – Новосибирск, 2009. – Ч. 1. – С. 149–156.
3. Семенова О.Ф., Ласточкина Н.В. Вопросы кооперации в процессах формирования и использования авторитетных файлов // Культура: теория и практика. – 2019. – № 6 (33). – С. 6–7.
4. Гарке Т.М., Кретова Е.А., Мельникова Т.Н. Деятельность СибНСХБ – филиала ГПНТБ СО РАН по сохранению единого информационного пространства аграрной науки Сибири // Материалы 7-й Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные технологии, системы и приборы в АПК. АГРОИНФО-2018» (Новосибирск–Краснообск, 24-25 окт. 2018 г.). – Новосибирск, 2018. – С. 201–206.

REFERENCES

1. Stegaeva M.V. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv*, 2015, No. 33-1, pp. 235–243. (In Russ.)
2. Garke T.M., Kretova E.A., Bazhenov S.R. *Informacionnye tekhnologii, sistemy i pribory v APK (AGROINFO-2009)* (Information technologies, systems and devices in the agroindustrial complex (AGROINFO-2009), Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, October 14–15, 2009, part 1, pp. 149–156. (In Russ.)
3. Semenova O.F., Lastochkina N.V. *Kul'tura: teoriya i praktika*, 2019, No. 6 (33), pp. 6–7. (In Russ.)
4. Garke T.M., Kretova E.A., Mel'nikova T.N. *Informacionnye tekhnologii, sistemy i pribory v APK. AGROINFO-2018* (Information technologies, systems and devices in the agro-industrial complex. AGROINFO-2018), Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk-Krasnoobsk, October 24–25, 2018, pp. 201–206. (In Russ.)

ДОЦЕНТЫ – ДВИЖУЩАЯ СИЛА РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

П.Н. Смирнов, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,
почётный профессор Новосибирского ГАУ

О.С. Котлярова, доцент, кандидат биологических наук

Н.В. Ефанова, доцент, кандидат биологических наук

С.В. Баталова, доцент, кандидат биологических наук

Л.М. Осина, доцент, кандидат биологических наук

Е.А. Борисенко, доцент, кандидат биологических наук

Г.В. Вдовина, доцент, кандидат биологических наук

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: smirnov.271@mail.ru

Ключевые слова: образовательное учреждение, доценты, воспитательная работа, кураторы, образовательная и научная деятельность.

Реферат. Рассмотрена образовательная, воспитательная и научно-исследовательская деятельность доцентов в составе кафедр. Показано, что образовательный потенциал кафедры в значительной степени зависит от интеллектуального уровня доцентов.

Доцент – это учёное звание преподавателя, присваиваемое ВАК Минобрнауки РФ лицам, имеющим определённый стаж работы в вузе, достижения в области науки и образования, учёную степень кандидата наук в соответствующей области знаний.

Доцент – это та фигура в образовательном учреждении, на которую опирается весь образовательный процесс. Приведем пример. Есть такие профессии, как кочегар или сантехник, не требующие особого образования или специализации. Но попробуйте в зимнюю стужу не подбросить вовремя в топку угля – последствия непредсказуемы. То же самое и с сантехникой. Может быть, несколько грубая аналогия, но без хорошо отлаженного доцентского корпуса движения в образовательном учреждении не будет. И даже профессура не поможет.

В своей повседневной деятельности образовательное учреждение как единый механизм опирается на «три кита»: образовательная база – интеллектуальный потенциал ППС (профессорско-преподавательского состава), в том числе потенциал доцентов; материальная база обучающихся кафедр; общая творческая, научная атмосфера кафедр, факультетов и института (университета) в целом.

Рассмотрим подробнее каждый из перечисленных «китов».

Говоря об интеллектуальном потенциале вуза, следует принять во внимание численный, возрастной состав доцентов, их личностные качества, уровень интеллекта, стаж работы на преподавательской должности, степень коммуникабельности, профессиональный уровень, искусство лекторского мастерства и другие качества.

Неотъемлемым качеством профессионализма доцентов является знание ими особенностей цифровизации образовательного процесса, способность к ведению занятий в режиме online, умение осваивать наиболее передовые методы обучения, формировать актуальные направления научного поиска, привлекать к этой работе студенческую молодежь, шире использовать для них возможность публичных выступлений с докладами, сообщениями и т.д., и т.п.

Таким образом, трудно переоценить роль и значение доцентов в образовательном процессе.

Уровень любого доцента, доносящего и специальные, и общебиологические, и интеллектуальные знания до студентов, определяет его интеллект. Из чего он складывается?

Интеллект – это совокупность направленной чистоты, примерного поведения, разносторонних знаний, умения логически мыслить, обладание высокой способностью к рассудочной деятельности, обратной связи, умение слушать и быть услышанным, обладание необходимым запасом знаний в своей области занятий, искусство лекторского мастерства, знание языков, любовь к Родине, интеллигентность, полная самоотдача во всем. Это идеальный интеллект, к которому надо стремиться.

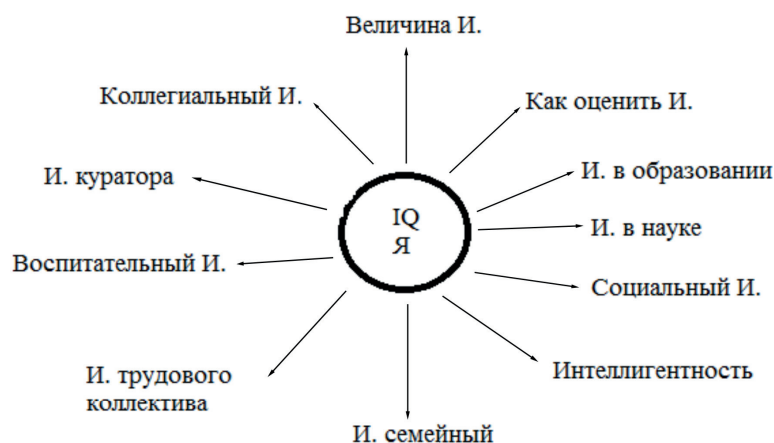


Рис. 1. Идеальная схема интеллекта в цивилизованном обществе (И – интеллект)

Интеллект исключает хамское поведение, сквернословие, обман, лицемерие, плагиат, зависть, неделикатное отношение к коллегам, корысть, нетактичное поведение в обществе в целом.

Интеллект – это не только знания в изучаемой отрасли, в области преподавания того или иного предмета. Интеллект должен проявляться во всём (рис. 1) – в социуме, трудовом коллективе, в семье. На рисунке мы это продемонстрировали с целью показать полноту данного явления.

Потенциал НГАУ можно поднять очень существенно, если каждый представитель ППС задумается над своим интеллектом, глубоко проникнется, озадачится его ростом.

По сути дела потенциал образовательного учреждения зависит от уровня интеллекта каждого преподавателя (от старшего преподавателя до профессора). Это важнейшая составляющая авторитета Alma mater в студенческой среде среди вузов г. Новосибирска и за его пределами.

Следует взять за правило следующий тезис: «Всем работникам и студентам НГАУ должно быть комфортно учиться и трудиться, а для этого каждый член коллектива должен вложить хоть частичку своего неформального участия».

Общественный совет не только подводит итоги, но и осуществляет контроль работы деканатов по всем позициям, формирования интеллекта НГАУ. Общественный совет – это «опричники» ректора. Любое ЧП не должно оставаться без внимания.

Расширенные планёрки должны посвящаться в основном механизму деятельности вуза (рис. 2).

В связи со сказанным хочется обратить внимание на то, что образовательный уровень вуза формируется слагаемыми интеллекта не только ППС, но всего сообщества, т.е. всего коллектива образовательного учреждения.

Второй составляющей является материально-техническая база кафедр и вуза в целом. Недавно, задавая вопрос студенту из отдалённого от НГАУ города, мы поинтересовались – почему он уехал за тысячи километров от дома и поступил в наш вуз (НГАУ), хотя рядом есть институты с таким же факультетом. На свой вопрос мы получили довольно лаконичный от-



Рис. 2. Функциональные обязанности руководителей НГАУ в прикладном аспекте

вет: в «своём вузе» анатомию изучают по учебнику, а я бы хотел её изучать на животных. Да! Сегодня многие стремятся получить диплом бакалавра или специалиста малыми усилиями, малым напряжением умственного труда. При этом из них выходит к моменту вручения диплома очень низкопробный «дипломник», слабо знающий биологию организма, не знающий основного биологического закона «о единстве организма и условий его существования» и т.д., и т.п.

Вследствие сказанного, задача «доцентского корпуса» значительно усложняется. Требуется обучающимся студентам дать не только специальный материал, но и прививать навыки менеджера, коммуникативности, обладания принципом обратной связи, развивать логическое мышление, сокращать индивидуальную дистанцию между студентами и преподавателями. Этого требует программа высшей школы (вуза), причем независимо от того, где студенты в последующем будут работать и в какой должности.

Итак, материально-техническая оснащённость образовательного процесса на кафедрах в значительной мере облегчает труд доцентов, расширяет возможности обучающего донести до сознания слушателей (обучающихся) учебный материал.

Материальная (лабораторная) база, обеспечивающая учебный процесс, необходима одновременно и для исследовательской работы студентов и преподавателей. При этом следует заметить, что основная нагрузка по подготовке докладов, выступлений по материалам собственных научных исследований ложится на доцентов. Более того, доценты привлекаются к чтению лекций по целому ряду предметов, разрабатывают рабочие программы и в целом УМКД по соответствующим дисциплинам, а также готовят методички для лабораторно-практических занятий, выступают в роли кураторов академических групп, готовят презентации по преподаваемым предметам, пишут научные статьи, готовят доклады на научные конференции, ежегодно посещают специализированные курсы повышения квалификации.

Материально-техническая база кафедр включает приборное обеспечение, в частности для биологических исследований, приобретение современных (универсальных) микроскопов, биохимических и гематологических анализаторов, ультрацентрифуг и другого необходимого оборудования (для ИФА, ПЦР-диагностики).

Большое значение в трудовой деятельности доцентов имеет научная, творческая атмосфера, сложившаяся на кафедре. Вот тут многое будет зависеть от профессорского состава, руководства кафедр. Умение сплотить коллектив, направить на решение актуальных научных задач, разработку прогрессивных решений в формировании образовательных программ – одна из главных задач руководителей подразделений.

Творческий потенциал доцентов любой из кафедр образовательного учреждения будет значительно повышаться, если каждый из них будет чётко представлять, кроме занятий со студентами (ЛПЗ, чтение лекций, принятие зачетов, коллоквиумов и др.), круг своих обязанностей,

за которые отвечает, будь то кураторство или разработка методичек, воспитательная работа, приобщение студентов к научным исследованиям и др. Такой подход к доцентам формирует у них чувство причастности к общему делу, формирует коллективизм, взаимоуважение и взаимовыручку, сплочённость. Особенно это проявляется, когда руководитель формирует равное ко всем членам коллектива отношение.

Итак, в формировании образовательного и научного потенциала, в целом рейтинга образовательного учреждения доцентский корпус играет существенную роль. Чем выше интеллект доцентов, занятых в образовании, тем выше авторитет учреждения, тем выше спрос у молодёжи и желание поступить именно в этот вуз.

И ещё. В образовательной практике есть две категории доцентов: одна категория – доценты, достигшие в своей педагогической практике, можно сказать, совершенства, в полном смысле этого слова. Задавая им вопрос: «Когда Вы будете готовы защитить докторскую диссертацию», – слышим ответ: «А мне это надо? Я что не отвечаю званию «доцент»? – «Что Вы, что Вы, спору нет»!

Вторая категория доцентов. Они всё сделали, чтобы достойно ходатайствовать за присвоение этого звания. Тут и престиж, тут и повышение заработной платы. Но уровень преподавания – шаблонный, как в учебнике написано, так и будем давать, ни шагу влево, ни шагу вправо. Всё как бы вписывается в шаблон, но... У студентов нет интереса. Отсидели полтора часа, и до свидания. В силу сказанного, доценты второй категории, к великому сожалению, не формируют необходимый потенциал образовательного учреждения, необходимый рейтинг. Но, надо признаться, доцентов второй категории в вузе от 20 до 30 %. Задача руководства вуза, факультетов использовать все средства для повышения интеллектуального уровня доцентов. Это могут быть круглые столы, отраслевые конференции, мастер-классы, тематические презентации, открытые лекции и др. Преподаватели любой должностной категории обязаны интересоваться знаниями междотраслевых дисциплин, наконец, быть эрудитами в вопросах общей биологии – если это на биологическом факультете.

И еще на одном вопросе хотелось бы остановиться. Сегодня имеют место публикации о второстепенности (второсортности) региональных вузов. К сожалению, авторы данной статьи не могут согласиться с мнением некоторых авторов о том, что периферийный уровень преподавателей и качество образования периферийных вузов значительно ниже столичных, однако никак не аграрных. В столичных студенты порой редко выезжают дальше «садового кольца», в периферийных же объекты изучения будущих специалистов-аграриев всегда рядом с образовательным учреждением – будь то учебно-опытное хозяйство, фермерское, ОАО или агрофирма. Всегда есть возможность прохождения длительной производственной практики. Более того, в последние годы стали широко практиковаться выезды студентов (со знанием иностранных языков) за границу для прохождения производственной практики.

Если коснуться работы аспирантов в периферийных вузах, то в них имеется преимущество, в особенности с точки зрения прикладного аспекта (прикладной тематики).

М.Д. Сметанина [1] замечает, что система российского высшего образования далеко не безупречна. Следовало бы добавить «в настоящее время». Наша система была отработана десятилетиями. Всегда являлась образцом для подражания. И сегодня мы ещё сохранили её лучшие традиции, хотя и многое уже потеряли (упустили).

Нельзя также согласиться с мнением Е.Н. Назаровой [2] о том, что одной из проблем кадрового обеспечения региональных вузов является «консерватизм», присутствие большого числа носителей традиционной, не нацеленной на действия в конкретной среде, академической культуры.

На наш взгляд, автору не следовало бы делать подобные обобщения. Нужно учесть, что в каждом периферийном вузе есть своя специфика (региональная специфика в подготовке специа-

листов, свои традиции, свои авторитеты, наконец, свой менталитет; свой, накопленный годами, коллективный интеллект). Поэтому было бы несправедливо уповать только на столичные вузы. Мы знаем массу примеров, когда из региональных вузов, в том числе НГАУ, выходили крупные партийные и хозяйственные руководители. Всем известны фамилии Н.М. Харитонов – депутата Госдумы, В.М. Кресса – губернатора Томской области, М.Е. Николаева – бывшего президента Якутии (выпускника ОмГАУ); Ю.Ф. Бугакова – генерального директора фирмы «Ирмень» и многих других выпускников Новосибирского ГАУ. Причем, все перечисленные персоны были выпускниками разных факультетов НГАУ.

В заключение следует сделать несколько выводов:

1. Доцентский корпус в вузе занимает доминирующее положение, формируя качество подготовки специалистов.
2. Интеллект доцентов в индивидуальном и коллективном его проявлении – главное условие, определяющее рейтинг вуза.
3. Интеллект всех сфер обслуживания образовательного процесса в вузе определяет комфортные условия для студентов и преподавателей.
4. В своей трудовой деятельности ППС должен придерживаться выверенных практикой приоритетов: на первом месте – система знаний, качество преподнесения нового материала, увязка с практикой; искусство лекторского мастерства, логическое мышление, организация круглых столов, межкафедральных и межкафедральных (профильных) студенческих конференций и семинаров.
5. Организация доцентского собрания с общественными органами управления.
6. Необходима разработка положения о предоставлении творческого отпуска для завершения докторской диссертации преуспевающим доцентам и мер материального поощрения доцентов, защитивших докторские диссертации.
7. В образовательном учреждении должна быть оборудована доска почёта доцентов, отличившихся по всем показателям своей трудовой деятельности.
8. В образовательном учреждении следует разработать положение о рейтинге доцентов.
9. На учёных советах вуза, расширенных планёрках при ректоре, научно-технических советах чаще включать в повестки дня вопросы, касающиеся образовательной, исследовательской и воспитательной деятельности доцентов.
10. Приоритет в формировании доцентского корпуса должен оставаться за молодыми кадрами.

В вузе должна быть создана такая атмосфера, чтобы каждый доцент знал себе цену, был «на вес золота», чтобы к каждому слову, предложению и рекомендациям, высказанным доцентом, было обращено максимум внимания. Только так можно поднять рейтинг вуза и создать комфортные условия для работников учреждения.

Каковы же критерии успеха преподавателя в вузе? На наш взгляд, таковыми могут быть общее мнение студентов о преподавателе, его эрудиции, о его желании и умении находить общий язык со студентами, можно сказать – проживать вместе с ними студенческую жизнь, студенческие события. Это позволяет быстрее раскрыть индивидуальные качества студента, его способности, помочь ему раскрепоститься, научить его логически мыслить, формировать свою коммуникабельность в обществе, умение выстраивать свою речь, причём как устную, так и письменную.

И, наконец, последнее, что хотелось бы выделить из всего комплекса событий, связанных с деятельностью доцентов, это комфорт. Мы очень пристально отслеживаем условия, которые создаёт администрация университета для студентов и преподавателей. В последнее время, так называемый комфорт складывается из целого комплекса слагаемых: из исполнительской дисциплины всех административно-хозяйственных служб, своевременной явки преподавате-

лей на занятия, качественного обеспечения электронными носителями, наконец, должны быть комфортно обустроены студенческие аудитории – столы и стулья, аудио- и видеоаппаратура и т.д. Вся работа АУП, деканатов должна быть направлена на создание комфортных условий для организации образовательного процесса.

Подобное движение, формируемое сегодня администрацией НГАУ, трудно не заметить. Спасибо от лица студентов и преподавателей!

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сметанина М.Д., Ефремова Е.П., Лазуткина Е.В. Цифровая трансформация высшего образования // Сибирский антропологический журнал. – 2020. – Т.4, № 3. – С. 178–184.

2. Назарова Е.Н., Жилов Ю.Д. Возрастная анатомия, физиология и гигиена. – М.: Академия, 2011. – 252 с.

REFERENCES

1. Smetanina M.D., Efremova E.P., Lazutkina E.V., *Sibirskij antropologicheskij zhurnal*, 2020, vol. 4, No. 3. pp. 178–184. (In Russ.)

2. Nazarova E.N., Zhilov Yu.D. *Vozrastnaya anatomiya, fiziologiya i gigiena* (Age-related anatomy, physiology and hygiene), Moskow: Akademiya, 2011, 252 p.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Во избежание ошибок и задержек в подготовке статей к опубликованию обращаем ваше внимание на следующие **требования**:

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать результаты научных исследований и относиться к следующим научным специальностям:

- 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки),
- 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (биологические науки),
- 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки),
- 06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки),
- 06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки),
- 06.02.02 – Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология (ветеринарные науки),
- 06.02.03 – Ветеринарная фармакология с токсикологией (ветеринарные науки),
- 06.02.05 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза (ветеринарные науки),
- 06.02.08 – Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов (сельскохозяйственные науки),
- 06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

2. Авторы предоставляют (одновременно):

- электронный вариант статьи по эл. почте **innovations@ngs.ru** или на электронном носителе;
- заполненный и подписанный авторский договор;
- **сопроводительное письмо**, подписанное проректором (зам. директора) по научной работе или руководителем организации.

3. **Порядок оформления статьи:**

- объем статьи не менее **10-15 страниц** в формате А4 (транслитерация, перевод и анкета авторов не учитываются); объем обзорных статей – не менее 30–35 стр.
- поля документа – все по **2 см**;
- основной кегль – **14**;
- таблицы – **14** (недопустимо в таблицах и под тексты в местах расчетов, формул помещать растровые изображения вместо цифр и знаков);
- интервал-множитель – **1,5** (полуторный);
- шрифт – **Times New Roman**;
- нумерация страниц – **внизу по центру**;
- выравнивание текста – **по ширине** (название статьи и заголовки разделов – по центру заглавными буквами);
- примечания оформляются в форме постраничных сносок;
- ссылки на источники в тексте оформляются в **квадратных скобках, в порядке цитирования в тексте**.

4. Требования к статье на электронном носителе:

- статья подается в формате DOC, RTF;
- название файла должно выглядеть следующим образом:

Иванов_Особенности преподавания информатики

Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.

5. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят внешнее рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. Копии рецензий направляются авторам для ознакомления. В случае несоответствия статьи тематике журнала авторам направляется мотивированный отказ. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет. Редакция журнала при поступлении запроса направляет копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации.

7. Плата за публикацию с аспирантов не взимается

СТРУКТУРА СТАТЬИ:

УДК 423-3 (14 кг)

**ВЛИЯНИЕ СТИМУЛИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ
НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ СКОТА (14 кг, п/ж)**

¹И.О. Иванов, доктор биологических наук, профессор

²П.П. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Павлодарский государственный университет

E-mail: vet@ngs.ru

Ключевые слова: стимулирующая добавка, препарат, скот, (7-10 слов)

Реферат. Показана эффективность применения препарата при заключительном откорме скота. У животных, получивших испытываемый препарат, в мясе содержалось влаги меньше на 2 % (1500–2000 знаков).

ВВЕДЕНИЕ (БЕЗ УКАЗАНИЯ НАЗВАНИЯ РАЗДЕЛА)

2500–3000 знаков. В обязательном порядке даются ссылки на литературные источники

Цель исследований – (излагается в конце вводной части)

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Указывается что являлось объектом исследований, какие использовались методы, методики и т.д. С помощью каких программ и расчетов проводилась статистическая обработка данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Приводятся результаты собственных исследований и дается их обсуждение.

Таблицы, графики, рисунки предоставляются в формате Word (дополнительно предоставляются исходные варианты) с возможностью редактирования.

Таблицы должны содержать статистически обработанный материал

ВЫВОДЫ

Должны быть конкретные, **по пунктам**.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05–2008) в виде общего списка в порядке цитирования, шрифт – 14 кг, количество литературных источников – **не менее 10 (для обзорных статей – не менее 50)**. Литература дается на тех языках, на которых она издана.

Проверяйте статью перед подачей в редакционный отдел: точность инициалов упоминаемых авторов (в тексте и в списке литературы), полное описание источников (место, год выхода книги), номера, выпуски у продолжающихся изданий.

ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО СПИСКА

На сайте <http://translit.ru/> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу (формат BGN).

ПЕРЕВОД

Название статьи, ключевые слова, реферат на английском языке

АНКЕТА АВТОРОВ

- Фамилия имя отчество (полностью)
- Ученая степень
- Место работы (полное название организации и подразделения)
- Должность
- Почтовый адрес места работы
- Контактные телефоны, **e-mail**
- **Шифр специальности** (согласно «Номенклатуре ...»), которой соответствует тема и раздел журнала.

Разделы журнала:

- Рациональное природопользование и охрана окружающей среды
- Ресурсосберегающие технологии в земледелии, агрохимии, селекции и семеноводстве
- Контроль качества и безопасность пищевой продукции
- Технологии содержания, кормления и обеспечения ветеринарного благополучия в продуктивном животноводстве
- Достижения ветеринарной науки и практики
- Ветеринарно-санитарная оценка полноценности пищевой продукции
- Хроника, события, факты

