



Сибирский государственный университет
инженерии и биотехнологий

Всероссийская научно-практическая
конференция молодых учёных, студентов и
школьников с международным участием

«Биология: исследования, тенденции, прогнозы»

21-22 апреля 2026 г.

Новосибирск 2026

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ, СТУДЕНТОВ И
ШКОЛЬНИКОВ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

**«БИОЛОГИЯ: ИССЛЕДОВАНИЯ,
ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ»**

**Материалы
(21-22 апреля 2026 г.)**

НОВОСИБИРСК 2026

УДК 57(063)
ББК 28, Я 431
Б634

Биология: исследования, тенденции, прогнозы: всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных, студентов и школьников с международным участием. 21-22 апреля 2026 г., г. Новосибирск / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. – Новосибирск: Университет биотехнологий. – 2026. – 234 с.

Сборник составлен по материалам Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, студентов и школьников с международным участием «Биология: исследования, тенденции, прогнозы», прошедшей 21-22 апреля 2026 г. В работах освещены вопросы: биоразнообразие, структура и динамика популяций и сообществ наземных и водных биоресурсов, аквакультура, товарное рыбоводство и вопросы искусственного рыборазведения; экология и природоохранная деятельность; биотехнологии: актуальные проблемы, исследования, инновации; биологическая и продовольственная безопасность.

Издание представляет интерес для преподавателей вузов, аспирантов и студентов обучающихся по биологическим и ветеринарным специальностям.

Статьи печатаются в авторской редакции

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

УДК 598.296:591.543

АНАЛИЗ СРОКОВ СЕЗОННОЙ МИГРАЦИИ ЗЯБЛИКА (*FRINGILLA COELEBS* L.1758) В НОВОСИБИРСКЕ ПО ДАННЫМ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ

А.А. Баленко, А.А. Огнев

Научный руководитель: Д.В. Кропачев

ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г. Новосибирск, Россия.

Аннотация. В данной статье на примере зяблика (*Fringilla coelebs* L.1758) проверена возможность использования данных платформы iNaturalist в качестве дополнительного источника материала для исследований экологического мониторинга. Выявлена зависимость интенсивности наблюдений от погоды в начале апреля, при этом влияние продолжительности светового дня остаётся определяющим в течение всего изученного периода (с 2020 по 2025 гг.). Установлено, что долгота дня в период массового появления птиц составляет 68 минут и практически идентична профессиональным данным (67 минут) несмотря на календарное расхождение интервалов 50%-й выборки (2-го квартиля), составляющее 9-10 дней более поздних сроков любительских наблюдений. Снижение количества регистраций наблюдателями во второй половине апреля обусловлено скрытностью вида в предгнездовой период. Результаты подтверждают научную ценность любительских наблюдений как перспективного инструмента для экологического мониторинга миграций.

Ключевые слова: iNaturalist; наблюдения любителей; зяблик (*Fringilla coelebs*); весенняя миграция; долгота дня; Новосибирск.

Analysis of the seasonal migration timing of the Chaffinch (*Fringilla coelebs* L. 1758) in Novosibirsk based on open-source data

A.A.Balenko, A.A. Ognev,

D.V. Kropachev, scientific supervisor

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article examines the potential of using the iNaturalist platform as a supplementary source of material for environmental monitoring, using the chaffinch (*Fringilla coelebs* L. 1758) as a case study. A correlation was found between the intensity of observations and weather conditions in early April, while the influence of the photoperiod (day length) remains a determining factor throughout the entire study period (2020–2025). It was established that the day length during the period of mass bird arrival is 68 minutes, which is practically identical to professional data (67 minutes), despite a calendar discrepancy in the 50% sample intervals (2nd quartile) of 9–10 days towards later dates in amateur observations. The decrease in the number of registrations by observers in the second half of April is due to the secretiveness of the species during the pre-nesting period. The results confirm the scientific value of amateur observations as a promising tool for the environmental monitoring of migrations.

Keywords: iNaturalist; birdwatchers' observations; chaffinch (*Fringilla coelebs*); spring migration; day length; Novosibirsk.

Всё чаще iNaturalist становится источником материала для ученых орнитологов, с помощью которого они могут проследить сезонную динамику популяций птиц на территории России. Например, сроки миграции или гнездования, распространение видов [6]. Что делает данную платформу вспомогательным инструментом для исследований

влияния различных условий на жизнь птиц. При этом iNaturalist имеет недостатки в виде отсутствия количественных данных, таких как: численность особей, стай или группировок [6]. А также присутствует неравномерность наблюдений в зависимости от плотности населения.

Несмотря на это, такие материалы могут быть ценными для уточнения сроков миграции птиц в конкретных местах. На момент написания работы данные iNaturalist не привлекались для фенологического анализа авифауны по Новосибирской области, что объясняет актуальность данной статьи.

Целью данной работы является сравнительный анализ полученных фенологических наблюдений весенней миграции на примере зяблика (*Fringilla coelebs*) с помощью платформы iNaturalist с ранее опубликованными данными по городу Новосибирску.

Задачи:

1. Сформировать верифицированную выборку наблюдений зяблика на основе данных платформы iNaturalist на территории Новосибирска в период с 2020 по 2025 гг;
2. Проанализировать зависимость наблюдений динамики количества регистраций вида от температурных факторов и долготы дня;
3. Сопоставить полученные статистические показатели по весенней миграции зяблика с уже известными фенологическими датами;
4. Оценить пригодность данных, собранных любителями-натуралистами для выявления сроков весенней динамики популяции зябликов.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили верифицированные регистрации зяблика (n=101) из открытой базы данных iNaturalist по Новосибирску в период с 2020–2025 гг за март и апрель.

Первичный массив данных был сформирован путем загрузки записей в формате cvs. Для повышения достоверности выборки основными критериями послужили: название таксона «Зяблик», название места Novosibirsk Oblast (2019), RU, дата наблюдения (observed_on), оценка качества наблюдения (quality_grade), подтверждения идентификации вида (num_identification_agreements) от двух и более независимых участников платформы. Также сопоставлялись географические показатели координат (latitude/longitude) с описанием места, введённое наблюдателем (place_guess).

Для выявления температурных условий и продолжительности светового дня (долготы дня) использовалась информация о среднесуточной температуре атмосферного воздуха (ресурс «Расписание Погоды») и показатели астрономической долготы дня (сайт <https://voshod-solnca.ru>).

Статистический анализ сроков прилёта проводился в программе MS Excel с использованием метода «ящик с усами». Согласно методике, упоминаемой в работе Жимулёва, для характеристики периодов рассчитывалась медиана, межквартильный интервал (50% выборки) и момент массового присутствия вида (90% выборки), что в дальнейшем позволило сопоставить результаты.

Результаты

Наиболее показательным периодом начала прилёта является интервал с 30 марта по 4 апреля, когда количество регистраций вида резко возрастает до 8 единиц, что происходит на фоне одновременного повышения среднесуточной температуры атмосферного воздуха (до +4,3°C) и увеличения астрономической долготы дня (от 774 до 797 минут) (рис.1).

Медиана прилёта приходится на 15 апреля. Половина регистраций составляют интервал в с 6 по 22 апреля (16 дней), а 90% регистраций растянуто в момент с 1 по 29 апреля (29 дней). При этом установлено, что достижение второго квартиля (50% выборки) соответствует средней долготы дня 68 минут (табл. 1).

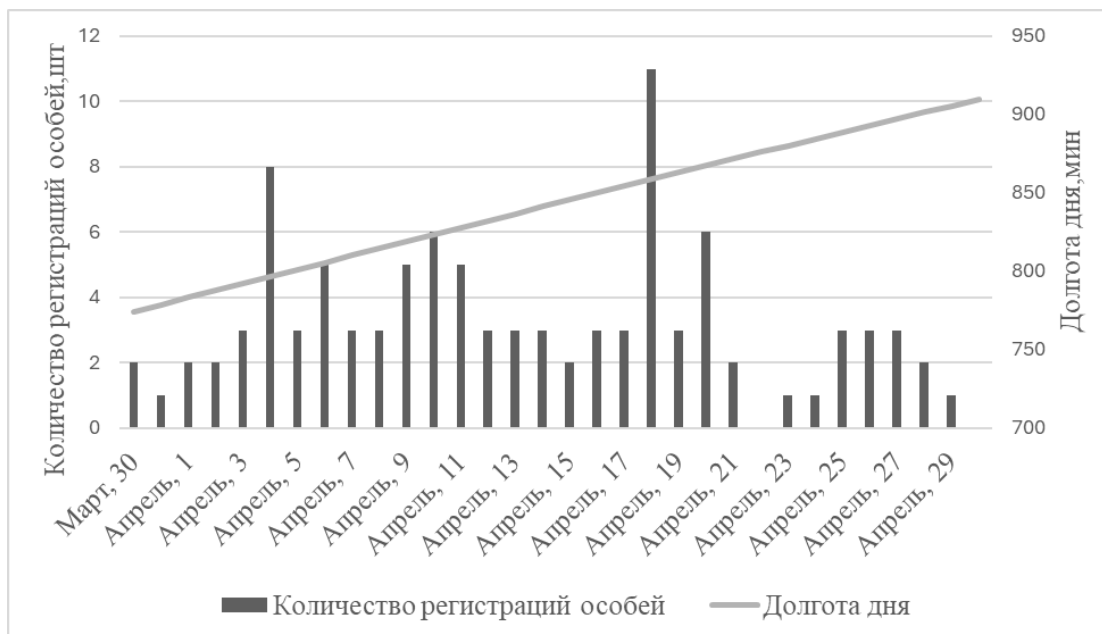


Рис. 1. Интенсивность весеннего пролета зяблика в зависимости от продолжительности светового дня в Новосибирске (2020–2025 гг.)

Показательно, что пик количества регистраций опережает пик температуры атмосферного воздуха сначала с разрывом в 2 дня (с 4 по 6 апреля), в 3 дня (с 10 по 13 апреля) и в 5 дней (с 18 по 23 апреля) (рис.2).

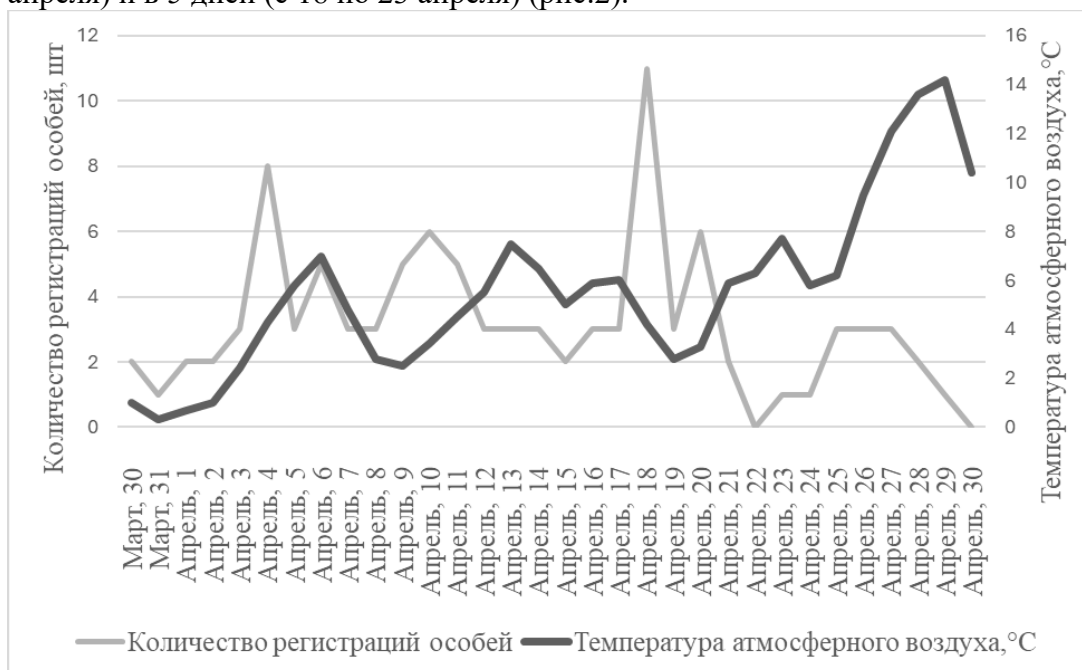


Рис. 2. Интенсивность весеннего пролета зяблика с ходом температур в Новосибирске (2020–2025 гг.)

Обсуждение

Обсуждение строится на сопоставлении полученных данных с материалами многолетних фенологических исследований по Новосибирску. Сравнение сроков прилёта зяблика, зафиксированных на iNaturalist с работами следующих авторов: Рябицев В.К., Цыбулин С.М и Жимулёв И.Ф. позволяет выявить важные закономерности. Как отмечает Рябицев В.К. весенний прилёт зябликов растянут, а период между от появления первых особей до начала строительства гнезд составляет около месяца [4]. Цыбулин С.М. указывает

на первые прилёты зяблика в Академгородке: 9 апреля в 1977г., 10 апреля в 1976 г., 12 апреля в 1978 г. [5]. При сопоставлении с результатами Жимулёва И.Ф на 12 апреля выпадает медиана ранних весенних сроков прилёта (без выраженного пика) [2], тогда как в полученных нами результатах пик прослеживается 18 апреля. Такие различия могут быть обусловлены тем, что записи с iNaturalist в большей степени отражают период массового присутствия вида, а не самые ранние весенние встречи [2]. Таким образом, регистрации любителей-натуралистов подтверждают общие тенденции, выявленные специалистами за многолетний период.

Таблица 1 — Статистические показатели регистрации зяблика (*Fringilla coelebs*) в г. Новосибирске по данным платформы iNaturalist (2020–2025 гг.)

Характер регистрируемых сроков прилёта	Число дат	Медиана	Варьирование сроков регистрации			Средняя долгота дня		
			4 квантиля 100%	2QR+2wh (90%)	2 квантиля (50%)	4 квантиля 100%	2QR+2wh (90%)	2 квантиля (50%)
Период массовых регистраций (iNaturalist)	101	15 апр.	30.03-30.04	01.04-29.04	06.04-22.04	136'	122'	68'

Упомянутые ранее разрывы между пиками количества регистраций и пиками температуры, говорят о большем влиянии долготы дня на миграцию вида начиная с 10-х чисел апреля. Несмотря на календарный разрыв между медианами (3 апреля и 15 апреля) и интервалами 50% составляющих разницу 9–10 дней в сторону более поздних сроков, продолжительность светового дня остаётся практически неизменной в данный период (67 и 68 минут) (табл.2).

Таблица 2 — Сравнительный анализ фенологических параметров прилёта зяблика по материалам многолетних наблюдений и данным из свободных источников (iNaturalist)

Характер регистрируемых сроков прилёта	Число дат	Медиана	Варьирование сроков регистрации			Варьирование светового дня в Новосибирске		
			4 квантиля 100%	2QR+2wh (90%)	2 квантиля (50%)	4 квантиля 100%	2QR+2wh (90%)	2 квантиля (50%)
Период массовых регистраций (iNaturalist)	101	15 апр.	30.03-30.04	01.04-29.04	06.04-22.04	136'	122'	68'
Многолетние сроки ранних прилётов (Жимулёв, 2023)	48	3 апр.	18.03-22.04	23.03-18.04	28.03-12.04	156'	111'	67'

Различие всего в 1 минуту с профессиональными данными свидетельствует о том, что материалы наблюдений любителей природы корректно фиксируют биологическую закономерность влияния долготы дня на миграцию зябликов.

Особенностью динамики графика на Рис.1 во второй половине месяца сразу после 18 апреля, является выраженное расхождение. При росте среднесуточных температур (от +2,8 до +14,2 °С) количество встреч наоборот уменьшается. Стоит уточнить, что данный спад регистраций приходится на начало предгнездового периода популяции, когда птица становится менее заметной для наблюдателя, переходя к закреплению на гнездовых участках и последующему строительству гнёзд [5].

Заключение

В ходе проведенного исследования была сформирована и верифицирована выборка встреч зябликов (*Fringilla coelebs*) в г. Новосибирске в период с 2020 по 2025 гг. Анализ динамики количества регистраций вида показал, что в начале апреля прослеживается зависимость активности птиц от температуры атмосферного воздуха, в то время как астрономическая долгота дня оказывает стабильное влияние на ход миграции. Сравнительный анализ известных фенологических дат и полученных нами результатов достоверных различий не имеет. Тем не менее методика получения первичных данных любителями природы имеет ограничения в виде неравномерности усилий наблюдений и фиксации массового прилёта популяции, а не единичных ранних прилётов. Исходя из вышеперечисленного, данные, собранные любителями-натуралистами, имеют научную ценность, пригодны для выявления сроков весенней динамики популяции зябликов и могут быть использованы в качестве дополнительных ресурсов для экологического мониторинга.

Список литературы

1. Время восхода и захода солнца в Новосибирске [Электронный ресурс]. — URL: <https://voshod-solnca.ru> (дата обращения:10.04.2026).
2. Жимулёв, И. Ф. Продолжительность светового дня как возможный побудительный стимул весенних и осенних миграций у птиц правобережья реки Оби в Новосибирской области / И. Ф. Жимулёв, О. В. Антоненко // Русский орнитологический журнал. – 2023. – Т. 32, № 2303. – С. 2033-2054. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53762646> (дата обращения:13.04.2026).
3. Расписание Погоды. [Электронный ресурс] — URL: <https://rp5.ru> (дата обращения:10.04.2026).
4. Рябицев, В. К. Птицы Урала, Приуралья и Западной Сибири: справочник-определитель / В. К. Рябицев. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2001. — 608 с. : ил.
5. Цыбулин, С. М. Птицы диффузного города (на примере Новосибирского Академгородка) / С. М. Цыбулин. — Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. — 169 с.
6. Эбель, А. Л. Наблюдения любителей как инструмент авифаунистических исследований / А. Л. Эбель // Алтайский зоологический журнал. – 2025. – № 26. – С. 179-182. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=83246431> (дата обращения:07.04.2026).

УДК 631.416.8 + 504.064

АНАЛИЗ ПОЧВ Г.НОВОСИБИРСКА НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

И.В. Васильцова, Л.Ю. Гуленков, И.О. Исмаилова

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, irinse120@gmail.com

Аннотация. В ходе исследования был проведен анализ проб верхнего горизонта почв (0-5 см) на содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов. Пробные площадки располагались на территории Новосибирска и Новосибирской области, в зонах с разным уровнем антропогенной нагрузки. Оценивались концентрации цинка, кадмия, свинца и меди. Вольтамперометрический анализ продемонстрировал, что концентрации цинка, кадмия и меди не превышают многолетний фоновый показатель для Западной

Сибири, в то же время содержание свинца на всех исследуемых площадках превысило средний многолетний фон. Сравнение по предельно-допустимому содержанию (ПДС) кислоторастворимых форм тяжелых металлов выявило отклонение от нормы лишь по содержанию свинца на территории ПККО «Засельцовский».

Ключевые слова: тяжелые металлы; кислоторастворимые формы; цинк; кадмий; свинец; медь.

SOIL ANALYSIS FOR HEAVY METAL CONTENT IN NOVOSIBIRSK

I.V. Vasiltsova, L.Y. Gulenkov, I.O. Ismagilova

Abstract: During the study, the upper soil horizon (0-5 cm) was analyzed for the content of acid-soluble forms of heavy metals. The test sites were located in Novosibirsk and the Novosibirsk Region, in areas with different levels of anthropogenic impact. The concentrations of zinc (Zn), cadmium (Cd), plumbum (Pb), and cuprum (Cu) were evaluated. The voltammetric analysis demonstrated that the concentrations of zinc (Zn), cadmium (Cd), and cuprum (Cu) do not exceed the long-term background levels for Western Siberia, while the concentration of plumbum (Pb) exceeded the average long-term background level at all the test sites. A comparison of the maximum permissible content (MPC) of acid-soluble forms of heavy metals revealed a deviation from the norm only in the plumbum (Pb) content on the territory of the Zaelsovsky Park.

Keywords: heavy metals; acid-soluble forms; zinc (Zn); cadmium (Cd); plumbum (Pb); cuprum (Cu).

Почвы активно аккумулируют тяжелые металлы из атмосферы, поверхностных и подземных вод. В условиях активной урбанизации городские почвы наиболее подвержены загрязнению из-за промышленной деятельности, активной застройки, повсеместных транспортных сетей и других коммуникаций. Буферная способность почв подвержена истощению и при нерациональном использовании может быть исчерпана, что приведет к деградации почвенного покрова [4, 5].

Тяжелые металлы окружают нас везде и многие являются жизненно необходимыми элементами. Опасность заключается в токсичности даже при низких концентрациях и способности аккумулироваться в живых организмах, что может приводить к нарушениям жизненно важных процессов [6].

В верхнем горизонте почв активно аккумулируются кислоторастворимые формы тяжелых металлов из-за содержания гумуса, обладающего высокой депонирующей способностью. Гумусовые кислоты образуют с тяжелыми металлами комплексные соединения, которые характеризуются малоподвижностью за счет чего не уходят в нижележащие горизонты [1, 3].

Цель работы: изучить содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов в верхнем горизонте почв, которые по-разному подвержены человеческому воздействию в пределах урбанизированных территорий.

Материалы и методы

Для исследования были выбраны четыре точки с разной антропогенной нагрузкой и одна в качестве контроля (условно чистая зона):

1. Караканский бор (54.322733, 81.920050) – условно чистая зона;
2. Засельцовский бор (55.052834, 82.829861);
3. ПККО «Березовая роща» (55.047235, 82.952802);
4. Красный проспект (55.059340, 82.912264).

Сбор почвенных образцов проводился в третьей декаде июня 2025 года на пробных площадках 10×10м методом конверта, посредством снятия верхнего (0 – 5 см) слоя почвы.

Предварительно почва была просушена до постоянной массы, очищена от механических примесей, просеяна через сито диаметром 1 мм. Подготовленную навеску воздушно-сухой пробы ($5,00 \pm 0,01$ г) вносили в химический стакан (200-300 см³). Мерным

цилиндром добавляли к навеске пробы 50,0 см³ азотной кислоты концентрации 1 моль/дм³ (соотношение проба:кислота – 1:10). Вращательным движением колбы перемешивали пробу. Взбалтывали суспензию на ротаторе в течение часа и настаивали в течение суток в герметично закрытой колбе.

По истечению суток пробу отфильтровывали через складчатый фильтр (предварительно промытый азотной кислотой концентрации 1 моль/дм³) в мерную колбу вместимостью 50,0 см³. При фильтровании проба перемешивается и переносится на фильтр по возможности полностью. Полученный фильтрат доводят до метки 50,0 см³ бидистиллированной водой.

Содержание тяжелых металлов устанавливали методом инверсионной вольтамперометрии по стандартной методике ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06. Исследование проб проводилось на анализаторе «ТА-07», подключенному совместно с ПК. Определения для каждого образца выполнялись в 3-кратной повторности, полученные данные обрабатывались с помощью методов вариационной статистики программным обеспечением Excel.

Результаты и обсуждение

Цинк. Анализ содержания цинка в почвах показал близкие значения на двух исследуемых территориях (1, 3), где его концентрация колебалась в диапазоне от 25 до 27 мг/кг. Несущественное повышение содержания цинка отмечено в зоне ул. Красный проспект (4). Максимальные концентрации данного металла обнаруживаются на территории ПКиО «Заельцовский», где достигают значения в 54,7 мг/кг (рис. 1).

Медь. Содержание меди в почвах поверхностного слоя демонстрирует ожидаемую динамику. На территории условно чистой зоны (1) металл не обнаруживается, в то время как его предельная концентрация выявлена в городской среде на ул. Красный проспект (4). Зеленые зоны города (2, 3) имеют промежуточные значения по содержанию меди, при том, что значение в ПКиО «Заельцовский» (2) ближе к показателю чистой зоны, а ПКиО «Березовая роща» (3) – к значению ул. Красный проспект (рис. 3).

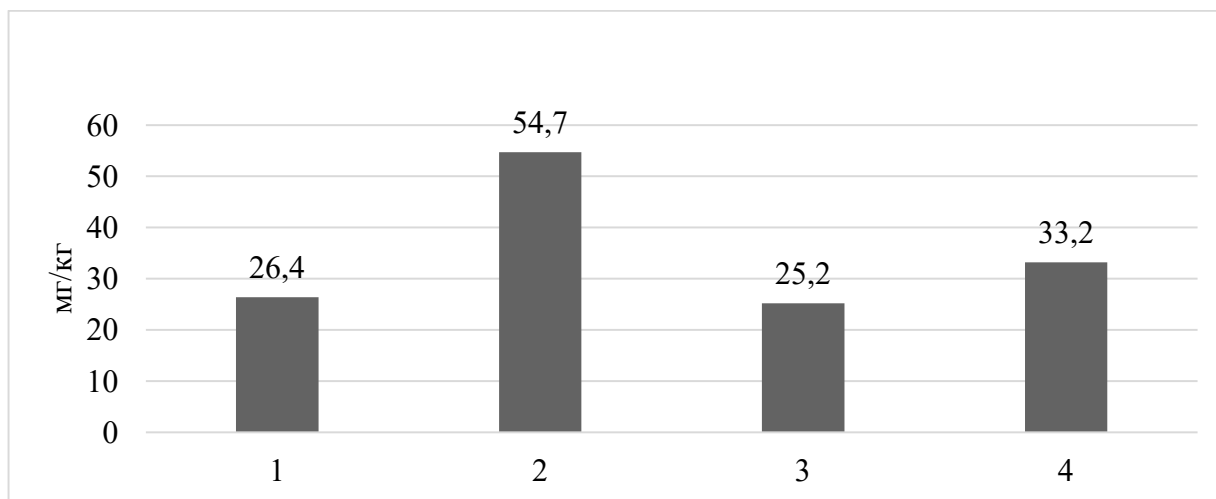


Рис. 1. – Содержание кислоторастворимых форм цинка в почвах

Кадмий. В ходе исследования кадмий на первых трёх исследуемых территориях (1,2,3) выявлен не был. Незначительное содержание кислоторастворимых форм данного металла на уровне 0,2 было обнаружено в зоне ул. Красный проспект.

Свинец. Максимальная концентрация кислоторастворимых форм свинца выявлена на территории ПКиО «Березовая роща», она составляет 61,3 мг/кг. Существенно меньше содержание таких форм свинца в остальных зонах городской среды (2, 4). Минимальное значение свинца ожидаемо наблюдается в чистой зоне (1) Караканского бора (рис. 2).

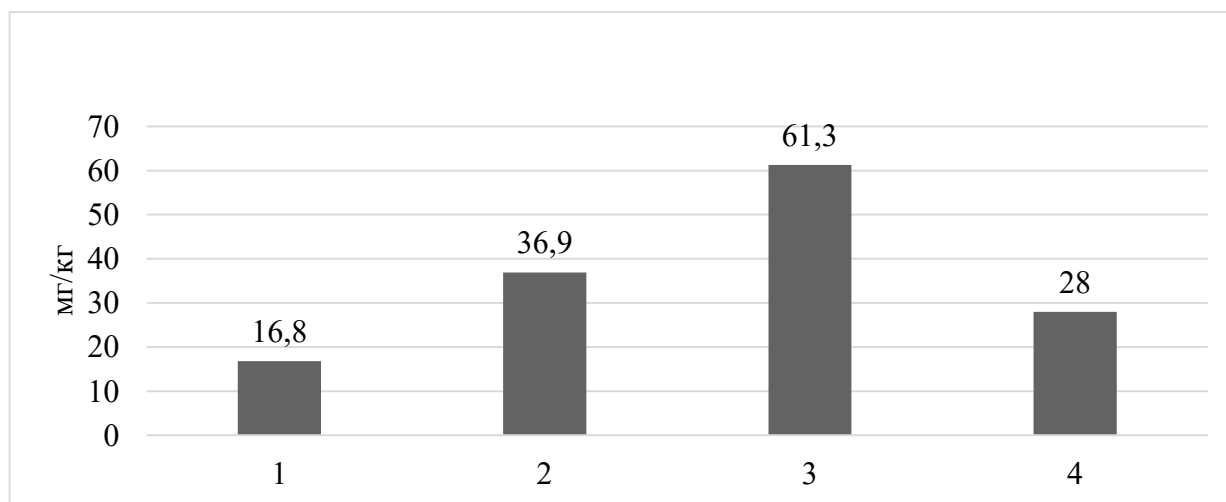


Рис. 2 – Содержания кислоторастворимых форм свинца в почвах

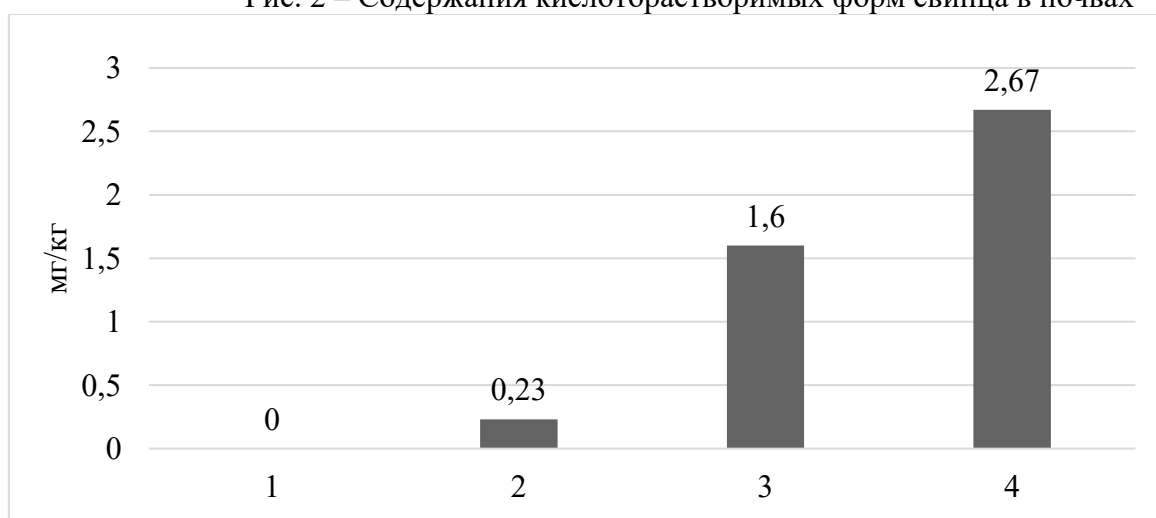


Рис 3. – Содержание кислоторастворимых форм меди в почвах

Министерство природных ресурсов и экологии РФ осуществляет мониторинг состояния почв по фоновому содержанию кислоторастворимых форм тяжелых металлов на территории Западной Сибири для четырех городов: Кемерово, Новокузнецка, Новосибирска и Томска, средняя по всему региону составляет (табл. 1). Посты наблюдения расположены на расстоянии 30-50 км от вышеперечисленных городов, что исключает загрязнения в ходе интенсивной антропогенной деятельности [2].

Таблица 1 – Содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов в почвах Западной Сибири

		Местоположение				Среднее по Западной Сибири
		Кемерово	Новокузнецк	Новосибирск	Томск	
Концентрация металла, мг/кг	Cu	20,1	22,4	26	17,1	21,4
	Cd	0,44	0,27	0,52	0,34	0,3925
	Pb	16,02	16	7,08	12,3	12,85
	Zn	57,8	62,4	119	63,5	75,675

Сравнение полученных данных с многолетними наблюдениями демонстрирует, что содержание кислоторастворимых форм меди и кадмия находится ниже фоновых значений. Цинк лишь на территории ПККО «Заельцовский» приближается к верхним границам фоновых значений. В свою очередь, содержание кислоторастворимых форм свинца превышает средние показатели на всех исследуемых площадках. Наиболее близкое к фоновому значение обнаружено на территории условно чистой зоны (1), на остальных территориях (2,3,4) наблюдается превышение в 2 и более раз.

Некоторые авторы [1] используют для оценки загрязнения почв показатели ПДС (предельно-допустимое содержание), установленные Чулджиян, Х. (табл. 2) [7].

Таблица 2 – Предельно допустимые содержания (ПДС) тяжелых металлов в почвах

Тяжелый металл	Zn	Cd	Pb	Cu
ПДС, мг/кг	60	1	60	50

Превышение предельно допустимых содержаний выявлено только по свинцу (Pb) в почвах ПККО «Заельцовский», что может быть связано с многолетним накоплением в почвах. В остальном превышений ПДС обнаружено не было. Все тяжелые металлы содержатся в пределах установленной нормы.

Выводы

Территория Караканского бора (1) отвечает своему статусу условно- чистой зоны. В ней обнаруживаются более низкие концентрации по кислоторастворимым формам всех тяжелых металлов за исключением цинка (Zn).

Наиболее загрязненной по меди (Cu) и кадмию (Cd) является зона ул. Красный проспект, по свинцу (Pb) – ПККО «Заельцовский», по цинку (Zn) – ПККО «Березовая роща». Городская среда имеет неравномерное загрязнение кислоторастворимыми формами тяжелых металлов.

Все показатели, кроме содержания свинца (Pb), не превышают средний многолетний фон, характерный для Западной Сибири. Превышения концентрации свинца (Pb) отмечены в 2 и более раз.

В сравнении с условными показателями предельно допустимых содержаний (ПДС) кислоторастворимых форм тяжелых металлов превышение нормы выявлено лишь по свинцу (Pb) в зоне ПККО «Заельцовский». Содержание свинца (Pb) на данной территории превосходит значение ПДС на 2,2%.

Список литературы

1. Бородин, Н.А. Оценка техногенного загрязнения по содержанию кислоторастворимых форм тяжелых металлов в урбанизированных почвах города Свободного (Амурского края) / Н.А. Бородин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014. – №1(4). – С. 1055-1058.
2. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2023 году. Ежегодник / ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун». – Обнинск, 2024. – 121 с.
3. Ильин, В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, 1991. – 151 с.
4. Трифонова, Т.А. Тяжелые металлы в почвах различных функциональных зон урбанизированных территорий: оценка содержания и экологического риска / Т.А. Трифонова, И.Н. Курочкин, Ю.Н. Курбатов // Теоретическая и прикладная экология. – 2023. – №2. – С. 38-46. DOI: 10.25750/1995-4301-2023-2-038-046.
5. Тяжелые металлы в городских почвах Приволжского округа: сопряженный анализ официальных данных / Т.А. Парамонова, Г.М. Черногаева, Н.Н. Лукьянова, М.С.

Парамонов // Почвоведение. – 2023. – №11. – С. 1472-1488. DOI: 10.31857/S0032180X23600300.

6. Чимитдоржиева, Г.Д. Тяжелые металлы в почвах степных экосистем Западного Забайкалья / Г.Д. Чимитдоржиева, Е.А. Бодеева, Э.О. Чимитдоржиева // Аридные экосистемы. – 2022. – №2(91). – С. 62-70. DOI: 10.24412/1993-3916-2022-2-62-70.

7. Чулджиян, Х. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Х. Чулджиян, С. Корвета, З. Фацек // Экологическая конференция. – Братислава. 1988. – № 1. – С. 5-24.

УДК 582.26

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ ВОДОЕМОВ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

В.С. Иванов, В.В. Чагин

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан, Россия,

Ivanov_vs2020@mail.ru

Аннотация. В статье представлены обобщённые результаты исследований альгофлоры озёр и рек Республики Хакасия. На основе анализа литературных данных и исследований выявлено, что альгофлора водоёмов региона насчитывает более 562 таксонов видового и внутривидового ранга, относящихся к 121 роду, 60 семействам и 10 отделам: *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Charophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, *Rhodophyta*. Ведущая роль в формировании таксономического разнообразия принадлежит диатомовым, цианобактериям и зелёным водорослям. Приведены количественные данные по отдельным озёрам и речным системам.

Ключевые слова: Альгофлора; водоросли; биоразнообразие; таксономический состав; озёра; реки; Республика Хакасия; *Bacillariophyta*; *Cyanoprokaryota*; *Chlorophyta*.

ALGAE BIODIVERSITY OF WATER BODIES IN THE REPUBLIC OF KhAKASIA

V.S. Ivanov, V.V. Chagin

N.F. Katanov Khakass State University, Abakan, Russia, Ivanov_vs2020@mail.ru

Abstract. The article presents the summarized results of studies of the algal flora of lakes and rivers of the Republic of Khakassia. Based on the analysis of literature data and studies, it was revealed that the algal flora of the region's water bodies includes more than 562 taxa of species and intraspecific rank belonging to 121 genera, 60 families, and 10 divisions: *Bacillariophyta*, *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Charophyta*, *Dinophyta*, *Chrysophyta*, *Xanthophyta*, *Cryptophyta*, and *Rhodophyta*. Diatoms, cyanobacteria, and green algae play a leading role in shaping taxonomic diversity. Quantitative data are provided for individual lakes and river systems.

Keywords: algoflora; algae; biodiversity; taxonomic composition; lakes; rivers; Republic of Khakassia; *Bacillariophyta*; *Cyanoprokaryota*; *Chlorophyta*.

Республика Хакасия расположена в юго-западной части Восточной Сибири, в пределах Минусинской котловины, и характеризуется уникальным сочетанием степных, лесостепных и горно-таёжных ландшафтов. Гидрографическая сеть региона включает как крупные речные системы (р. Абакан, р. Енисей и их притоки), так и многочисленные озёра, значительная часть которых отличается повышенной минерализацией и представляет особый интерес для гидробиологических исследований.

Альгофлора водоёмов Республики Хакасии является важнейшим компонентом водных экосистем, во многом определяющим их трофический статус, продуктивность и качество воды. Водоросли выступают первичными продуцентами органического вещества, участвуют в процессах самоочищения водоёмов, служат индикаторами экологического состояния водных объектов и являются кормовой базой для зоопланктона и рыб.

Таксономический список водорослей, представлен 562 таксонами видового и внутривидового ранга, принадлежащими к 121 роду, 60 семействам и 10 отделам. Распределение таксонов по отделам демонстрирует явное преобладание трёх групп:

Bacillariophyta (диатомовые) - наиболее многочисленный отдел, составляющий основу таксономического разнообразия;

Суанопhyta (синезелёные водоросли) - вторая по численности группа, особенно в минерализованных озёрах;

Chlorophyta (зелёные) - третий по разнообразию отдел, широко представленный в планктоне и бентосе.

Остальные семь отделов (Euglenophyta, Charophyta, Dinophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Cryptophyta, Rhodophyta) представлены меньшим числом таксонов, однако их присутствие свидетельствует о высоком общем биоразнообразии и сложной структуре альгоценозов.

В таблице 1 представлены сводные данные о таксономическом составе водорослей озёр Хакасии, различающихся по уровню минерализации.

Таблица 1 - Таксономический состав водорослей некоторых озёр Республики Хакасия

Озеро	Минерализация	Всего видов	Число отделов	Ведущие отделы	Доминирующие виды
Алтайское	Солёное	93	7	Bacillariophyta, Cyanoprokaryota, Chlorophyta	<i>Limnospira fusiformis</i>
Шира	Солёное	95	1	Bacillariophyta	<i>Nitzschia, Navicula</i>
Шунет	Солёное	179	1	Bacillariophyta, Naviculaceae	<i>Ctenophora pulchella, Cocconeis placentula</i>
Харыхколь	Степное	127	9	Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanoprokaryota	<i>Cladophora glomerata, Ulnaria capitata, Cocconeis placentula</i>
Иткуль	Пресное	95	1	Bacillariophyta, Cymbellaceae	<i>Mastogloia lacustris, Meridion circulare, Achnanthyidium minutissimum</i>

В солёных озёрах (Алтайское, Шира, Шунет) наблюдается снижение общего видового разнообразия при одновременном доминировании ограниченного числа видов, адаптированных к экстремальным условиям. Характерной особенностью солёного оз. Алтайское является массовое развитие цианобактерии *Limnospira fusiformis*, вызывающей "цветение" водоёма в летний период и формирующей устойчивый доминирующий комплекс во всех альгоценозах.

В солоноватых и пресных озёрах таксономическое разнообразие существенно выше. Так, в оз. Харыхколь выявлено 127 видов из 9 отделов, при ведущей роли диатомовых и зелёных водорослей. В пресноводном оз. Иткуль, характеризующемся высокой прозрачностью воды, эпипитон представлен 95 видами диатомовых водорослей.

Исследования фитопланктона речных систем Хакасии носят более фрагментарный характер по сравнению с озёрными экосистемами. Наиболее изученной является Абаканская протока р. Енисей, для которой имеются данные о таксономическом составе фитопланктона.

Всего зарегистрировано 75 видов из 8 отделов: Bacillariophyta - 31 вид, Chlorophyta - 24 вида, Cyanobacteria - 9 видов, Euglenophyta - 4 вида, Dinophyta - 3 вида, Chrysophyta - 2 вида, Cryptophyta - 1 вид, Xanthophyta - 1 вид. В летние месяцы в Абаканской протоке наблюдается массовое развитие зелёной нитчатой водоросли *Spirogyra sp.*, что связано с антропогенным воздействием.

Ряд видов водорослей, обитающих в водоёмах Республики Хакасии, имеет важное экологическое и хозяйственное значение (табл. 2).

Альгофлора водоёмов Республики Хакасии характеризуется высоким таксономическим разнообразием: в озёрах степных участков заповедника «Хакасский», в которых находится более 500 таксонов водорослей из 10 отделов.

Таблица 2 - Экологическое и хозяйственное значение разных видов водорослей.

Вид водорослей	Значение
Цианобактерии (<i>Limnospira fusiformis</i> , виды рода <i>Microcystis</i>)	Возбудители "цветения" воды, способные продуцировать токсины, опасные для гидробионтов и человека.
Зелёные нитчатые водоросли (<i>Cladophora glomerata</i> , <i>Spirogyra sp.</i>)	При массовом развитии вызывают заиливание водоёмов, ухудшение качества воды и снижение рекреационной привлекательности.
Диатомовые водоросли	Основные продуценты органического вещества в озёрах и реках, индикаторы трофического статуса и качества воды.

Основу видового богатства составляют диатомовые (Bacillariophyta), цианобактерии (Cyanoprokaryota) и зеленые (Chlorophyta) водоросли.

Таксономический состав и структура альгоценозов определяются степенью минерализации водоёма: в солёных озёрах видовое разнообразие снижено, но наблюдается формирование монодоминантных комплексов с участием цианобактерий.

В речных системах (Абаканская протока р. Енисей) зарегистрировано более 70 видов водорослей из 8 отделов с преобладанием диатомовых и зеленых.

Список литературы

1. Макеева, Е. Г. Водоросли соленого оз. Алтайское (Республика Хакасия): таксономический состав и экологические особенности / Е. Г. Макеева, Н. В. Осипова // Биология внутренних вод. – 2022. – № 2. – С. 118-126.
2. Клочкова, Н. Г. Необычная форма совместного произрастания зеленой водоросли *Codium ritteri* и бурой водоросли *Eualaria fistulosa* / Н. Г. Клочкова // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Сборник научных статей, по материалам XXVI Всероссийской научной конференции, Петропавловск-Камчатский, 12–13 ноября 2025 года. – Петропавловск-Камчатский: Центр охраны дикой природы, 2025. – С. 314-319.
3. Мирошниченко, Е. С. Диатомовые водоросли и цианобактерии эпифитона зелёных водорослей-макрофитов Самсунского залива Чёрного моря (Турция) / Е. С. Мирошниченко, А. Г. Широаян, Л. И. Рябушко // Понт Эвксинский - 2019 : материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных по проблемам водных экосистем, посвященной памяти д.б.н., проф. С. Б. Гулина, Севастополь, 23–27 сентября 2019 года. – Севастополь: Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН, 2019. – С. 48-50.
4. Егорова, И. Н. Дополнительные сведения о наземных водорослях горного Алтая (Республика Алтай, Россия) / И. Н. Егорова, Г. С. Шамбуева, Т. И. Морозова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2019. – № 18. – С. 254-258.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОНДАТРЫ (*ONDATRA ZIBETHICUS*) В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

К.В. Гринь, А.А. Стеклова, Д.В. Кропачев

ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.

Новосибирск, Россия

karina.grin@internet.ru

anastasiya20-07@mail.ru

Аннотация. Ондатра (*Ondatra zibethicus*) является одним из важнейших видов пушных зверей в Западной Сибири, которых привезли из Северной Америки, успешно сформировавших устойчивые популяции. В статье представлен анализ состояния, динамики численности и пространственного распределения популяции ондатры в Новосибирской области за период 2017 – 2025 гг. на основе данных государственного мониторинга охотничьих ресурсов. Выявлено, что численность вида демонстрирует устойчивый рост после 2010-х годов, достигнув в 2024 г значений сопоставимых с уровнем 2018 г. В 2022 г был достигнут пик численности – 518,8 тыс. особей, после чего в 2023 – 2024 гг. отмечена незначительная отрицательная коррекция до уровня 445,2 тыс. особей, что соответствует фазе стабилизации. Пространственное размещение вида крайне неравномерно: основные запасы сконцентрированы в озёрных системах Барабинской лесостепи и Кулунды, особенно в Купинском, Чановском и Чистоозёрном районах, где плотность населения достигает 15 – 17 ос./км². В восточных предгорных и северных таёжных районах области численность ондатры остаётся стабильно низкой. Лимитирующими факторами выступают гидрологический режим водоёмов, суровость зимних условий, эпизоотии и трансформация местообитаний. Снижение степени воздействия охотничьего промысла на популяцию способствует накоплению биомассы вида и усиливает его средообразующую роль в биоценозах. Полученные данные могут служить основой для составления плана рационального использования ресурсов ондатры и прогнозирования изменений в экосистемах региона.

Ключевые слова. Ондатра; акклиматизация; численность; популяция; динамика; распределение; интродукция; угожья; мониторинг.

CURRENT STATE OF THE MUSKRAT POPULATION (*Ondatra zibethicus*) IN THE NOVOSIBIRSK REGION

K.V. Grin, A.A. Steklova, D.V. Kropachev

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

E-mail: karina.grin@internet.ru, anastasiya20-07@mail.ru

Abstract. Muskrat (*Ondatra zibethicus*) is one of the most important fur-bearing species in Western Siberia, which was introduced from North America and has successfully formed stable populations. This article presents an analysis of the current state, population dynamics, and spatial distribution of the muskrat population in the Novosibirsk Region for the period 2017–2025, based on data from the state hunting resources monitoring. It has been revealed that the species' abundance demonstrates a steady growth since the 2010s, reaching values in 2024 comparable to the level of 2018. A population peak of 518.8 thousand individuals was achieved in 2022, followed by a minor negative correction to 445.2 thousand individuals in 2023–2024, which corresponds to a stabilization phase. The spatial distribution of the species is extremely uneven: the main stocks are concentrated in the lake systems of the Baraba forest-steppe and Kulunda, especially in Kupinsky, Chanovsky, and Chistoozerny districts, where population density reaches 15–17 ind./km². In the eastern foothill and northern taiga areas of the region, muskrat numbers remain consistently low. Limiting factors include the hydrological regime of water bodies, winter severity, epizootics, and habitat transformation. The reduction in hunting pressure on the population

contributes to the accumulation of species biomass and enhances its environment-forming role in biocenoses. The data obtained can serve as a basis for planning the sustainable use of muskrat resources and forecasting ecosystem changes in the region.

Keywords: ондатра; acclimatization; abundance; population; dynamics; distribution; introduction; habitats; monitoring.

Фауна позвоночных животных Новосибирской области (НСО) насчитывает около 414 видов. Отряды грызунов и насекомоядных формируют важнейшую группу мелких млекопитающих. В области их насчитывается свыше 30 видов [5]. Особую роль играет ондатра (*Ondatra zibethicus*). Вид считается чужеродным, т. е. натурализовавшимся за пределами своего исторического ареала [4]. Ондатра, завезённая из Северной Америки, стала обычной для водных биоценозов многих районов нашей страны и вошла в состав современной фауны [2]. Успешной акклиматизации ондатры в России способствовала высокая пластичность и плодовитость данного вида [8; 10]. Данный вид приспособился жить по берегам рек, на морских побережьях и островах, в солёных и пресных озёрах [12].

Мелкие млекопитающие, такие как ондатра, являются удобными индикаторами состояния биоценозов. Они быстро реагируют на внешние изменения, увеличиваясь или понижаясь в своей численности. Ограничивают численность популяций такие факторы, как стресс, недостаток пищи, эпизоотии и отсутствие убежищ [1]. Метод биоиндикации заключается в выявлении экологически значимых природных и антропогенных факторов внешней среды и в анализе зависимости состояния популяций видов-индикаторов от данных факторов [9]. Также учёт численности охотничьих животных необходим для выявления браконьерства. Для этого сопоставляются данные о динамике численности по годам с учётом смертности, рождаемости и миграции зверя [7]. Применение ондатр в биоиндикации и борьба с незаконной охотой указывают на важность мониторинга численности этого вида и актуальность темы исследования.

Важными составляющими любой популяции являются такие показатели, как плотность и численность. Численность представляет собой итог трёх явлений – размножения, смертности и миграций. Она определяется комплексом экзогенных и эндогенных факторов [3]. Плотность – количество особей в популяции, учтённых на определённой территории, имеющей границы, с учётом обитания животных на единицу площади или линейного показателя. Плотность ондатры зависит от некоторых факторов: от силы течения воды в водоёме (чем оно сильнее, тем меньше плотность населения ондатры), от типа водоёма и зоны его расположения (количество особей увеличивается, если в водоёме встречаются затонувшие коряги и стволы деревьев, которые пригодны для устройства хаток), от обилия и доступности кормов [11].

Для обеспечения качественного мониторинга состояния популяции ондатры на территории НСО необходимо тщательно изучить её численность и плотность. Таким образом, цель исследования заключается в обобщении имеющихся литературных и архивных данных по численности ондатры в Новосибирской области.

Материалы и методы исследования

Данное исследование включает в себе анализ существующих данных об учёте численности ондатр на территории НСО. Информация представлена в виде таблиц и графиков.

Существует несколько методов учёта охотничьих животных. Их делят по таким признакам, как объект учёта, охват территории, способ подсчёта, используемая техника и др., но есть и другой способ классификации методов – по биологическим, математическим, географическим и организационным особенностям. Методы учёта также бывают относительными и абсолютными [7].

Учёт ондатры бывает прямым и косвенным. К первому относится абсолютный учёт, при котором происходит учёт нор с выловом зверьков капканами. Проводится он обычно

осенью. Данный метод заключается в подсчёте отверстий нор или подсчёте хаток и облове их капканами. Косвенный метод используется реже, к нему относится относительный учёт. Метод характеризуется учётом по остаткам кормовой деятельности ондатры – кормовым столикам и повреждённым растениям. Этот способ помогает в поиске нор зверьков. В качестве метода косвенного учёта также используется анализ статистических данных пушных заготовок [6].

Объектом исследования является промысловый вид Новосибирской области – ондатра (*Ondatra zibethicus*).

Район исследования – Новосибирская область.

Результаты и обсуждения

По официальным данным о численности млекопитающих, отнесённых к охотничьим ресурсам НСО, за исключением находящихся на особо охраняемых территориях федерального значения, выявлена в отношении ондатры следующая динамика численности, представленная в виде таблицы и графика.

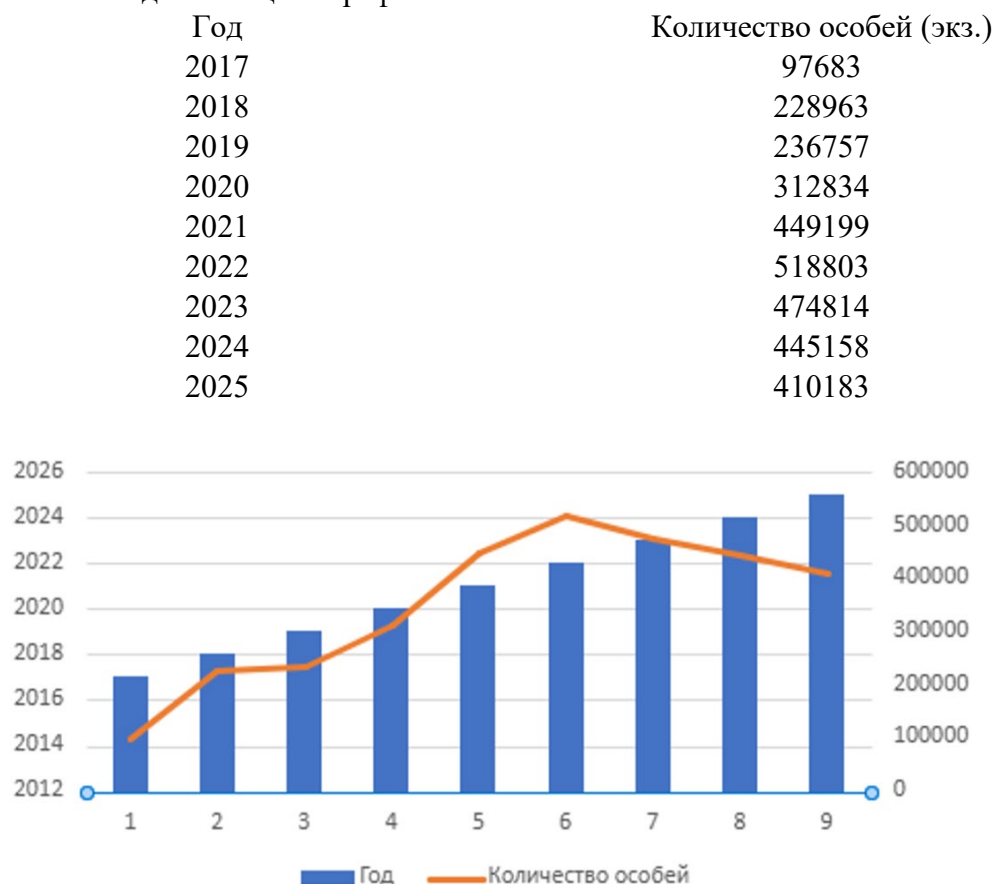


Рис. 1 – Динамика численности ондатры

Анализируя динамику численности вида, мы наблюдаем, что период с 2017 по 2018 гг. характеризовался резким, более чем двукратным скачком численности – с 97,7 до 229,0 тыс. особей. Это может быть связано с изменением методик учета или, что более вероятно, с постдепрессивным ростом популяции, подкрепленным благоприятными гидрологическими условиями в предшествующие годы. Многие исследователи отмечают, что для ондатры характерны циклические колебания численности с периодом в 6–10 лет, которые в значительной степени синхронизированы с климатическими циклами и водностью угодий [1; 11]. В последующие годы (2018–2022) наблюдался устойчивый положительный тренд. Ежегодный прирост составлял от 3,4 до 43,6%. Пик современной численности был зафиксирован в 2022 году, когда поголовье ондатры в области достигло рекордных за последнее десятилетие 518,8 тыс. особей. Столь высокие показатели, вероятно, обусловлены сочетанием нескольких благоприятных факторов: серией мягких

зим и высоких весенних паводков, обеспечивших хорошую выживаемость и успешное размножение, а также низким промысловым прессом на фоне снижения закупочных цен на пушнину и сокращения числа охотников-промысловиков. В 2023–2024 гг. наметилась тенденция к снижению численности до 445,2 тыс. особей. Такая коррекция является ожидаемой для популяций, достигших пика в условиях ограниченной емкости угодий. Снижение может объясняться внутрипопуляционными механизмами регуляции (стресс, снижение плодовитости), естественной убылью из-за возросшей плотности хищников (например, волков в Новосибирской области в 2022 г. было 60 экз., а в 2023 г. уже 129 экз. Лисиц же в 2022 г. было 9722 экз. а в 2023 г. – 9872 экз.) или локальными эпизоотиями, характерными для периода высокой численности грызунов [2; 10].

Пространственное распределение. Пространственное размещение ондатры по территории Новосибирской области крайне неравномерно и определяется наличием пригодных для обитания водно-болотных угодий (табл. 1). Основные запасы вида сконцентрированы в юго-западных и центральных районах, относящихся к Барабинской лесостепи и Кулундинской степи.

Для лучшего понимания ситуации необходимо также проанализировать состояние популяции в каждом из районов Новосибирской области.

На основании данных таблицы можно сделать вывод, что, по состоянию на 2025 г., наибольшая численность ондатры наблюдается в Карасукском районе (161 908 экз.), а наименьшая – в Северном районе (137 экз.). Также известно, что Тогучинский район – единственный район, где ондатра как вид полностью отсутствует. Популяция Карасукского района составляет почти 40% от всего поголовья области. Высокая численность ондатры на территории Новосибирской области обеспечивается обширной системой пресных и слабосоленых озер, включая частично крупнейшее озеро региона – Чаны, а также озера Яркуль, Горькое и многочисленные более мелкие водоемы с развитой тростниково-рогозовой растительностью. Именно мозаичные займищные комплексы с чередованием плесов, протоков и тростниковых зарослей являются станциями переживания и воспроизводства ондатры [6; 11].

Значительные поголовья также сосредоточены в Доволенском и Куйбышевском районах. В совокупности на Доволенский, Карасукский и Куйбышевский районы приходится около 55% всей областной популяции ондатры. Высокая численность характерна для Барабинского, Краснозерского, Убинского и Каргатского районов, также обладающих развитой озерной сетью.

Противоположная картина наблюдается в восточных районах области (Маслянинский, Тогучинский, Болотнинский), расположенных в предгорьях Салаирского кряжа и зоне подтайги. Здесь численность ондатры минимальна (первые сотни или тысячи особей на район), а плотность населения не превышает 0,5 экз./км². Это связано с преобладанием в данных ландшафтах речных систем с быстрым течением и недостаточно развитой высшей водной растительностью, а также с более суровыми условиями зимовки (промерзание мелких водотоков) [4; 11]. Аналогичная ситуация отмечается и в северных таежных районах (Кыштовский, Северный), где ондатра, успешно натурализовавшись, не достигает высокой численности из-за ограниченной кормовой базы и высокой смертности в зимний период [4].

Важным критерием для анализа состояния популяции вида является не только её численность, но и плотность. Для расчёта плотности популяции необходимо разделить общую численность особей на площадь территории. Площадь Новосибирской области равна 177 756 км², следовательно, плотность популяции ондатры на данной территории в 2025 г. будет равна: $410\,183 \text{ экз.} \div 177\,756 \text{ км}^2 = 2,308 \text{ экз./км}^2$. В Карасукском районе, где численность исследуемого вида наибольшая, при площади, равной 4 321 км², плотность популяции ондатры равна 37,470 экз./км². В Северном районе (площадь 15 570 км²) – 0,009 экз./км².

Лимитирующие факторы и биологическое значение. Современное состояние популяции ондатры в Новосибирской области можно охарактеризовать как стабильное с тенденцией к росту. Основным фактором, определяющим многолетнюю динамику численности, является гидрологический режим водоемов Барабы, подверженный естественным циклическим колебаниям. Многоводные фазы, сопровождающиеся высокими и продолжительными паводками, создают оптимальные условия для гнездования, кормодобывания и зимовки, способствуя резкому росту поголовья. В периоды маловодья и засух, напротив, происходит сокращение площади кормовых станций, ухудшение защитных условий и концентрация зверьков на ограниченных участках, что приводит к повышению смертности, особенно среди молодняка, и возникновению эпизоотий (туляремия, лептоспироз) [8; 10; 11].

Таблица 1 — Динамика численности ондатры в районах НСО в период с 2020 г. по 2025 г. (экз.)

Район	Год					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Баганский	3 939	5 031	5 081	5 694	3 689	818
Барабинский	28 767	58 728	57 197	25 962	23 146	22 640
Болотнинский	439	656	792	950	2 765	2 432
Венгеровский	12 337	12 662	17 739	31 841	19 240	16 858
Доволенский	20 066	33 311	43 991	35 561	35 504	37 867
Здвинский	10 717	11 249	14 112	11 813	12 195	11 859
Искитимский	1 856	1 815	1 674	1 976	2 136	2 092
Карасукский	41 809	163 332	161 534	161 100	161 909	161 908
Каргатский	19 282	28 245	33 797	25 407	25 256	14 877
Колыванский	4 272	4 498	4 224	4 648	4 778	4 696
Коченевский	3 662	3 744	612	3 739	2 084	2 263
Кочковский	711	969	3 304	2 361	2 073	1 452
Краснозерский	6 140	5 014	14 285	19 533	17 830	17 704
Куйбышевский	27 633	29 912	39 882	34 871	33 771	27 307
Купинский	11 760	12 210	12 068	8 791	7 411	7 380
Кыштовский	986	1 900	1 115	1 121	1 100	1 071
Маслянинский	1 461	1 730	1 571	1 638	1 601	1 700
Мошковский	698	794	778	691	630	691
Новосибирский	1 127	807	1 895	2 152	1 581	2 316
Ордынский	3 438	2 574	5 090	4 548	5 484	4 824
Северный	8 287	8 103	7 800	5 120	5 120	137
Сузунский	5 868	5 206	4 113	3 864	3 415	2 992
Татарский	32 620	6 158	5 165	5 765	3 932	8 991
Тогучинский	0	0	0	0	0	0
Убинский	13 928	12 901	15 284	14 927	14 679	12 013
Усть-Таркский	4 926	4 794	12 855	12 597	8 179	10 806
Чановский	29 435	28 198	31 193	22 852	30 071	18 851
Черепановский	786	397	2 457	2 453	2 299	2 142
Чистоозерный	10 336	8 301	6 777	6 802	3 313	3 562
Чулымский	5 548	4 063	9 403	16 037	9 967	7 934

Антропогенное влияние в настоящее время выражается не столько в прямом промысловом изъятии, сколько в косвенном воздействии через трансформацию угодий (сельскохозяйственные палы, гидромелиорация) и изменение климата. Снижение промысловой нагрузки привело к «старению» популяции в ряде угодий и накоплению избыточной биомассы, что, с одной стороны, увеличивает кормовую базу для хищников, а с другой – создает предпосылки для всплеск численности в благоприятные годы [2; 7].

Экологическая роль ондатры в регионе неоднозначна. Являясь ценным пушным видом, она в то же время выступает мощным эдификатором водно-болотных биоценозов. Ее роющая деятельность способствует формированию микрорельефа, а строительство хаток и кормовых столиков создает микроместообитания для многих видов беспозвоночных и растений. Однако при высокой плотности населения ондатра способна существенно влиять на структуру растительного покрова, вплоть до полного уничтожения тростниковых зарослей на локальных участках, что может негативно сказываться на гнездовании водоплавающих и околоводных птиц [2; 11].

Заключение

Популяция ондатры на территории региона находится в фазе роста и стабилизации на высоком уровне. После начала 2010-х годов численность возрастала, достигнув исторического максимума за последние десятилетия в 2022 году и незначительно скорректировавшись вниз в 2023–2024 гг.

Пространственное распределение вида крайне неравномерно. Свыше 80% сконцентрировано в озёрных районах Барабинской лесостепи и Кулунды (Купинский, Чановский, Чистоозерный, Карасукский районы). В восточных предгорных и северных таежных районах численность ондатры остается стабильно низкой.

Главным природным фактором, определяющим многолетнюю динамику численности, является гидрологический режим водоемов. Антропогенный пресс в виде охотничьего промысла в настоящее время минимален и не оказывает существенного регулирующего воздействия на популяцию.

Современное состояние ресурсов ондатры в Новосибирской области позволяет рассматривать ее как перспективный объект для возобновления рационального промысла, что может способствовать как получению дополнительной пушной продукции, так и регуляции численности вида с целью снижения его негативного воздействия на водно-болотные экосистемы в очагах высокой плотности.

Список литературы

1. Аvezова, У.М. Структура популяции ондатры (*Ondatra zibethicus*) в условиях Хорезмской области Узбекистана / У.М. Аvezова, С.М. Мамбетуллаева // *Universum: химия и биология*. — 2024. — № 5 (119). — С. 22–27. — DOI 10.32743/UniChem.2024.119.5.17245.
2. Васильев, А.Г. Последствия интродукции ондатры в Западной Сибири: морфофункциональный аспект / А.Г. Васильев, В.Н. Большаков, И.А. Васильева [и др.] // *Российский журнал биологических инвазий*. — 2016. — № 4. — С. 2–13.
3. Ивантер, Э.В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР / Э.В. Ивантер. — Л.: Наука, 1975. — 237 с. — URL: <http://elibrary.petsu.ru/books/4790>
4. Левых, А.Ю. Некоторые результаты акклиматизации *Ondatra zibethicus* на территории Ямало-Ненецкого автономного округа / А.Ю. Левых, Е.Н. Моргун, Р.М. Ильясов [и др.] // *Самарский научный вестник*. — 2021. — Т. 10, № 4. — С. 68–74. — DOI 10.17816/snv2021104110.
5. Министерство природных ресурсов и экологии Новосибирской области. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2024 году. — Новосибирск, 2025. — 208 с.
6. Ондатра (методы учета) // *ZooEco: экология и охрана природы*. — URL: <https://zooeco.com/eco-34.html>

7. *Просеков, А.Ю.* Характеристика и ключевые ограничения традиционных методов учета охотничьих животных и цифровые технологии для решения существующих проблем (обзор) / А.Ю. Просеков // *Аграрная наука*. — 2020. — Т. 21, № 4. — С. 91–95. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/harakteristika-i-klyuchevye-ogranicheniya-traditsionnyh-metodov-ucheta-ohotnichih-zhivotnyh-i-tsifrovye-tehnologii-dlya-resheniya-problem>
8. *Сабдинова, Д.К.* Современное состояние численности ондатры (*Ondatra zibethicus*) на озерах Коргалжынского государственного природного заповедника / Д.К. Сабдинова, Ж.М. Карагойшин // *Вестник Карагандинского университета. Серия: Биология. Медицина. География*. — 2018. — Т. 91, № 3. — С. 90–94.
9. *Скупченко, В.Б.* Биоиндикация окружающей среды: учебное пособие / В.Б. Скупченко, Л.О. Соколова. — СПб.: СПбГЛТУ, 2009. — 72 с. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioindikatsiya-kak-metod-issledovaniya-ekosistem/viewer>
10. *Соколов, Г.А.* Размножение ондатры (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766) в Хакасии / Г.А. Соколов, Т.Л. Калинина // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. — 2012. — № 9. — С. 82–85. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razmnozhenie-ondatry-ondatra-zibethicus-linnaeus-1766-v-hakasii/viewer>
11. *Харадов, А.В.* Плотность населения ондатры (*Ondatra zibethicus* L.) и критерии, определяющие состояние ее популяции / А.В. Харадов // *Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики*. — 2013. — № 4. — С. 80–85.
12. Чужеродные виды на территории России: вторжение чужеродных видов: млекопитающие: *Ondatra zibethicus* – Ондатра / Рос. акад. наук, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова. — М., 2008. — Обновлено: 21.12.2015. — URL: http://www.sevin.ru/invasive/invasion/mammals/m_22.html

УДК 591.111:569.323.4

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ РАЗНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

В.Ф. Жданова¹, Е.А. Новиков^{1,2}

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск, Россия, schdanova17@mail.ru

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия, eug-nov5@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены данные об изменчивости гематологических показателей у мышевидных грызунов разной экологической специализации на примере, джунгарских хомячков (*Phodopus sungorus*), хангайской полевки (*Alticola semicanus*), тувинской полевки (*Alticola tuvinicus*), малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и степной пеструшки (*Lagurus lagurus*) [3; 4]. Исследования проводили в лаборатории Структуры и динамики популяций животных ИСиЭЖ СО РАН и ИВМиБ. Изучение гематологических показателей у перечисленных видов грызунов имеет ключевое значение для понимания механизмов адаптации к гипоксии. Эти виды различаются по своим экологическим нишам и, как следствие, демонстрируют разные физиологические подходы выживания в условиях кислородной недостаточности [6]. Гематологический анализ позволяет оценить уровни гипоксии и гиперкапнии по количеству лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, гематокрита и процентного соотношения гемоглобина.

Ключевые слова: гипоксия; гиперкапния; джунгарский хомячок; хангайская полевка; тувинская полевка; малая лесная мышь; степная пеструшка; гематологические показатели.

VARIABILITY OF HEMATOLOGICAL INDICATORS IN MOUSE-LIKE RODENTS WITH DIFFERENT ECOLOGICAL SPECIALIZATIONS

V.F. Zhdanova¹, E.A. Novikov^{1,2}

¹*Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
schdanova17@mail.ru*

²*Institute of Systematics and Ecology of Animals, SB RAS, Novosibirsk, Russia,
eug-nov5@yandex.ru*

Abstract. The article presents data on the variability of hematological parameters in murine rodents with different ecological specializations, using the example of Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*), Hangai voles (*Alticola semicanus*), Tuva voles (*Alticola tuvinicus*), Ural field mice (*Apodemus uralensis*), and steppe pikas (*Lagurus lagurus*) [3; 4]. The studies were conducted at the laboratory of the Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, and at Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology. Studying the hematological parameters in these rodent species is essential to understanding the mechanisms of adaptation to hypoxia. These species differ in their ecological niches and, accordingly, demonstrate different physiological survival strategies under conditions of oxygen deficiency [6]. Hematological analysis allows for the assessment of the levels of hypoxia and hypercapnia by the number of leukocytes, erythrocytes, platelets, hematocrit, and percentage of hemoglobin.

Keywords: Hypoxia; Hypercapnia; Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*); Khangai vole (*Alticola semicanus*); Tuvan vole (*Alticola tuvinicus*); Ural field mouse (*Apodemus uralensis*); steppe lemming (*Lagurus lagurus*); hematological analysis; blood.

Введение

Гематологический анализ — это комплексное лабораторное исследование крови, которое позволяет определить количественный и качественный состав её клеточных элементов, таких как эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, а также СОЭ и лейкоцитарную формулу. Цель исследования: изучить данные гематологического анализа и выявить уровни гипоксии.

Материалы и методы

Для работы были использованы как дикие животные, прошедшие адаптацию в лаборатории, так и лабораторно выращенные особи. Всех животных содержали в индивидуальных клетках в комфортных условиях: при комнатной температуре и естественном световом режиме.

Забор крови проводили в период с 22 июня 2025 года по 18 марта 2026 года в лаборатории ИСиЭЖ СО РАН у 10 джунгарских хомяков (*Phodopus sungorus*), 8 особей хангайской полевки (*Alticola semicanus*), 5 - тувинской полевки (*Alticola tuvinicus*), 6 - малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и 8 - степной пеструшки (*Lagurus lagurus*) с помощью пипетки Пастера смоченной раствором коагулянта. Пробы крови объемом 1 мл отбирали из ретроорбитального синуса. После забора крови сразу же проводили гематологический анализ с помощью прибора PCE90 Vet (США), программа «мыши». Для анализа были использованы следующие показатели эритроцитарного звена гемограммы: RBC – число эритроцитов ($10^{12}/L$), HGB – содержание гемоглобина в крови (g/L), HCT – гематокрит (%), WBC – лейкоциты (%), PLT - тромбоциты, абсолютное число ($10^9/L$) [5]. Для статистической обработки данных был использован пакет STATISTICA for Windows, версия 12. Все тесты Левена и Шапиро-Уилка дали $p > 0.05$, что подтверждает корректность применения ANOVA.

Результаты и обсуждения

Значения всех параметров эритроцитарного звена в гемограмме демонстрировали значительную вариабельность в широком диапазоне, причем эта вариабельность была статистически достоверной и определялась видовой принадлежностью животных (табл.1).

Таблица 1 — Значения (Среднее $\pm$ SE) показателей эритроцитарного звена гемограммы у мышевидных грызунов разной экологической специализации

Вид	WBC	RBC	HGB	HCT	PLT
<i>Alticola semicanus</i>	5,1 $\pm$ 0,8	10,1 $\pm$ 0,4	140,9 $\pm$ 3,1	30,4 $\pm$ 3,8	306,9 $\pm$ 46,3
<i>Apodemus uralensis</i>	2,7 $\pm$ 0,7	8,6 $\pm$ 0,8	111,2 $\pm$ 8,7	34,8 $\pm$ 3,0	323,8 $\pm$ 98,4
<i>Alticola tuvinicus</i>	3,4 $\pm$ 0,3	10,9 $\pm$ 0,6	114,4 $\pm$ 3,5	36,08 $\pm$ 1,6	279,4 $\pm$ 46,7
<i>Phodopus sungorus</i>	5,7 $\pm$ 0,4	8,3 $\pm$ 0,6	107,2 $\pm$ 5,0	16,7 $\pm$ 0,8	152,6 $\pm$ 7,3
<i>Lagurus lagurus</i>	5,1 $\pm$ 0,9	10,8 $\pm$ 0,8	126,0 $\pm$ 10,6	32,2 $\pm$ 2,9	112,5 $\pm$ 11,2
ANOVA, Критерий Фишера, F	3,23	3,09	4,20	20,24	4,82
Уровень значимости, P	* $<$ 0,05	* $<$ 0,05	** $<$ 0,01	*** $<$ 0,001	** $<$ 0,01

Джунгарский хомячок (*Phodopus sungorus*) имеет наименьший HCT (~16.7%), что типично для норных видов, у которых гипоксия сочетается с гиперкапнией. Низкий гематокрит снижает вязкость крови, облегчая кровоток в условиях ограниченного пространства. Тувинская полёвка (*Alticola tuvinicus*) и хангайская полёвка (*Alticola semicanus*) демонстрируют высокий HCT (~36–37%), что является классической реакцией на хроническую высотную гипоксию (увеличение кислородной ёмкости крови за счёт эритроцитов). Степная пеструшка (*Lagurus lagurus*) занимает промежуточное положение в этом ряду (HCT ~32%), что связано, очевидно с менее выраженным гипоксическим прессингом в открытых степях.

Значимые различия по HGB (F=4.20) и RBC (F=3.09) подтверждают, что насыщение крови гемоглобином не всегда прямо пропорционально числу эритроцитов. У малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) при относительно высоком HCT наблюдается не самый высокий HGB, что может указывать на оптимизацию сродства гемоглобина к кислороду, а не на простое увеличение его количества. У джунгарского хомячка (*Phodopus sungorus*) низкий HGB (107 г/л) наряду с низким HCT – признак метаболической экономии в условиях гипоксии. Высокий уровень PLT у малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) (среднее 323×10^9 /л) и хангайской полёвки (*Alticola semicanus*) (307×10^9 /л) может быть связан с необходимостью быстрого восстановления сосудистой стенки при гипоксически-индуцированной ломкости капилляров. Низкий PLT у степной пеструшки (*Lagurus lagurus*) (112×10^9 /л) и джунгарского хомячка (*Phodopus sungorus*) (152×10^9 /л) указывает на другой тип адаптации, возможно, с меньшей тромбоцитарной активностью.

Заключение

Гематологические показатели (особенно гематокрит, гемоглобин и тромбоциты) являются надёжными физиологическими маркерами для дифференциации типов гипоксической нагрузки у грызунов. Отличаются туvinская полёвка (*Alticola tuvinicus*) и хангайская полёвка (*Alticola semicanus*) по уровню гематокрита, содержанию гемоглобина в крови, тромбоцитам. В связи с обитанием в глубоких норах, гипоксия с гиперкапнией отмечается у джунгарского хомячка (*Phodopus sungorus*) по показателям гематокрита, содержанию гемоглобина в крови, тромбоцитам. Промежуточный или сезонный результат наблюдается у малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и у степной пеструшки (*Lagurus lagurus*), мозаичные изменения с акцентом на качество эритроцитов.

Выявленные межвидовые различия обосновывают возможность использования мышевидных грызунов в качестве модельных объектов для изучения адаптаций к разным вариантам кислородной недостаточности [1; 2].

Список литературы

1. Башенина, Н.В. Пути адаптаций мышевидных грызунов / Н.В. Башенина. — М.: Наука, 1977. — 355 с.

2. *Большаков, В.Н.* Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям / В.Н. Большаков. — М.: Наука, 1972. — 200 с.
3. *Громов, И.М.* Фауна СССР. Млекопитающие. Полевки / И.М. Громов, И.Я. Поляков. — Л.: Наука, 1977. — Т. 3, вып. 8. — 504 с.
4. *Литвинов, Ю.Н.* Формирование ареалов и филогения скальных полевков в условиях внутренней Азии / Ю.Н. Литвинов, С.А. Абрамов, Т.А. Дупал [и др.] // Вестник ИРГСХА. — 2017. — № 82. — С. 96–103.
5. *Мацкало, Л.Л.* Изменчивость гематологических показателей у мышевидных грызунов различной экологической специализации / Л.Л. Мацкало, О.И. Себежко, И.А. Васильев [и др.] // Russian Journal of Ecology. — 2025. — Т. 56, № 2. — С. 158–165.
6. *Новиков, Е.А.* Изменчивость биоэнергетических показателей у мышевидных грызунов различной экологической специализации / Е.А. Новиков, И.А. Васильев, П.А. Задубровский [и др.] // Журнал общ. биол. — 2024. — Т. 85, № 2. — С. 150–162. — DOI 10.31857/S0044459622060069.

УДК 591.157 + 504.054

ЗАВИСИМОСТЬ ОКРАСКИ СИЗЫХ ГОЛУБЕЙ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В Г. НОВОСИБИРСКЕ

Е. Д. Иванова, Д. А. Марцева, К. Д. Килина

Научный руководитель – И.В.Морузи, д.б.н, профессор, зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры.

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г. Новосибирск,
Россия

marcevadiana460@gmail.com

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования связи между фенотипической структурой популяции сизого голубя (*Columba livia*) и уровнем техногенной нагрузки в различных районах г. Новосибирска. Целью исследования было выявление возможной зависимости распространенности меланистических форм (темных особей) от степени загрязнения окружающей среды. Учет численности и окраски птиц проводился маршрутным методом в районах с высоким, средним и низким уровнем антропогенной нагрузки. Всего было учтено 85 особей. Установлено, что доля темноокрашенных птиц (синантропный меланист) положительно коррелирует с интенсивностью транспортного потока и общей загруженностью территории. Полученные данные подтверждают гипотезу о селективном преимуществе меланистических форм в условиях урбанизированной среды, что может служить удобным биоиндикационным признаком.

Ключевые слова: *Columba livia*; сизый голубь; синантропный меланизм; окраска оперения; биоиндикация; загрязнение окружающей среды; урбанизация; городская экология.

THE EFFECTS OF MODERN SYNTHETIC DRUGS ON THE BRAIN

E. D. Ivanova, D. A. Martseva, K. D. Kilina, students, I. V. Moruzi

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
marcevadiana460@gmail.com

Abstract: This paper presents the results of a study on the relationship between the phenotypic structure of the rock pigeon (*Columba livia*) population and the level of anthropogenic load in various districts of the Novosibirsk. The aim of the study was to identify a possible

dependence of the prevalence of melanistic forms (dark individuals) on the degree of environmental pollution. Bird counts and color assessments were carried out using the route method in areas with high, medium, and low levels of anthropogenic load. A total of 85 individuals were recorded. It was found that the proportion of dark-colored birds (synanthropic melanists) positively correlates with the intensity of traffic flow and the overall congestion of the territory. The obtained data confirm the hypothesis of the selective advantage of melanistic forms in an urbanized environment, which can serve as a convenient bioindicator trait.

Keywords: *Columba livia*; rock pigeon; synanthropic melanism; plumage coloration; bioindication; environmental pollution; urbanization; urban ecology.

Современный этап развития человечества характеризуется стремительной урбанизацией. По данным ООН, к 2050 г. доля городского населения достигнет 68%, что приведет к дальнейшей трансформации природных экосистем и формированию качественно новых условий среды обитания [7]. Городская среда представляет собой сложный комплекс абиотических и биотических факторов, многие из которых являются стрессовыми для живых организмов. Среди них: загрязнение воздуха тяжелыми металлами и оксидами азота, изменение температурного режима (эффект «теплового острова»), высокая плотность застройки, наличие антропогенных источников шума и света, а также трансформация трофических связей [1; 19]. В этих условиях особый интерес для экологического мониторинга представляют виды-синантропы, которые не только адаптировались к существованию в урбанизированных ландшафтах, но и достигли здесь высокой численности.

Одним из наиболее показательных и удобных объектов для изучения адаптаций к городской среде является сизый голубь (*Columba livia* Gmelin, 1789). Эта птица исторически обитала в скалистых биотопах, однако в процессе антропогенной трансформации ландшафтов стала одним из самых массовых представителей орнитофауны городов по всему миру [9]. Высокая пластичность, всеядность, привязанность к гнездовым участкам и высокая численность делают голубей идеальным модельным видом для биоиндикационных исследований [2; 11].

Характерной особенностью городских популяций сизого голубя является исключительное фенотипическое разнообразие окраски оперения. В отличие от дикого предка, имеющего единообразный сизый окрас с характерными двумя темными полосами на крыльях, в городах встречаются особи с широким спектром цветовых вариаций: от чисто-белых и палевых до пестрых (чеканных) и полностью черных [14]. Это разнообразие связано с многовековой синантропизацией, в ходе которой ослабло действие стабилизирующего отбора, характерного для естественных популяций, и возросла роль случайных процессов и антропогенных факторов [4]. Вопрос о факторах, определяющих фенотипическую структуру городских популяций голубей, остается открытым и активно дискутируется в научной литературе.

Одной из наиболее обоснованных гипотез является предположение о селективном преимуществе темноокрашенных (меланистических) форм в условиях промышленного и транспортного загрязнения. Физиологическая основа этого преимущества может быть связана со свойствами меланина — пигмента, который не только определяет окраску, но и обладает способностью связывать и выводить из организма ионы тяжелых металлов (свинца, кадмия, цинка), а также другие токсичные соединения [8; 17]. Кроме того, темное оперение более устойчиво к истиранию и загрязнению, что в условиях городской среды может продлевать жизнь птиц и повышать их репродуктивный успех [18]. Альтернативные или дополняющие объяснения связывают распространение меланистов с особенностями терморегуляции: темные птицы быстрее нагреваются на солнце, что может давать преимущество в холодный период, но становиться недостатком в жарких условиях [13]. Существует также гипотеза о связи окраски с поведенческими особенностями: предполагается, что темные голуби более агрессивны и доминантны, что позволяет им

занимать лучшие кормовые и гнездовые участки в условиях высокой внутривидовой конкуренции [15].

Многочисленные исследования, проведенные в различных городах Европы и Северной Америки, выявили устойчивую тенденцию: доля темных (меланистических) особей возрастает с увеличением степени индустриализации и интенсивности автомобильного движения [3; 5; 12]. В то же время в городах с развитой зеленой инфраструктурой и низким уровнем загрязнения преобладают особи с типичной «дикой» окраской [6]. Эти данные позволяют рассматривать соотношение фенотипических групп в популяциях голубей как потенциальный биоиндикатор качества городской среды. Однако для территории России, и, в частности, для городов Сибири, подобные исследования проводятся недостаточно активно. Большинство работ сосредоточено в европейской части страны и касается преимущественно крупных промышленных центров [16; 20].

Новосибирск, являясь крупнейшим научным и промышленным центром Сибири с населением более 1,6 млн человек, характеризуется высокой антропогенной нагрузкой, обусловленной интенсивным автомобильным движением, наличием промышленных предприятий и высокой плотностью застройки. В то же время город обладает развитой сетью парковых зон и зеленых насаждений, что создает мозаичную структуру условий среды и позволяет сравнивать районы с разным уровнем нагрузки. До настоящего времени систематические исследования фенотипической структуры популяции сизого голубя в Новосибирске не проводились, что определяет актуальность настоящей работы.

В связи с вышеизложенным, в данном исследовании решались задачи по учету численности и регистрации фенотипических групп (темные, пестрые, светлые) сизого голубя в районах Новосибирска, различающихся по степени антропогенной нагрузки. Оценка уровня нагрузки проводилась на основе интенсивности автомобильного движения и других показателей, характеризующих техногенное воздействие. На основе полученных данных анализировалась взаимосвязь между долей меланистических форм и уровнем загрязнения среды, а также определялась статистическая значимость различий в распределении фенотипических групп между районами. Полученные результаты позволяют не только охарактеризовать современное состояние популяции голубя в крупнейшем городе Сибири, но и оценить возможность использования этого вида в качестве биоиндикатора качества городской среды.

Цель работы: выявить возможную зависимость распространённости меланистических форм сизого голубя от степени загрязнения окружающей среды в районах города.

Задачи исследования: оценка численности и регистрация фенотипических групп по окраске в районах с разным уровнем нагрузки.

Объекты и методы исследований

Исследование проводилось в период март – апрель 2026 года на территории города Новосибирска. Для оценки уровня антропогенной нагрузки были выбраны три типа районов: высокая нагрузка – Центральный район, средняя нагрузка – Дзержинский район, низкая нагрузка – Заельцовский район.

Учет численности и регистрация окраски голубей проводились на постоянных маршрутах протяженностью 1 км в утренние часы (с 9:00 до 11:00). Всего было заложено 3 маршрута (по одному в каждом типе районов). Птицы визуально разделялись на три фенотипические группы: темные (меланисты), пестрые (чеканные) и светлые.

Статистическая обработка данных проводилась по методу А.Н. Плохинского [13] для оценки достоверности с использованием критерия χ^2 (хи-квадрат) Пирсона. Индекс биоразнообразия Шеннона рассчитывался по формуле $H = -\sum(p_i \times \ln p_i)$, где p_i — доля особей i -го фенотипа [15]. Коэффициент корреляции Пирсона (r^*) рассчитывался между рангом антропогенной нагрузки (1 — низкая, 2 — средняя, 3 — высокая) и долей темных особей. Различия считались статистически значимыми при $p^* < 0,05$.

Результаты исследований

Таблица — Окраска голубей по районам города

Тип района	Всего учтено, ос.	Доля тёмных особей, %	Доля пестрых особей, %	Доля светлых особей, %
Высокая нагрузка	36	78	16	6
Средняя нагрузка	22	41	36	23
Низкая нагрузка	27	7	26	67

В целом по наблюдаемой популяции уровень биоразнообразия покровительственной окраски голубей при расчете индекса Шеннона составляет 1,083. Наибольшее фенотипическое разнообразие наблюдается в районе со средней антропогенной нагрузкой (1,072), тогда как в условиях высокой нагрузки разнообразие снижается ($H = 0,655$), что связано с доминированием одной фенотипической группы (темных особей).

Коэффициент корреляции Пирсона между уровнем антропогенной нагрузки (ранг: низкая — 1, средняя — 2, высокая — 3) и долей темных особей (7%, 41%, 78%) составил $r^* = 0,98$, что свидетельствует о сильной положительной связи между окраской и уровнем антропогенной нагрузки.

Полученные данные достоверны: $\chi^2 = 32,47$. Критическое значение χ^2 для числа степеней свободы $df = 4$ при уровне значимости $p^* = 0,05$ составляет 9,49. Поскольку расчетное значение (32,47) больше критического (9,49), различия в распределении фенотипов между районами статистически значимы ($p^* < 0,05$).

Обсуждение результатов

Полученные результаты согласуются с данными других исследователей, отмечающих рост доли меланистических форм голубей в промышленных центрах и районах с высокой плотностью застройки [4; 14]. Выявлена сильная положительная корреляция ($r^* = 0,98$) между уровнем нагрузки и долей темных особей, а также статистически значимые различия по критерию χ^2 ($p^* < 0,05$). Индекс Шеннона показал снижение фенотипического разнообразия при увеличении антропогенной нагрузки: $H = 0,655$ при высокой нагрузке против $H = 1,072$ при средней нагрузке. Существует несколько гипотез, объясняющих это явление.

Во-первых, темный пигмент меланин способен связывать и выводить из организма тяжелые металлы (свинец, цинк, кадмий), которые в избытке содержатся в выбросах автотранспорта, что дает темным птицам физиологическое преимущество [8; 17]. Во-вторых, темное оперение более устойчиво к истиранию и загрязнению, что в условиях городской среды также может быть важным фактором отбора [18].

Особый интерес представляет выявленная в нашем исследовании наиболее сильная корреляция именно с интенсивностью автомобильного движения. Это указывает на ведущую роль загрязнения выхлопными газами в формировании фенотипической структуры популяции. В районах с низкой нагрузкой (парковые зоны, Академгородок) преобладали особи с типичной «дикой» и светлой окраской, что характерно для условий, приближенных к естественным [11].

С нейробиологической точки зрения (в контексте расширенной тематики конференции) важно отметить, что загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами может оказывать прямое токсическое воздействие не только на птиц, но и на человека. В этом аспекте мониторинг фенотипической структуры популяций голубей может служить ранним индикатором накопления поллютантов в городской среде.

Проведённое исследование продемонстрировало, что фенотипическая структура популяции сизого голубя в Новосибирске коррелирует с уровнем антропогенной нагрузки, в первую очередь с интенсивностью автомобильного движения. Эти результаты

поддерживают идею использования окраски оперения как практического биоиндикатора качества городской среды.

Выводы

1. В городской популяции сизого голубя г. Новосибирска доля темноокрашенных особей варьирует от 7% в Засельцовском районе (низкая нагрузка) до 78% в Центральном районе (высокая нагрузка).
2. Коэффициент корреляции Пирсона ($r^* = 0,98$) свидетельствует о сильной положительной связи между уровнем антропогенной нагрузки и долей темных особей.
3. Индекс Шеннона показал снижение фенотипического разнообразия при увеличении антропогенной нагрузки (с $H = 1,072$ при средней нагрузке до $H = 0,655$ при высокой нагрузке).
4. Критерий χ^2 Пирсона подтвердил достоверность различий в распределении фенотипов между районами ($\chi^2 = 32,47 > 9,49$, $r^* < 0,05$).
5. Полученные данные подтверждают возможность использования окраски оперения сизого голубя в качестве метода биоиндикации состояния городской среды.

Список литературы

1. Вершинин, А.Л. Экология птиц в условиях урбанизированной среды / А.Л. Вершинин. — Екатеринбург: УрО РАН, 2001. — 146 с.
2. Герасимов, Ю.Л. Сизый голубь как биоиндикатор качества городской среды / Ю.Л. Герасимов // Экологический мониторинг и биоиндикация. — 2015. — № 3 (18). — С. 45–52.
3. Герасимов, Ю.Л. Фенетическая структура популяций сизого голубя (*Columba livia*) в городах / Ю.Л. Герасимов // Успехи современной биологии. — 2017. — Т. 137. — № 4. — С. 385–394.
4. Герасимов, Ю.Л. Зависимость фенотипической структуры популяций сизого голубя от уровня техногенного загрязнения / Ю.Л. Герасимов, А.В. Михеева // Известия РАН. Серия биологическая. — 2020. — № 3. — С. 289–296.
5. Иванов, С.А. Фенетическая структура популяций сизого голубя в городах Среднего Поволжья / С.А. Иванов, Е.П. Кузнецова // Экология и эволюция. — 2017. — № 4. — С. 33–41.
6. Кекконен, Й. Сизый голубь (*Columba livia*) как биоиндикатор качества городской среды / Й. Кекконен, П. Броммер // Экологические индикаторы. — 2018. — Т. 85. — С. 563–570.
7. Клауснитцер, Б. Экология городской фауны / Б. Клауснитцер. — М.: Мир, 1990. — 246 с.
8. Михеева, А.В. Аккумуляция тяжелых металлов в перьях сизого голубя в зависимости от окраски оперения / А.В. Михеева, Ю.Л. Герасимов // Экология. — 2019. — № 2. — С. 121–128.
9. Обухова, Н.Ю. Окраска голубей как индикатор состояния городской среды / Н.Ю. Обухова, М.С. Добрынина // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. — 2013. — № 2. — С. 22–27.
10. Обухова, Н.Ю. Структура популяций сизого голубя (*Columba livia*) в городах с разной степенью промышленного загрязнения / Н.Ю. Обухова, М.С. Добрынина // Биологический вестник. — 2014. — Т. 41. — С. 746–752.
11. Обухова, Н.Ю. Эколого-морфологическая характеристика синантропных популяций голубя сизого (*Columba livia*) крупного промышленного центра: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Н.Ю. Обухова; Моск. гос. ун-т. — Москва, 2015. — 187 с.
12. Петрова, О.В. Окраска оперения голубей как индикатор загрязнения городской среды (на примере г. Екатеринбурга) / О.В. Петрова // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. — 2019. — Т. 29. — № 2. — С. 178–184.

13. *Плохинский, А.Н.* Биометрия. — Учеб. пособие для ов биол. специальностей ун-тов. 2-е изд. — Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1970. — 367 с.
14. *Хаг-Вакернагель, Д.* Фенотип-зависимый отбор у сизых голубей *Columba livia* в разных условиях окружающей среды / Д. Хаг-Вакернагель, П. Мох // Журнал зоологии. — 2008. — Т. 274. — С. 1–8.
15. *Шеннон, К.* Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. — М.: Иностранная литература, 1963. — 830 с.
16. *Burt, E.H.* The adaptiveness of animal colors / E.H. Burt // BioScience. — 1981. — Vol. 31. — P. 723–729.
17. *Chatelain, M.* The adaptive function of melanin-based plumage coloration in the feral pigeon / M. Chatelain, S. Frantz, J. Gasparini // Journal of Avian Biology. — 2014. — Vol. 45. — P. 1–10. DOI: 10.1111/jav.00313.
18. *Jacquin, L.* Melanin-based coloration is related to parasite intensity and cellular immune response in an urban free-living bird: the feral pigeon *Columba livia* / L. Jacquin, C. Récapet, M. Prévot-Julliard, J. Gasparini // Journal of Avian Biology. — 2011. — Vol. 42. P. 11–15. DOI: 10.1111/j.1600-048X.2010.05120.x.
19. *Johnston, R.F.* Feral Pigeons / R.F. Johnston, M. Janiga. — New York: Oxford University Press, 1995. — 320 p.
20. *Sol, D.* Behavioural flexibility and invasion success in birds / D. Sol, S. Lefebvre // Animal Behaviour. — 2000. — Vol. 60. — P. 495–502.

УДК 504.455

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛЫХ ОЗЕР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.О. Исмаилова

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.Новосибирск,
irinse120@gmail.com

Аннотация: В ходе работы были определены экспресс методами химические показатели воды, такие как аммонийный азот, нитриты, кальций и фосфаты. Выявлено что показатели не превышают рыбохозяйственный ПДК, но водоёмы значительно отличаются по трём параметрам.

Ключевые слова: малые озера; аммонийный азот; нитриты; кальций; фосфаты

COMPARATIVE ANALYSIS OF HYDROCHEMICAL INDICATORS OF SMALL LAKES IN THE NOVOSIBIRSK REGION

I.O. Ismagilova

Abstract: During the work, chemical indicators of water, such as ammonium nitrogen, nitrites, calcium, and phosphates, were determined using rapid methods. It was found that the indicators do not exceed the fisheries MPC, but the reservoirs differ significantly in three parameters.

Keywords: small lakes; ammonium nitrogen; nitrites; calcium; phosphates

Введение

Новосибирская область характеризуется огромным количеством озёрных котловин, по актуальным данным свыше 6 тыс. В связи с этим необходимо рационально распоряжаться данными ресурсами. Пик концентрации озер приходится на Барабинскую равнину, но большинство из них неглубоководные и подвержены заморам [3, 6].

В последнее время наблюдается тенденция роста использования хозяйствами именно малых озер. В силу своих небольших размеров озеро полностью контролируется человеком, а так как такие водоёмы обладают замедленным водообменом, то изменения заметны сразу во всем озере [1, 2].

Биогенные элементы выступают в качестве отличных индикаторов загрязнений как антропогенных, так и естественных. Аммонийный азот и нитриты указывают на недавнее

загрязнение, это могут быть как различные стоки вод, так и активное гниение останков организмов. Фосфор в свою очередь необходим для питания растений, животных и водорослей. Данный элемент практически не растворим в воде и сразу же идёт на питание гидробионтов [5].

Кальций является минеральным элементом, который поступает в основном от материнских пород, такие как известняки, доломиты, мрамор и другие минералы. Гидрокарбонаты довольно неустойчивы и при уменьшении концентрации углекислого газа переходят в карбонаты, которые легко выпадают в осадок и придают воде так называемую жёсткость [4].

Цель настоящей работы осуществить оценку биогенных и минеральных элементов на малых озерах Куйбышевского района Новосибирской области и сравнить полученные данные с нормативами.

Материалы и методы

Отбор проб воды проводился в начале августа 2025 года из центра озера в чистые тары. В качестве исследуемых объектов были выбраны оз. Чемодан (1) и оз. Камбала (2), расположенные по следующим координатам:

1. 55.795578, 77.749302 – в 2 км к западу от поселка Бекташ;
2. 55.677995, 78.202377 – в 1 км к юго-востоку от села Гжатск.

Аммонийный азот и нитриты определяли визуально-колориметрическим методом (реакция с реактивом Несслера и реактивом Грисса соответственно).

Концентрацию кальция по реакции с трилоном Б и подсчитывался по формуле:

$$\text{Ca}^{2+} \text{ мг-экв/л} = \frac{a * N_T}{V} * 1000, \text{ где}$$

a – количество трилона, израсходованного на титрование, мл;

N_T – нормальность трилона Б;

V – объем взятой пробы, мл.

Пересчет мг экв/л в количество СаО мл/л проводили путём умножения полученных результатов на коэффициент 28,4.

Фосфаты определяли по реакции с шестивалентным молибденом в присутствии хлористого олова и подсчитывались по формуле:

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{h_{\text{ст}} * n * 1000}{h_{\text{исп}} * V}, \text{ где}$$

V – объем испытуемой воды, взятой для определения, мл;

$h_{\text{ст}}$ – высота столба стандартного рабочего раствора, см;

$h_{\text{исп}}$ – высота столба испытуемой воды, см;

n – содержание фосфатов в объёме стандарта взятом для колориметрирования, т.е. количество миллилитров рабочего стандартного раствора, умноженное на 0,005.

Полученные данные сравнивали с рыбохозяйственным нормативами указанными в Приказе Министерства сельского хозяйства РФ от 26 мая 2025 г. N 296 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Результаты и обсуждение

При анализе полученных данных установлено, что концентрация аммонийного азота в 2 раза выше на оз. Чемодан, чем на оз. Камбала, при этом близко к значению ПДК (табл.1), что может свидетельствовать о недавнем загрязнении водоёма.

Аналогичная ситуация наблюдается с фосфатами: на первой точке их содержание в 3 раза выше, чем на второй.

Таблица 1 – Результаты гидрохимического анализа

Название водоема	Показатели			
	Аммонийный азот, мг/л	Нитриты, мг/л	Кальций, мг/л	Фосфаты, мг/л
оз. Чемодан	0,4	0,002	2,272	0,06
оз. Камбала	0,2	0,002	34,08	0,02
ПДК	0,5	0,08	180	0,15

Противоположная картина отмечена при анализе кальция: его содержание в оз. Камбала в 15 раз больше, чем в оз. Чемодан.

Содержание нитритов на обеих точках одинаково и крайне низкое относительно ПДК.

При сравнении максимально зафиксированных показателей с ПДК превышений не обнаружено.

Заключение

Таким образом, в результате анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что вода в обоих озёрах не является токсичной для гидробионтов, и по данным измерениям отсутствуют прямые угрозы для водных организмов.

Несмотря на не токсичность обоих озёр, между ними наблюдаются существенные различия. Озеро Чемодан характеризуется крайне низким содержанием кальция, такая концентрация соответствует очень мягкой воде. В таких условия затруднено формирование известковых раковин и панцирей, поэтому данный водоём, вероятно, беден моллюсками и ракообразными. Однако биогенных элементов больше, чем у озера Камбала, что свидетельствует о более высокой эвтрофности. В свою очередь озеро Камбала содержит высокое количество кальция, по сравнению с озером Чемодан, что может свидетельствовать о богатстве материнских пород карбонатными минералами.

Список литературы

1. Визер, Л.С. Перспективы рыбохозяйственного использования малых озёр Новосибирской области / Л.С. Визер, Л.С. Прусевич, Д.Л. Сукнев // Вестник НГАУ. — 2018. — № 2(27). — С. 55-63. — URL: <https://vestngau.elpub.ru/jour/article/view/975/545> (дата обращения: 08.04.2026).
2. Владимирова, Т.В. Забота о малых озёрах / Т.В. Владимирова // Наука третьего тысячелетия: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. — Уфа: Аэтерна, 2014. — С. 101-103.
3. Мухина, А.А. Зоопланктонные сообщества малых озёр Куйбышевского района (Новосибирская область) в весенне-летний период / А.А. Мухина, Е.В. Пищенко, Л.С. Визер [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2024. — Т. 18, № 8(223). — С. 520-533. — DOI 10.33920/sel-09-2408-01.
4. Трофимович, Е.М. Экспериментальная гигиеническая оценка содержания кальция, магния в питьевой воде и уровня её жёсткости / Е.М. Трофимович, С.А. Недовесова, Р.И. Айзман // Гигиена и санитария. — 2019. — № 8(98). — С. 811-819. — DOI 10.18821/0016-9900-2019-98-8-811-819.
5. Цыбекмитова, Г.Ц. Биогенные элементы (азот и фосфор) в Харанорском водохранилище / Г.Ц. Цыбекмитова, М.О. Матвеева // Экосистемы. — 2020. — № 24. — С. 142-151. — DOI 10.37279/2414-4738-2020-24-142-151.
6. Чернобай, Л.П. Озёра Новосибирской области / Л.П. Чернобай. — Новосибирск: НИПКиПРО, 2019. — 100 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОКШЕТАУ»

Н. Казатай. Научный руководитель Пищенко Е.В.

Зайсан-Ертисская межобластная бассейновая инспекция рыбного хозяйства, Казахстан,
Усть-Каменогорск

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия

Аннотация. Водоемы особо охраняемых природных территорий издавна используются в рекреационных и бальнеологических целях, однако их изученность остается недостаточной. На примере ГНПП «Кокшетау» рассмотрена современная структура ихтиофауны. В 2022 году обследовано 6 озер, в которых выявлено 16 видов рыб из 6 семейств. Показано, что формирование ихтиофауны происходило под влиянием акклиматизационных работ: наряду с аборигенными видами (плотва, караси, щука, окунь) присутствуют интродуценты (белый амур, толстолобик, лещ, сиговые, колюшка). Редкие и исчезающие виды не отмечены. Работа восполняет пробел в данных о биологии непромысловых рыб, важных для озерных экосистем.

Ключевые слова: ихтиофауна, ГНПП «Кокшетау», видовой состав, интродуценты, аборигенные виды, озера, особо охраняемые природные территории.

THE CURRENT STATE OF THE ICHTHYOFAUNA OF THE KOKSHETAU STATE NATIONAL NATURE PARK

N. Kazatai. Scientific supervisor: E.V. Pishchenko

Zaisan-Yertis Inter-regional Basin Fisheries Inspectorate, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. Water bodies located in specially protected natural areas have long been used for recreational and balneological purposes, but their study remains insufficient. Using the example of the Kokshetau State National Natural Park (SNNP), the current structure of its ichthyofauna is examined. In 2022, 6 lakes were surveyed, in which 16 fish species from 6 families were identified. It is shown that the formation of the ichthyofauna occurred under the influence of acclimatization works: alongside native species (roach, crucian carps, pike, perch), introduced species (grass carp, silver carp, bream, whitefishes, stickleback) are present. Rare and endangered species were not recorded. This study fills a gap in data on the biology of non-commercial fish, which are important components of lake ecosystems.

Keywords: ichthyofauna, Kokshetau SNNP, species composition, introduced species, native species, lakes, specially protected natural areas, acclimatization, fish diversity.

Водоемы, находящиеся в границах особо охраняемых природных территорий, с давних пор используются для отдыха и лечения. Однако, несмотря на активное использование их ресурсов, озера остаются крайне слабо изученными. Работы, которые ведут сами заповедники и национальные парки, в основном ограничиваются плановым мониторингом состояния озер. Лишь эпизодически, когда требовалось решить конкретные задачи по улучшению рыбного хозяйства, проводятся более подробные гидробиологические исследования [2]. До сих пор нет данных о биологии, количестве и поведении рыб, не имеющих промысловой ценности, хотя они играют ключевую роль в экосистемах озер.

Государственный национальный природный парк «Кокшетау» организован по решению Правительства РК в апреле 1996 г. в целях сохранения и восстановления уникальных горно-лесных и озерных экосистем, памятников истории, археологии и национальной культуры Северного Казахстана. Его основная территория, в 60 км к юго-западу от города Кокшетау, занимает свыше 182000 гектаров и включает горно-лесные

массивы и озерные акватории Зерендинской, Шалкарской, Имантауской и Айыртауской природных зон [2].

Изучение водоемов ГНПП Кокшетау началось с начала XX веков. Первые эпизодические исследования озер проводились экспедициями Переселенческого управления и Русского географического общества [8]. С конца 30-х годов наряду с курортным значением Кокчетавских озер обращается внимание на рыбное богатство. Первые работы по изучению рыбных запасов были проведены Московским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства [1].

На территории парка произрастает 800 видов растений, леса сосновые и березово-сосновые располагаются большими массивами на низких островных горах. Фауна национального парка представлена 305 видами животных, относящихся к 25 отрядам, в том числе 16 видов рыб, 5 видов пресмыкающихся, 223 вида птиц и 54 вида млекопитающих, из них 28 видов занесены в Красную книгу [2].

Цель исследования: изучение современного видового состава ихтиофауны водоемов государственного национального природного парка «Кокшетау»

Материал и методика исследований

Работы выполнялись на водоемах ГНПП «Кокшетау» в 2022 году, помимо этого, при подготовке биологического обоснования использовались результаты исследований предыдущих лет. За время проведения научно-исследовательских работ было обследовано 6 озер государственного национального природного парка.

Для изучения ихтиофауны отлов рыбы проводили жаберными сетями с ячеей от 20 до 70 мм. Обработка материала проводилась как на месте, так и в лабораторных условиях согласно стандартным руководствам [9-10] определялась видовая принадлежность рыб, подсчитывалась численность (по видам). Для работы в лабораторных условиях пробы фиксировались 10 % раствором формалина. Названия таксономических единиц рыб приводятся по сводке «Рыбы Казахстана» [3-7].

Результаты исследований

Всего в обследованных водоемах было встречено 16 видов рыб из 6 семейств. Наиболее широко в водоемах национального парка представлено семейство карповых (отмечено 9 видов), из семейства сиговых встречено - 2 вида, из окуневых – 2 вида, семейства гольцовых, щуковых и колюшковых представлены 1 видом. В таблице 1 представлен перечень видов рыб, обитающих в водоемах ООПТ.

Таблица 1 – Характеристика видового состава ихтиофауны

Наименование			
Казахское	Русское	Латинское	
Карповые Cyprinidae			
Торта	Плотва	<i>Rutilus lacustris</i> (Pallas)	аборигенный
Ақ амур	Белый амур	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Vall.)	интродуцент
Ақ дөңмаңдай	Толстолобик белый	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	интродуцент
Табан	Лещ	<i>Abramis brama</i> (L.)	интродуцент
Оңғақ	Линь	<i>Tinca tinca</i> (L.)	аборигенный
Теңге балық	Пескарь	<i>Gobio sibiricus</i> G. Nickolsky	аборигенный
Алтын мөңке	Карась золотой	<i>Carassius carassius</i> (L.)	аборигенный
Кәдімгі мөңке	Карась серебряный	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch)	аборигенный
Тұқы	Карп (сазан)	<i>Cyprinus carpio</i> L.	интродуцент
Гольцы - Noemacheilidae			

Наименование			
Ала талма	Пятнистый голец	<i>Triplophysa strauchi</i> (Kessler)	аборигенный
Щуковые Esocidae			
Шортан	Щука	<i>Esox lucius</i> (L.)	аборигенный
Сиговые Coregonidae			
Көкшарбы	Рипус	<i>Coregonus albula</i> (L.)	интродуцент
Пайдабалық	Пелядь	<i>Coregonus peled</i> Gmelin	интродуцент
Окуневые Percidae			
Алабұға	Окунь обыкновенный	<i>Perca fluviatilis</i> L.	аборигенный
Таутан	Ерш	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	аборигенный
Колюшковые - Gasterosteidae			
Арал шаншарбалық	Колюшка аральская	<i>Pungitius platygaster aralensis</i> (Kessler)	интродуцент

Ихтиофауна озер ГНПП «Кокшетау» формировалась под влиянием акклиматизационных работ, и в результате сукцессий претерпела значительные изменения. В 1964 году ихтиофауна была представлена следующими видами: щука, плотва, елец, линь, карась золотой, карась серебряный, язь, окунь, ерш, пескарь, налим, карп, лещ и судак. Современное состояние ихтиофауны отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Распространение ихтиофауны в водоемах ГНПП «Кокшетау»

Вид	оз. Зерендинское	оз. Имантау	оз. Лобаново	оз. Шалкар	оз. Белое	оз. Байсары
Плотва	+	+	-	-	-	-
Лещ	+	+	-	-	-	-
Белый амур	-	-	+	-	-	-
Толстолобик	-	-	+	-	-	-
Линь	+	-	+	-	-	+
Карась серебряный	+	+	+	+	+	+
Карась золотой	+	+	+	-	-	+
Пескарь	-	-	+	-	-	-
Карп	+	-	+	+	-	-
Гонец пятнистый	-	-	-	+	-	-
Щука	+	+	-	-	-	-
Сиговые	+	-	-	-	+	-
Окунь	+	+	+	+	+	+
Ерш	+	-	-	-	-	-
Колюшка аральская	-	-	-	+	-	-
Всего видов	10	6	8	5	3	4

Несмотря на то, что в 1964 году в озере Шалкар были отмечены положительные результаты от зарыбления судака, к 1976 году данный вид исчез из состава ихтиофауны.

Лещ, вселяемый в озера ГНПП «Кокшетау» в разные годы, акклиматизировался и достиг высокой численности в озерах Зерендинское и Имантау, в озерах Лобаново и Шалкар данный вид не прижился.

Сиговые различных видов (рипус, пелядь, ряпушка, сиг) сразу находили для себя благоприятные условия, отвечая высоким темпом роста в озерах Шалкар и Зерендинское, чего нельзя сказать про озеро Имантау. Карп в озерах национального парка является

малочисленным, так как численность его популяции зависит от искусственного воспроизводства. Дальневосточные растительноядные вселялись в некоторые из этих водоемов. Но, данные о видовом составе вселенцев и результатах натурализации практически полностью отсутствуют.

В 2019 году на оз. Шалкар впервые были обнаружены два новых вида. Достоверно определялась аральская южная малая колюшка *Pungitius platygaster aralensis* (Kessler, 1877). Так же была отмечена молодь голецовых рыб – пятнистый голец *Triplophysa strauchi* (Kessler, 1874). В 2021 г. 1 экз. белого амура был отмечен в оз. Лобаново. В 2022 году там же был выловлен толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844). Всего в обследованных водоемах в 2019- 2022 гг. было встречено 16 видов рыб из 6 семейств.

За период исследований в водоемах ГНПП «Кокшетау» редких и исчезающих видов рыб, занесенных в Красную книгу Республики Казахстан, отмечено не было.

Заключение

Таким образом, современная ихтиофауна водоемов ГНПП «Кокшетау» представлена 16 видами рыб из 6 семейств. Часть видов относится к аборигенной фауне — плотва, карась серебряный и золотой, линь, щука, пескарь, окунь, ерш. Ряд видов являются интродуцированными в разные годы XX века — Белый амур, Толстолобик белый, Лещ, сазан, сиговые, колюшка.

Список литературы

1. Домрачев, П.Ф. Озера Карагандинской области / П.Ф. Домрачев // Изв. АН СССР. — 1936. — Т. 67. — С. 10-15.
2. Заповедники Средней Азии и Казахстана / Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана. Вып. 1. — Алматы: Тетис, 2006. — 352 с.
3. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана / В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец, Н.Е. Песериди [и др.]. — Алма-Ата: Наука, 1986. — Т. 1. — 272 с.
4. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана / В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец, А.Ф. Сидорова [и др.]. — Алма-Ата: Наука, 1987. — Т. 2. — 200 с.
5. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана / В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец, В.А. Мельников [и др.]. — Алма-Ата: Наука, 1988. — Т. 3. — 304 с.
6. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана / В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец [и др.]. — Алма-Ата: Наука, 1989. — Т. 4. — 312 с.
7. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана / В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец, А.Ф. Сидорова [и др.]. — Алматы: Гылым, 1992. — Т. 5. — 464 с.
8. Нифантов, А.К. К химическому составу озер и грязей Кокчетавского горного района / А.К. Нифантов // Изв. Зап. Сиб. отделения РГО. — 1914. — Т. 11, вып. 1-2. — С. 38-50.
9. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 376 с.
- Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова. — М., 1959. — 165 с.

УДК 630.116.1:502/504(571.14)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЁМОВ Г. НОВОСИБИРСКА

Т.А. Машарова Научный руководитель Пищенко Е.В.

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск, Россия, ta.masharova@mail.ru

Аннотация. В данной статье изложены результаты исследования экологических особенностей водной и прибрежно-водной растительности различных типов водоёмов

города Новосибирска. Урбанизированная среда оказывает существенное воздействие на состояние водных экосистем, что приводит к изменениям в видовом составе и структуре растительных сообществ.

Ключевые слова: водная растительность; прибрежно-водная растительность; макрофиты; городские водоёмы.

ECOLOGICAL FEATURES OF AQUATIC AND COASTAL-AQUATIC VEGETATION OF WATER BODIES IN THE CITY OF NOVOSIBIRSK

T.A. Masharova

Abstract. this article presents the results of a study on the ecological features of aquatic and coastal-aquatic vegetation in various water bodies of Novosibirsk. The urban environment has a significant impact on the state of aquatic ecosystems, leading to changes in the species composition and structure of plant communities.

Keywords: aquatic vegetation; coastal-aquatic vegetation; macrophytes; urban water bodies.

Введение

Городские водоёмы, являясь важными элементами экосистемы Новосибирска, подвергаются многогранному антропогенному воздействию. Водная и прибрежно-водная растительность (макрофиты) играют критическую роль в поддержании их экологического баланса и качества воды, однако городская среда существенно влияет на их развитие. Изучение адаптивных особенностей этих растений и факторов, формирующих их сообщества, необходимо для сохранения и восстановления водных экосистем. Макрофиты служат индикаторами антропогенной нагрузки и состояния водоёмов.

Цель: комплексная оценка таксономического и экологического состояния флоры высших водных и прибрежно-водных растений исследуемых водоёмов.

Материалы и методы

«Утиный пруд» в Академгородке – искусственный водоём площадью 0,0038 км², длиной береговой линии 239 м и средней глубиной 0,7 м. Он непроточный и загрязняется из-за кормления уток хлебом и их экскрементов [8].

Пруд «Зырянка» в Ботаническом саду имеет площадь 0,006 км², береговую линию 325 м и среднюю глубину 1,5 м. Он проточный, через него течёт река Зырянка, что способствует развитию растительности. Находится на особо охраняемой территории.

Озеро Каинка, образовавшееся после строительства плотины на реке Камышевка, имеет площадь 0,08 км², береговую линию 1,55 км и глубину от 0,5 до 3,5 м. Оно проточное и используется для отдыха и рыбалки, загрязняется поверхностным стоком.

Озеро Серебряное, расположенное рядом с п. Каинская заимка, имеет площадь 0,036 км² и береговую линию 817 м. Оно проточное, питается от реки Ельцовка и осадков, загрязняется бытовыми сточными водами [6].

Пруд на реке Ельцовка-2 в Калининском районе – каскад искусственных прудов площадью 0,046 км² и максимальной глубиной 4 м. Он проточный и загрязняется бытовыми и промышленными стоками [2].

Озеро Быково, искусственный водоём площадью 2,6 км², созданный на реке Мосихе, загрязняется бытовыми стоками [7].

Озеро Верховое в Новосибирске – искусственный водоём площадью 0,0236 км² с максимальной глубиной 12,23 м. Оно непроточное и загрязнено [1].

Исследования высшей водной и прибрежно-водной растительности проводились стандартными методами (сбор, описание, гербаризация, картирование) [3; 5]. На акватории использовалась лодка, в прибрежной полосе – маршрутный метод. Геоботанические описания и сбор гербария выполнялись на характерных пробных площадках. При описании фитоценоза фиксировались: общее состояние, флористический состав, обилие видов, размещение, ярусность, проективное покрытие (глазомерно, в %), жизненность и

фенологическое состояние. Идентификация сосудистых растений проводилась по «Определителям» [9; 4; 5].

Результаты и обсуждение

Анализ таксономической структуры флоры исследуемых водоёмов в таблице 1 предоставляет комплексную оценку общего биоразнообразия растений и отражает экологическое состояние водоёмов.

Из представленных данных таблицы видно, наибольшее разнообразие наблюдается в отделе *Magnoliophyta*, особенно в классах *Liliopsida* (однодольные) и *Magnoliopsida* (двудольные), что указывает на преобладание покрытосеменных растений в этих водоёмах. Флора исследованных водоёмов демонстрирует умеренное таксономическое разнообразие, представленное 6 отделами, 43 семействами, 100 родами и 143 видами, что отражает определённую экологическую сложность и структуру сообществ. Таким образом, таксономическая структура флоры подтверждает наличие разнообразной растительности в исследуемых водоёмах с выраженным преобладанием покрытосеменных растений.

Таблица 1 — Таксономическая структура флоры исследуемых водоёмов

Отдел	Семейство	Род	Вид
Отд. Charophyta	1	2	3
Отд. Chlorophyta	2	2	2
Отд. Bryophyta	1	1	1
Отд. Equisetophyta	1	1	3
Отд. Polypodiophyta	1	1	1
Отд. Magnoliophyta	37	93	133
<i>Класс Liliopsida</i>	12	30	51
<i>Класс Magnoliopsida</i>	25	63	82
Всего	43	100	143

Флора водоёмов в целом демонстрирует умеренное видовое богатство на таксон (1,09–2,41 видов на семейство) с преобладанием индексов около 2,0–2,4 в наиболее богатых водоёмах. Водная флора, как наиболее чувствительный компонент, характеризуется низким разнообразием (3–19 видов) с максимальными значениями в озере Серебряное (19 видов). Низкие показатели в Утином пруду (3 вида) и озере Верховое (9 видов) свидетельствуют о деградации водных биотопов (табл. 2).

Таблица 2 — Систематический состав флоры разнотипных водоёмов г. Новосибирска

Показатели	Типы водных объектов						
	Утиный пруд	Пруд Зырянка	Озеро Серебряное	Озеро Каинка	Озеро Быково	Пруд на р. Ельцовка - 2	Озеро Верховое
Вся флора водоёмов							
Число семейств	22	34	32	30	29	34	26
Число родов	44	62	62	58	55	66	43
Число видов	52	74	72	69	64	82	47
Видов на семейство	2,36	2,18	2,25	2,30	2,21	2,41	1,81
Видов на род	1,18	1,19	1,16	1,19	1,16	1,24	1,09

Родов на семейство	2,00	1,82	1,94	1,93	1,90	1,94	1,65
Водная флора							
Число семейств	1	10	10	10	9	10	5
Число родов	2	14	13	13	12	13	6
Число видов	3	16	19	16	15	18	9
Видов на семейство	3,00	1,60	1,90	1,60	1,67	1,80	1,80
Видов на род	1,50	1,14	1,46	1,23	1,25	1,38	1,50
Родов на семейство	2,00	1,40	1,30	1,30	1,33	1,30	1,20

Флора водоёмов Новосибирска демонстрирует значительное разнообразие, зависящее от типа водного объекта и антропогенной нагрузки. Наибольшее видовое разнообразие (82 вида) зафиксировано в пруду на реке Ельцовка-2, что свидетельствует о благоприятных условиях. Минимальные показатели наблюдаются в Утином пруду и озере Верховое (52 и 47 видов соответственно). Утиный пруд, мелководный и с высокой рекреационной нагрузкой. Озеро Верховое, глубокий искусственный водоём, также имеет узкую прибрежную зону для макрофитов и страдает от загрязнения бытовыми отходами.

Анализ видового разнообразия флоры городских водоёмов Новосибирска выявил значительные различия между исследованными объектами представленными данными на рисунке 1.

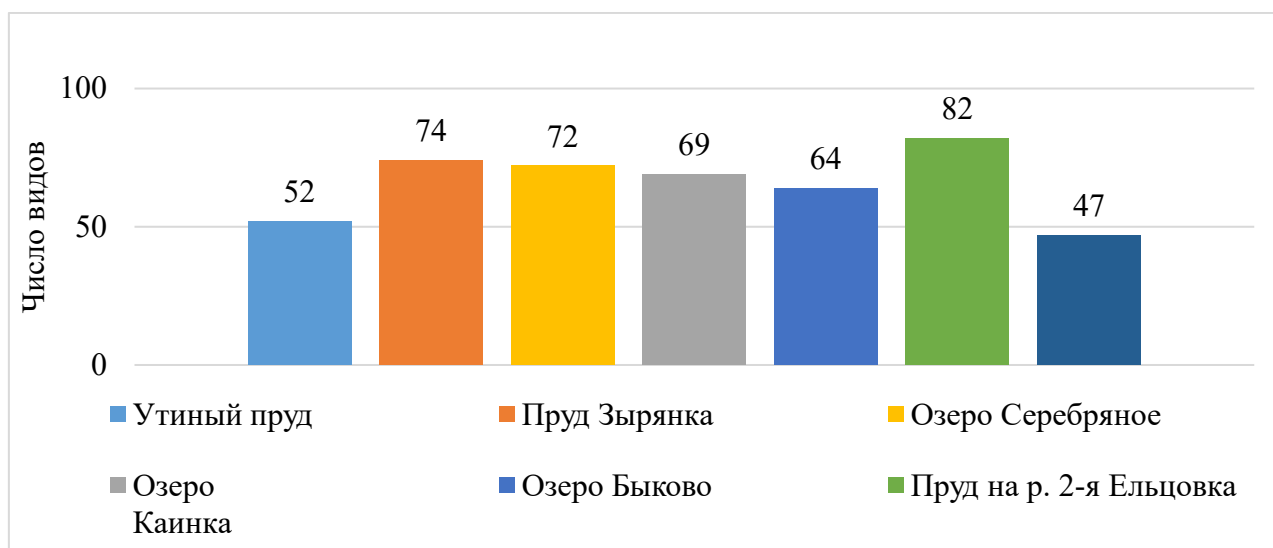


Рис. 1 – Видовое разнообразие флоры городских водоёмов г. Новосибирска

Наибольшее видовое разнообразие было зафиксировано в пруду на реке Ельцовка-2, а также в пруду Зырянка и озере Серебряное. Эти водоёмы, в отличие от Утиног пруда и озера Верховое, характеризуются как более благоприятными условиями для развития растительности, так и, вероятно, иным уровнем загрязнения. Наименьшее видовое разнообразие в Утином пруду и озере Верховое может быть обусловлено высокой рекреационной нагрузкой, накоплением мусора.

Для глубокого анализа адаптации флоры городских водоёмов Новосибирска к различным условиям влажности был составлен экологический спектр, который отражает распределение видов по основным экологическим группам. Анализ экологических спектров флоры отдельных водоёмов (табл. 3) показывает различие в соотношении экологических групп.

Таблица 3 — Экологический спектр флоры отдельных городских водоёмов Новосибирска

	Утиный пруд	Пруд Зырянский	Озеро Серебряное	Озеро Каинка	Озеро Быково	Пруд на р. Ельцовка-2	Озеро Верховое
гидрофиты	3	16	19	16	15	18	9
гелофиты	13	19	15	15	19	22	6
гигрофиты	9	14	14	15	11	13	7
мезогигрофиты	6	7	5	7	5	8	5
мезофиты	21	18	19	16	14	21	20

Экологический спектр флоры большинства водоёмов Новосибирска, кроме Утинового пруда и озера Верховое, сбалансирован: присутствуют гидрофиты, гелофиты и гигрофиты, что говорит о стабильном увлажнении и разнообразии прибрежных условий. В Утином пруду и озере Верховое преобладают мезофиты, а гидрофитов мало, что указывает на засушливость и деградацию растительности. Наилучшее соотношение групп – в озёрах Зырянка, Серебряное, Каинка, Быково и пруду на Ельцовке-2.

Заключение

Исследование подтверждает влияние урбанизированной среды Новосибирска на водные растительные сообщества. Антропогенная нагрузка, зависящая от типа водоёма, определяет видовое богатство и экологический спектр флоры. Водоёмы с меньшим давлением имеют высокое разнообразие, тогда как деградирующие – обеднены флорой. Макрофиты служат индикатором экологического состояния водоёмов и степени антропогенного воздействия. Для сохранения биоразнообразия необходимо снизить антропогенные нагрузки, оптимизировать гидрологический режим и проводить восстановительные работы.

Список литературы

1. «Брусника» рассказала детали проекта по ревитализации озера в центре. — РБК, 2024. — URL: <https://nsk.rbc.ru/nsk/09/10/2024/670647be9a794724824d248b> (дата обращения: 01.04.2026).
2. Искусственный водоём – исток реки Ельцовка–2-я. — Министерство строительства Новосибирской области, 2025. — URL: <https://minstroy.nso.ru/news/11746> (дата обращения: 31.03.2026).
3. Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения / В.М. Катанская. — Ленинград: Наука, Ленингр. отд-ние, 1981. — 187 с.
4. Лисицына, Л.И. Флора водоёмов России: Определитель сосудистых растений / Л.И. Лисицына, В.Г. Папченков. — М.: Наука, 2000. — 237 с.
5. Папченков, В.Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья / В.Г. Папченков. — Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. — 214 с.
6. Серебряное озеро в Каинской заимке. — Дзен, 2021. — URL: <https://dzen.ru/a/YLmWiXf08xQ-tEpC> (дата обращения: 30.03.2026).
7. У вас озеро убежало: под Новосибирском почти исчезло живописное озеро – его спускают намеренно. — NGS.RU, 2021. — URL: <https://ngs.ru/text/ecology/2021/10/25/70208153/10> (дата обращения: 27.03.2026).
8. Утиное озеро (Новосибирский Академгородок). — Рувики, 2024. — URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Утиное_озеро_%28Новосибирский_Академгородок%29 (дата обращения: 27.03.2026).
9. Флора Сибири. В 14 т. — Новосибирск: Наука, 1988–2003. — 3500 с.

УДК 574.5(282.2)

БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗООБЕНТОСА (НА ПРИМЕРЕ РЕК КРУТИХА И ШАБАНИХА)

С.Д. Непомнящих, С.А. Юрьев

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация*

sergey@nepomniashshih.ru

Аннотация. В работе представлены результаты гидробиологического мониторинга малых водотоков Новосибирской области – рек Крутиха и Шабаниха. Исследование проводилось в период с 2024 по 2025 год. Оценка экологического состояния водоемов осуществлялась методом биоиндикации с применением биотических индексов Вудивисса и Майера. На основе видового разнообразия донных беспозвоночных животных определены классы качества воды и степень сапробности. Установлено, что исследуемые реки относятся преимущественно к олигосапробной зоне (чистые воды), однако запруда на реке Крутиха демонстрирует признаки умеренного органического загрязнения. Выявлено, что различия в биоценозах внутри одного водоема (река или пруд) выражены сильнее, чем между схожими биотопами разных водотоков района.

Ключевые слова: биоиндикация; зообентос; качество воды; биотические индексы; сапробность; река Крутиха; река Шабаниха; индекс Вудивисса; индекс Майера.

BIOINDICATION OF WATER QUALITY IN SMALL RIVERS OF THE NOVOSIBIRSK REGION BASED ON ZOOBENTHOS ANALYSIS (USING THE EXAMPLE OF THE KRUTIKHA AND SHABANIKHA RIVERS)

S.D. Nepomnyashchikh, S.A. Yuryev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education „Siberian State University of Engineering and Biotechnology“

Abstract. This paper presents the results of hydrobiological monitoring of small watercourses in the Novosibirsk Region – the Krutikha and Shabanikha Rivers. The study was conducted from 2024 to 2025. The ecological state of the water bodies was assessed using bioindication using the Woodiwiss and Mayer biotic indices. Water quality classes and the degree of saprobity were determined based on the species diversity of benthic invertebrates. It was established that the studied rivers belong predominantly to the oligosaprobic zone (clean waters), but the dam on the Krutikha River shows signs of moderate organic pollution. Differences in biocenoses within a single water body (river or pond) were found to be more pronounced than between similar biotopes of different watercourses in the region.

Keywords: bioindication; zoobenthos; water quality; biotic indices; saprobity; Krutikha River; Shabanikha River; Woodiwiss index; Mayer index.

Введение

Контроль состояния водных объектов является актуальной задачей современной экологии. В последнее столетие антропогенная нагрузка на гидросферу существенно возросла. Также значительно возрос интерес к малым рекам, что обусловлено их особой ландшафтообразующей и экологической ролью. Эти реки составляют основу гидрографической сети, специфическими природными системами являются и водосборы малых рек. Сложившееся природопользование затрагивает и разрушает прежде всего эти геосистемы [16]. В послании Федеральному собранию 2023 года Президент Российской Федерации в числе приоритетов реализации экологической политики выделил оздоровление уникальных водных объектов (озеро Байкал, реку Волгу и др.), а также обратил внимание на средние и малые реки России [12].

Проблема состояния малых рек актуальна и изучается в настоящее время практически на всей территории России [1, 2, 5, 6, 10, 13, 15, 17].

Традиционные химические методы анализа требуют значительных затрат времени и ресурсов, поэтому все большее распространение получают биологические методы мониторинга.

Основой биоиндикации служит зависимость видового состава гидробионтов от степени загрязнения воды. Определенные группы организмов выступают индикаторами чистоты водоема. Например, наличие личинок веснянок (Plecoptera), поденок (Ephemeroptera) и ручейников (Trichoptera) свидетельствует о высоком содержании кислорода и отсутствии загрязнений. Напротив, развитие массы малощетинковых червей (Oligochaeta) или личинок комаров-звонцов (Chironomidae) характерно для загрязненных органическими веществами вод [3, 7, 14].

Для количественной оценки состояния водоемов разработаны биотические индексы, учитывающие чувствительность различных таксонов к уровню загрязнения и кислородному режиму. Согласно системе сапробности, водоемы подразделяются на полисапробные (сильно загрязненные), мезосапробные (умеренно загрязненные) и олигосапробные (чистые) [4, 7, 14]. В полисапробном водоеме органических веществ много, кислорода практически нет. В таких водоемах наблюдается низкое разнообразие донных беспозвоночных. В них могут выжить только организмы, устойчивые к загрязнению и недостатку кислорода: малощетинковые черви, личинки комаров-звонцов, личинки ильной мухи (крыски) [7]. В альфа-мезосапробных водоемах вода умеренно загрязнена органическими веществами, в ней присутствуют сероводород, аммиак, углекислый газ и небольшое количество кислорода. В бета-мезосапробных водоемах органических загрязнителей мало, кислорода много. В олигосапробных водоемах практически нет растворенных органических веществ, кислорода много, вода чистая [7].

Целью данной работы явилось изучение разнообразия беспозвоночных животных рек Крутихи и Шабанихи и оценка качества их вод с использованием биотических индексов.

Объект и методы исследования

Объектами изучения выступали малые реки Крутиха и Шабаниха, протекающие вблизи села Березовка (Новосибирская область) и впадающие в реку Иня. Географически участки отбора проб расположены примерно в 15–17 км к востоку от р.п. Кольцово. Гидрологическая характеристика водотоков включает небольшую глубину (до 30 см), прозрачную холодную воду, быстрое течение и каменистый грунт. На реке Крутиха имеется искусственная запруда, образующая пруд с замедленным течением и илистым дном, что позволило сравнить два различных биотопа в рамках одного водоема. Также проводилось сравнение участков, расположенных в лесных массивах и на территориях дачных поселков.

Исследования проводились в два этапа: в 2024 году обследовалась только р. Крутиха (три участка: устье, запруда, лесной участок), в 2025 году – участки с быстрым течением на обеих реках (рис. 1).

Отбор гидробионтов осуществлялся самодельным гидробиологическим сачком либо методом ручного сбора в стеклянные флаконы объемом 500 мл. На каменистых грунтах проводился подъем камней для выявления скрытых форм. Идентификация организмов выполнялась с использованием стереомикроскопа «Микромед МС-1 2А» (увеличение 20–40 крат). Фотофиксация производилась камерой Canon A3300 IS.

Для оценки качества воды применялись два метода: расчет индекса Вудивисса и индекса Майера.

Индекс Вудивисса. Учитывает разнообразие групп бентоса и наличие индикаторных таксонов (веснянки, поденки, ручейники, бокоплавы). Применим преимущественно для рек. Применим только для оценки состояния рек [4, 7, 14].



Рис. 1. Участки отбора проб в 2025 г. На рисунке приведена карта с обозначением р. Крутихи и р. Шабанихи. Отбор проб проводился на нескольких точках с быстрым течением (выделены желтым).

Индекс Майера. Основан на приуроченности групп беспозвоночных к определенному уровню загрязнения (чистые, средней чувствительности, загрязненные воды). Универсален для различных типов водоемов [4, 7, 14].

Класс качества воды (ККВ) определялся в соответствии с общепринятой шкалой соотношения индексов и степени сапробности, таблица 1 [14].

Таблица 1 — Классификация качества поверхностных вод по показателям зообентоса

Степень сапробности	Состояние водоема	ККВ	Индекс Вудивисса	Индекс Майера
Ксеносапробная	Очень чистое	I	> 10	> 22
Олигосапробная	Чистое	II	8-10	17-21
Бета-мезосапробная	Умеренно загрязненное	III	6-7	11-16
Альфа-мезосапробная	Загрязненное	IV	3-5	< 11
Бета-полисапробная	Грязное	V	0-2	< 11
Альфа-полисапробная	Очень грязное	VI	0	< 11

Результаты исследования

В ходе анализа проб на участках с быстрым течением выявлено высокое сходство видового состава зообентоса обеих рек (таблица 2) [9, 11, 18]. В донных сообществах присутствовали плоские черви (планарии), малощетинковые черви (олигохеты), пиявки (Erpobdellidae), моллюски (прудовики, катушки, физы) и разнообразные ракообразные (бокоплавы, остракоды, циклопы). Среди насекомых доминировали личинки поденок, ручейников, мошек и комаров-звонцов. Также встречались личинки вислокрылок, стрекоз, жуков (Elmidae, Dytiscidae) и водные клопы.

В запруде р. Крутихи (2024 г.) видовое разнообразие оказалось выше, чем в русле реки. Здесь были обнаружены дополнительные группы: гладыши, гребляки, водомерки, личинки стрекоз, кровососущие комары, ветвистоусые рачки (дафнии, хидорусы). Однако

в пруду отсутствовали строгие индикаторы чистоты – веснянки, ручейники и бокоплав, что указывает на изменение экологических условий.

На основании собранного материала (таблица 2) были рассчитаны индексы Вудивисса и Майера.

Расчет биотических индексов приведен в таблице 2. Для р. Крутихи в 2024 г. индекс Вудивисса составил 8 баллов (II класс), что соответствует чистому водоему. Индекс Майера показал значение 15 (III класс), указывая на умеренное загрязнение. В 2025 г. показатели улучшились: индекс Вудивисса достиг 9 баллов, а индекс Майера – 18 баллов, что уверенно характеризует воду как олигосапробную (чистую). Различия в данных 2024 г. могут быть обусловлены менее полным сбором материала.

Река Шабаниха по индексу Вудивисса также оценена как чистый водоем II класса (8 баллов). Однако индекс Майера составил 15 баллов (III класс), что свидетельствует о наличии умеренного органического загрязнения. Это подтверждается большим обилием брюхоногих моллюсков, планарий и личинок мошек по сравнению с р. Крутихой, а также наличием участков с илистым грунтом.

Таблица 2— Оценка качества воды исследуемых водоемов по биотическим индексам

Водоем / год	Индекс Вудивисса (ККВ)	Индекс Майера (ККВ)	Степень сапробности
р. Крутиха / 2024	8 (II)	15 (III)	Бета-мезосапробная / Олигосапробная
р. Крутиха / 2025	9 (II)	18 (II)	Олигосапробная
р. Шабаниха / 2025	8 (II)	15 (III)	Бета-мезосапробная
пруд (р. Крутиха) / 2024	—	10 (IV)	Альфа-мезосапробная

Наиболее неблагоприятная обстановка зафиксирована в запруде р. Крутихи. Индекс Майера составил 10 баллов, что формально соответствует IV классу качества (загрязненная вода, альфа-мезосапробная зона). Тем не менее, высокое видовое разнообразие и наличие рыб позволяют предположить, что реально водоем относится к бета-мезосапробной зоне.

Обсуждение результатов

Сравнительный анализ показал, что различия в видовом составе и показателях качества воды между различными биотопами одного водоема (русло реки и запруда на р. Крутиха) выражены значительно сильнее, чем между схожими биотопами разных водотоков одного района (участки с быстрым течением рек Крутихи и Шабанихи).

Важным фактом является стабильность показателей качества воды на участках, расположенных выше и ниже дачных поселков по течению. Отсутствие существенных изменений в видовом составе зообентоса и значениях биотических индексов свидетельствует о том, что в настоящее время антропогенная нагрузка со стороны садовых обществ не приводит к критическому загрязнению водотоков.

Расхождение в оценках индексов Вудивисса и Майера для некоторых участков (например, р. Шабаниха) объясняется различной чувствительностью методов. Индекс Вудивисса более строго реагирует на наличие индикаторных групп чистых вод, тогда как индекс Майера учитывает общее соотношение чувствительных и толерантных форм.

Полученные данные могут быть использованы для мониторинга экологического состояния малых рек и разработки мер по их охране или, при необходимости, восстановления. Восстановление водных объектов, которые зачастую являются важной частью экологического каркаса природных территорий – это обязательный фактор создания качественной среды обитания [8].

Таблица 2. Разнообразие беспозвоночных р. Крутихи и ее запруды и р. Шабаниха							
Тип/Надкласс	Класс	Отряд	Семейство	Пруд 2024 г.	Крутих а 2024 г.	Крутих а 2025 г.	Шабаниха 2025 г.
Коловратки	Коловратки (Rotatoria)	-	-	+			
Плоские черви	Ресничные черви (Turbellaria)	Планарии (Tricladida)	Dendrocoelidae		+	+	+
Кольчатые черви	Малощетинковые черви (Oligochaeta)	-	-	+	+	+	+
	Пиявки (Hirudinea)	Челюстные пиявки (Gnathobdellea)	Erpobdellidae		+		
Моллюски	Брюхоногие (Gastropoda)	Легочные улитки (Pulmonata)	Прудовики (Lymnaeidae)	+	+	+	+
			Physidae (физа)	+			
			Катушковые (Planorbidae)	+			
Членистоногие/ Ракообразные	Ракушковые раки (Ostracoda)	Podocoripida	-	+			
	Челюстеногие (Maxillopoda)/	Веслоногие (Copepoda)	Циклопы (Cyclopidae)	+			
	Жаброногие (Branchiopoda)	Ветвистоусые (Cladocera)	Дафнии (Daphniidae)	+			
			Chydoridae (Chydorus sphaericus)	+			
	Высшие раки (Malacostraca)	Бокоплавы (Amphipoda)	Бокоплавы (Gammaridae)		+	+	+
Членистоногие	Паукообразные (Aranei)	Клещи (Acariformes)	Hydrachnidia (Hydrachna sp.)	++	+		
			Hydrachnidia (Arrenurus sp.)	+			
			Acaridida	+			
		Веснянки (Plecoptera)	Perlodidae (?)		+	+	

	Насекомые (Insecta)	Поденки (Ephemeroptera)	Heptageniidae, Ephemeridae, Baetidae	++	+++	+++	+++
		Ручейники (Trichoptera)	-		++	++	++
		Большекрылые (Megaloptera)	Вислокрылки (Sialidae)			+	+
		Стрекозы (Odonata)/ Равнокрылые (Zygoptera)	Лютки (Lestidae), Стрелки (Coenagrionidae)	++			++
		Стрекозы (Odonata)/ Разнокрылые (Anisoptera)	Настоящие стрекозы (Libellulidae)	+			+
		Полужесткокрылые (Heteroptera)	Водомерки (Gerridae)	+		+	+
			Гребляки (Corixidae)	++	+		
			Гладышевые (Notonectidae)	++			
		Жесткокрылые (Coleoptera)	Плавунцы (Dytiscidae)	+++			
			Elmidae		+	+	+/+
		Двукрылые (Diptera)	Мошки (Simuliidae)			+	+
			Комары-звонцы (Chironomidae)	+	+	+	+
			Кровососущие комары (Culicidae)	+			
			Личинка мухи Sciomyzidae	+			
Знаками «+» отмечено количество видов		Значение индекса Вудивисса (класс качества воды)		–	8 (II)	9 (II)	8 (II)
		Значение индекса Майера (класс качества воды)		10 (IV)	15 (III)	18 (II)	15 (III)

Выводы

1. В исследованных реках – Крутихе и Шабанихе – фауна беспозвоночных представлена разнообразными таксонами (до 16 видов, относящихся к 11 отрядам), с доминированием насекомых.
2. Река Крутиха соответствует характеристикам чистого олигосапробного водоема (II класс качества воды), что подтверждается высокими значениями биотических индексов в 2025 г. В то же время река Шабаниха, несмотря на отнесение к категории чистых водоемов, демонстрирует признаки умеренного органического загрязнения (III класс по индексу Майера), что, вероятно, связано с развитием мягкой водной растительности и аккумуляцией иловых отложений.
3. Запруженный участок реки Крутиха характеризуется повышенным содержанием органических веществ (IV класс по индексу Майера), однако высокое биоразнообразие позволяет классифицировать его как бета-мезосапробный водоем.
4. Видовой состав беспозвоночных и показатели качества воды в различных биотопах одного водоема (р. Крутиха: запруда и ручей) отличаются гораздо сильнее, чем в похожих биотопах различных водоемов одного района (участки с быстрым течением рек Крутихи и Шабанихи).
5. Анализ антропогенного влияния показал отсутствие значимого воздействия дачных массивов на экологическое состояние рек: показатели качества воды остаются стабильными как выше, так и ниже по течению относительно населенных пунктов.

Список литературы

1. Ардаширова, Г.И. Экологическая оценка химических элементов в системе «вода – донные отложения – ихтиофауна»: р. Дёма, Республика Башкортостан: дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / Г.И. Ардаширова. – [Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых]. – Уфа, 2017. – 134 с.
2. Бакаева, Е.Н. Оценка качества вод малых рек бассейнов Северского Донца и Тузлова по биотическим индексам / Е.Н. Бакаева, М.Н. Тарадайко // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2021. – Т. 4, № 1. – С. 7–18.
3. Безматерных, Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналитический обзор / Д.М. Безматерных – ГПНТБ СО РАН, Институт водных и экологических проблем. – Новосибирск, 2007. – 87 с.
4. Биологический контроль состояния окружающей среды. Методические указания для семинарских занятий и самостоятельной работы ов: учебно-методическое пособие / сост. Н.В. Пахарькова, Т.Л. Шашкова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. – 62 с.
5. Козлова, А.В. Экологическое состояние малой реки: оценка с использованием композитных индексов / А.В. Козлова, Н.В. Зуева // Труды Карельского научного центра РАН. – 2021. – № 5. – С. 32–44. – DOI: 10.17076/eco1455. – УДК 504.064.2.
6. Коновалов, Д.С. Опыт использования индекса Вудивисса и показателей таксономического богатства бентоса для оценки экологического состояния водных объектов в г. Петрозаводске / Д.С. Коновалов, Ю.О. Назукова // Принципы экологии. – 2023. – № 4. – С. 39–49. – DOI: 10.15393/j1.art.2023.1438.
7. Кузьмина, И.А. Общая экология: методические указания. / И.А. Кузьмина – Великий Новгород: НовГУ, 2011. – 50 с.
8. Курочкина, В.А. Концепция и основные мероприятия по геоэкологической реабилитации малых рек и прилегающих территорий городов / В.А. Курочкина, И.А. Сметанин // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 6. – URL: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf> – DOI: 10.15862/89NZVN622.
9. Ласуков, Р.Ю. Обитатели водоемов: карманный определитель. / Р.Ю. Ласуков – М.: Лесная страна, 2009. – 128 с.

10. *Лобуничева, Е.В.* Оценка экологического состояния малой реки урбанизированной территории по характеристикам фитопланктона, зоопланктона и зообентоса на примере р. Содема (Вологодская область) / Н.Н. Макарёнкова, К.Н. Ивичева, И.В. Филоненко, А.И. Литвин, Е.С. Попета, Н.В. Думнич // Трансформация экосистем. – 2023. – Т. 6, № 4. – С. 119–140. – DOI: 10.23859/estr-230922.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных России: в 5 т. / под ред. С. Я. Цалолихина. – СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 1994–2001.
12. Официальный сайт Президента России. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/statements/70565> (дата обращения: 01.01.2024).
13. *Петров, Д.С.* Оценка экологического состояния малых водотоков Санкт-Петербурга по показателям зообентоса в 2019–2021 гг. / Д.С. Петров, А.М. Якушева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 529–544. – DOI: 10.21638/spbu07.2022.308.
14. *Полякова, Т.Н.* Рекомендации по оценке состояния экосистем малых водоемов по организмам зообентоса / Т.Н. Полякова // Изучение водных объектов и природно-территориальных комплексов Карелии. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. – С. 85–105.
15. *Соколова, Т.Л.* Оценка экологического состояния некоторых малых рек Государственного природного заповедника «Кологривский лес» по зообентосным сообществам / Т.Л. Соколова, Л.В. Мурадова // Принципы экологии. – 2025. – № 2. – С. 99–117. – DOI: 10.15393/j1.art.2025.15803.
16. *Ткачев, Б.П.* Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: аналитический обзор / Б.П. Ткачев, В.И. Булатов. – Новосибирск, 2002. – 114 с. – (Сер. Экология; вып. 64).
17. *Цгоев, Т.Ф.* Экологическое состояние малых рек на примере РСО-Алания / Т.Ф. Цгоев, В.Б. Амбалов // Национальная ассоциация ученых (НАУ). – 2020. – № 58. – С. 24–27.
18. *Чертопруд, М.В.* Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России / М.В. Чертопруд, Е.С. Чертопруд – М.: КМК – 2010. – 184 с. – ISBN 978-5-87317-658-3.

УДК 574.32:591.471.4

ФЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ СОБОЛЯ (MARTES ZIBELLINA L.): СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИКИХ И ФЕРМЕРСКИХ ГРУПП ПО НЕМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ЧЕРЕПА

А.А. Пугачева, Д.В. Кропачев

Сибирский государственный институт инженерии и биотехнологий, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. В условиях активного развития клеточного пушного звероводства исследование влияния доместикиции на морфо-фенетическую структуру популяций соболя продолжает иметь научную и практическую значимость. В работе представлены результаты сравнительного анализа краниологических выборок диких (природная популяция) и фермерских (клеточное содержание) соболей на основе частот встречаемости неметрических признаков черепа. Степень фенетических различий оценивалась с помощью расчета средней меры дивергенции (Mean Measure of Divergence, MMD) с использованием преобразования Фримена-Тьюки. Установлено, что популяции достоверно различаются по комплексу изученных дискретных вариаций. Значение средней меры дивергенции составило $MMD = 0.317$ при стандартном отклонении $SD = 0.012$, что превышает порог

статистической значимости ($MMD > 2SD$). Полученные данные свидетельствуют о выраженной фенетической дифференциации между дикими и фермерскими соболями, что может быть следствием как генетико-автоматических процессов, так и направленного искусственного отбора.

Ключевые слова: *Martes zibellina* L., соболь, неметрические признаки черепа, средняя мера дивергенции (MMD), популяционная изменчивость, domestикация.

**PHENETIC DIFFERENTIATION OF SABLE (*MARTES ZIBELLINA* L.)
POPULATIONS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF WILD AND FARM GROUPS
BASED ON NON-METRIC CRANIAL TRAITS**

A.A. Pugacheva, D.V. Kropachev

Siberian State Institute of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The study of the consequences of domestication on the morphological diversity of fur-bearing animals remains relevant in the context of intensive fur farming development. The paper presents the results of a comparative analysis of craniological samples of wild (natural population) and farmed (captive) sables based on the frequencies of non-metric cranial traits. The degree of phenetic differentiation was assessed using the Mean Measure of Divergence (MMD) with the Freeman-Tukey transformation. A statistically significant difference between the populations was revealed for the complex of discrete cranial variations studied. The Mean Measure of Divergence value was $MMD = 0.317$ with a standard deviation of $SD = 0.012$, exceeding the threshold of statistical significance ($MMD > 2SD$). The data obtained indicate a pronounced phenetic differentiation between wild and farm sables, which may result from both genetic-automatic processes and directional artificial selection.

Keywords: *Martes zibellina* L., sable, non-metric cranial traits, Mean Measure of Divergence (MMD), population variability, domestication.

Введение

Изучение морфологической изменчивости популяций соболя (*Martes zibellina* L.) традиционно базируется на анализе краниометрических признаков [1; 3]. Однако размеры черепа в значительной степени подвержены влиянию трофических и климатических факторов, что затрудняет выделение собственно генетической составляющей межпопуляционных различий. В этом контексте особую ценность приобретают неметрические признаки черепа (фены) — дискретные вариации строения костей, наследование которых имеет полигенную основу и относительно слабо зависит от условий среды [2; 4].

Соболь является классическим объектом клеточного звероводства. За десятилетия разведения в неволе сформировались фермерские популяции, длительное время существующие в условиях, радикально отличающихся от природных. Снижение пресса естественного отбора, изменённый рацион и ограниченный генофонд могут приводить к накоплению фенетических особенностей, не свойственных диким популяциям. Вопрос о масштабе и направленности таких изменений остаётся недостаточно изученным, особенно в отношении неметрических признаков черепа, которые служат маркерами эпигенетической структуры популяций [2; 4].

Соболь является стратегическим запасом Российской Федерации: ежегодная добыча дикого соболя составляет 400–600 тыс. шкурок, тогда как продукция клеточного соболеводства — около 65–70 тыс. шкурок в год. Россия сохраняет мировую монополию на клеточное разведение соболя и является единственным поставщиком собольих шкурок на мировой рынок. Развитие клеточного соболеводства рассматривается как проблема государственного значения, поскольку позволяет снизить промысловую нагрузку на природные популяции без сокращения объёмов ценной пушнины. В этом контексте

изучение морфо-фенетических последствий доместикиции приобретает не только фундаментальное, но и прикладное значение.

Цель исследования — оценить степень фенетической дифференциации между выборками диких (природная популяция) и фермерских (клеточное разведение) соболей на основе сравнительного анализа частот встречаемости неметрических признаков черепа.

Материалы и методы

Исследование выполнено на краниологическом материале от половозрелых особей соболя. Выборка диких соболей ($n = 20$ особей) представлена сборами с территории Западной Сибири. Выборка фермерских соболей ($n = 15$ особей) получена из ООО «Племзверокомплекс «Магистральный» (Иркутская область) — одного из крупнейших в Российской Федерации племенных репродукторов по разведению соболя породы чёрный соболь.

Регистрация неметрических признаков черепа проводилась по методике, апробированной в работах по соболю [2; 3; 4]. Для каждого черепа фиксировалось наличие или отсутствие фенов, соответствующих 22 неметрическим признакам. Для билатеральных признаков учитывались проявления на левой и правой сторонах черепа независимо, в связи с чем объём выборки для таких признаков составил 40 наблюдений для дикой группы и 30 наблюдений для фермерской. Учитывая установленную ранее корреляцию некоторых неметрических признаков с размерами черепа и полом особи [2; 3], признаки, демонстрирующие статистически значимую связь с полом и возрастом — 12, 16, 21 и 22 (по критерию χ^2), были исключены из дальнейшего анализа. Таким образом, анализ проводился по оставшимся 19 признакам.

Степень фенетических различий между выборками оценивалась путём расчёта средней меры дивергенции Смита (Mean Measure of Divergence, MMD) с поправкой Сьоволда [6]. Для стабилизации дисперсии применялось преобразование частот по Фримену–Тьюки. Статистически значимыми считались значения MMD, превышающие удвоенное стандартное отклонение ($MMD > 2SD$). Расчёты и визуализация (многомерное шкалирование, MDS) выполнены в среде R с использованием пакета AnthroMMD [5].

Результаты

В результате анализа частот встречаемости неметрических признаков черепа установлено, что выборки диких и фермерских соболей достоверно различаются по комплексу изученных фенов. Значение средней меры дивергенции между группами составило $MMD = 0,317$ при стандартном отклонении $SD = 0,012$. Поскольку вычисленное значение MMD превышает пороговое значение $2SD$ (0,024), различия между популяциями являются статистически значимыми ($p < 0,05$). Результаты многомерного шкалирования (MDS) наглядно демонстрируют взаимное удаление выборок в пространстве фенетических дистанций, подтверждая наличие выраженной дифференциации (рис. 1).

Обсуждение

Полученное значение MMD (0,317) указывает на умеренную, но статистически достоверную степень фенетической дивергенции между дикой и фермерской группами соболя. Для сравнения: в исследовании 14 географических популяций соболя Дальнего Востока значения MMD варьировали от 0,001 до 0,238 [4]. Таким образом, уровень различий между дикими и фермерскими соболями превышает максимальные межпопуляционные различия, наблюдаемые в пределах естественного ареала вида на Дальнем Востоке. Схожие уровни различий ($MMD \sim 0,2–0,4$) наблюдаются при сравнении географически изолированных или акклиматизированных популяций соболя [2, 4].

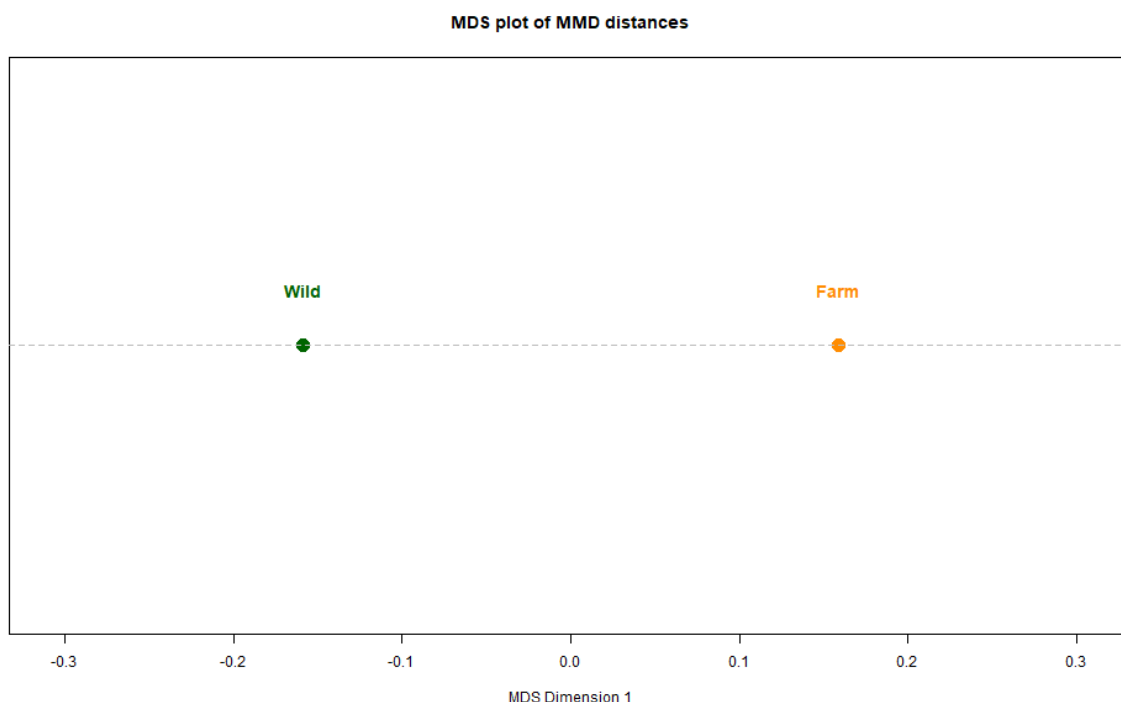


Рис. 1. Результаты многомерного шкалирования (MDS) матрицы фенетических дистанций MMD между выборками диких (Wild) и фермерских (Farm) соболей. Расстояние между точками по оси MDS Dimension 1 отражает степень дифференциации популяций по комплексу неметрических признаков черепа.

Выявленная дифференциация может быть обусловлена комплексом факторов. Во-первых, существенную роль мог сыграть эффект основателя: фермерская популяция ПЗК «Магистральный», вероятно, сформирована из ограниченного числа особей, генофонд которых не отражает всего разнообразия дикой природы. Во-вторых, в условиях клеточного содержания меняется направленность отбора: снижается пресс естественного отбора на прочность костей лицевого скелета (вследствие потребления мягких, измельчённых кормов), что может способствовать накоплению фенотипических признаков, элиминируемых в природе. В-третьих, племенная работа, направленная на закрепление хозяйственно ценных признаков (окраска, качество меха), может сопровождаться коррелятивными изменениями в морфологии черепа.

Фермерская выборка происходит из племенного хозяйства, специализирующегося на разведении чёрного соболя — породы, выведенной в условиях неволи и характеризующейся специфическими параметрами окраски и качества меха. Селекционная работа, направленная на закрепление хозяйственно ценных признаков, может сопровождаться коррелятивными изменениями в морфологии черепа. Таким образом, выявленная фенетическая дифференциация может отражать не только эффект основателя и снятие пресса естественного отбора, но и результат направленной племенной работы в условиях звероводческого хозяйства.

Выводы. 1. Сравнительный анализ неметрических признаков черепа выявил статистически значимые фенетические различия между выборками диких и фермерских соболей ($MMD = 0,317$; $SD = 0,012$; $MMD > 2SD$).

2. Уровень дифференциации между дикой и фермерской группами превышает межпопуляционные различия, наблюдаемые в пределах естественного ареала.

3. Выявленные различия могут быть следствием эффекта основателя, снятия пресса естественного отбора и направленной племенной работы в условиях клеточного содержания.

Список литературы

1. Монахов, В.Г. Декадная динамика размеров черепа соболя Прибайкалья / В.Г. Монахов, Г.М. Агафонов // Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2013. – Т. 6, № 3. – С. 234–242.
2. Ранюк, М.Н. Краниологическая изменчивость автохтонных и акклиматизированных популяций соболя: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Екатеринбург, 2006. – 26 с.
3. Ранюк, М.Н. Сравнительный анализ популяционных группировок соболя на основе неметрических вариаций черепа / М.Н. Ранюк, В.Г. Монахов // Методы популяционной биологии: сборник материалов VII Всероссийского популяционного семинара (Сыктывкар, 16–21 февраля 2004 г.). – Сыктывкар, 2004. – Ч. 1. – С. 177–179.
4. Ранюк, М.Н. Краниологическая изменчивость соболя Дальнего Востока / М.Н. Ранюк, В.Г. Монахов // Труды Зоологического института РАН. – 2017. – Т. 321, № 2. – С. 199–217. DOI: 10.31610/trudyzin/2017.321.2.199
5. Santos, F. AnthroPMD: An R Package for the Mean Measure of Divergence. – 2026. –
6. Sjøvold, T. Non-metrical divergence between skeletal populations: The theoretical foundation and biological importance of C.A.B. Smith's mean measure of divergence / T. Sjøvold // Ossa. – 1977. – Vol. 4, Suppl. 1. – P. 1–133.

УДК 599.32 + 591.471.4 + 591.15

КРАНИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОНДАТРЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

К. С. Ровенских, В. О. Шорина, Е. Д. Червова

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск,
Россия, seshaaairy@gmail.com

Аннотация. В данной работе проведен комплексный краниометрический анализ популяции ондатры (*Ondatra zibethicus* L.) Томской области, основанный на промере черепов. Целью данной работы является выявление внутривидовой изменчивости популяции ондатр Томской области по краниометрическим признакам. Было исследовано 8 черепов взрослых особей. Статистически значимые отличия выявлены только по длине лицевой части. Полученные данные говорят о том, что внутривидовая изменчивость ондатр Томской области существует, носит ограниченный характер и затрагивает не весь череп, а только один функционально важный отдел – лицевой.

Ключевые слова: *Ondatra zibethicus* L.; ондатра; изменчивость; череп; краниометрический анализ; Томская область.

CRANIOMETRIC VARIABILITY OF THE TOMSK REGION MUSKRAT

K. S. Rovenskikh, V. O. Shorina, E. D. Chervova

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia
seshaaairy@gmail.com

Abstract. This work presents a comprehensive craniometric analysis of the Ondatra (*Ondatra zibethicus* L.) population in the Tomsk region, based on the measurement of skulls. The aim of this work is to identify the intraspecific variability of the Ondatra population in the Tomsk region using craniometric features. Eight skulls of adult individuals were examined. Statistically significant differences were found only in the length of the facial part. The data obtained indicate that intraspecific variability in the muskrats of the Tomsk region exists, but it is limited and affects only one functionally important part of the skull, the facial part.

Keywords: *Ondatra zibethicus* L.; muskrat; variability; skull; craniometric analysis; Tomsk region.

Изучение внутривидовой изменчивости является одной из интересных и, несомненно, важных задач морфологии и популяционной биологии. Именно внутривидовая изменчивость является первичным материалом, на которых воздействует естественный отбор, формируя адаптации и приводя к микроэволюционным преобразованиям. Особенно актуально это для видов-вселенцев, которым и является ондатра обыкновенная (*Ondatra zibethicus* L.) [1].

Со временем накопленные научные данные позволили выявить, что наиболее консервативной (медленно изменяющейся) и информационно емкой структурой млекопитающего является череп, что доказал выдающийся российский ученый-животновод Ефим Федотович Лискун (1873–1958) [2]. В наше время основой краниологических исследований остается метод, основанный на линейных промерах черепа и последующий анализ полученных данных.

Изменение морфологии вида и, в том числе черепа, происходит также и при смене условий обитания вида. Интродукция видов-вселенцев в экосистемы является наглядным примером этих процессов. Идеальной моделью для изучения внутривидовой морфологической адаптации является ондатра обыкновенная, чье расселение на территории России (изначально СССР) началось сравнительно недавно – в 1929 году.

Практически все население ондатры в России ведет начало от одной из канадской популяции. Первое исследование южных и северных ондатр, проведенное в 1950-х годах В. С. Смирновым и С. С. Шварцем, показало, что по комплексу морфофизиологических признаков эти сообщества ондатры еще не успели к тому времени приобрести какие-либо популяционные особенности [6]. Тогда были изучены именно краниометрические признаки. Позднее, в 1999 году Васильев А. Г., Большаков В. Н., Синева Н. В. обнаружили между северными и южными популяциями существенные различия по морфометрическим и неметрическим признакам черепа [3]. В еще одном исследовании от 2016 года эти же ученые опубликовали исследование, выявившее еще большие различия, а также пришли к выводу о «высоком потенциале вида в отношении быстрых морфогенетических преобразований» [5].

В 2019 году А. В. Чуевой, Д. Б. Гелашвили, В. Н. Якимовым, А. А. Брагазиным, А. В. Мухановым было проведено сравнительное краниометрическое исследование популяций ондатр Нижегородской области и Казахстана [8]. Эта работа показала, что по большинству краниометрических промеров, кроме длины резцового отверстия, различий между популяциями нет. Однако метод геометрической морфометрии выявил статистически значимые различия по форме черепа, что свидетельствует об адаптации к разным условиям среды.

Томская область, расположенная в зоне контакта нескольких крупных экосистем, представляет интерес с точки зрения адаптивного потенциала вида в данных климатических и кормовых условиях. Таким образом, в задачу настоящего исследования входит предоставление новейших данных о морфотипе томской популяции ондатры.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования послужили черепа ондатры (*Ondatra zibethicus* L.) из охотничьего угодья ФГБОУ ВО Университет биотехнологий, расположенном в Молчановском районе Томской области. Всего изучено 8 черепов. Для анализа изменчивости изучены черепа только взрослых особей.

Для краниометрического анализа были выполнены 10 промеров (8 стандартных и два дополнительных):

1 – скуловая ширина (СШ), 2 – межглазничная ширина (МГШ), 3 – длина лицевой части (ДЛЧ), 4 – длина мозговой части (ДМЧ), 5 – наибольшая ширина черепа (НШЧ), 6 – высота черепа в области мозговой капсулы (ВЧ), 7 – кондилобазальная длина (КБД), 8 – длина

резцового отверстия (ДРО), 9 – альвеолярная длина верхнего зубного ряда коренных зубов (ДВЗР), 10 – длина диастемы верхней (ДДВ).

Для измерения использовался скользящий циркуль.

Статистический анализ был проведен в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований и обсуждение результатов

В таблице представлены средние (m) и стандартные отклонения (s) 10 краниометрических промеров в миллиметрах. Отличия выявлены только по длине лицевой части.

Лицевой отдел черепа, в отличие от мозгового отдела, который стабилизируется рано, продолжает формироваться в постнатальном развитии, отражая условия роста и питания особи [7]. Исследования показывают, что форма лицевого отдела черепа напрямую зависит от характера кормовой базы животного, таким образом у ондатры длина лицевой части будет, наравне с длиной диастемы, центральным признаком, отражающим пищевую специализацию популяции.

Полученные нами результаты показывают, что длина лицевой части имеет наибольшую вариативность от особи к особи в популяции. Пол и возраст исключают возможность влияния на этот фактор, поскольку все особи были взрослые, при этом половой диморфизм у ондатр крайне незначителен. Существует несколько гипотез, объясняющих это явление.

Таблица — Краниометрические промеры черепа ондатры

Признаки	Описательная статистика	
	m	s
Скуловая ширина	31	1,7
Межглазничная ширина	2,7	0,7
Длина лицевой части	34,2	6,1
Длина мозговой части	23,1	1,1
Наибольшая ширина черепа	18,6	2,5
Высота черепа в области мозговой капсулы	17,8	1,4
Кондилобазальная длина	54,3	2,6
Длина резцового отверстия	7,8	0,8
Альвеолярная длина верхнего ряда коренных зубов	10,2	0,4
Длина диастемы верхней	18,6	1,7

Наиболее вероятной причиной высокой изменчивости является качество местообитания и кормовой базы. Исследование Эрки Панкаоски в 1987 году [9] прямо показывает: улучшение состояния жизни животных снижает морфологическую изменчивость в популяции. Добытые ондатры из охотничьего угодья обитали в мозаичных условиях, следовательно, особи с более длинным лицевым отделом черепа обитали в местах с более жесткой растительностью, для которой требуется более мощный жевательный аппарат.

Иным объяснением может служить гипотеза о микроэволюционных процессах, идущих в популяции видов-вселенцев. На примере исследований западносибирских популяций ондатры [4] можно предположить, что высокая изменчивость длины лицевой части черепа может отражать всё ещё идущий адаптивный процесс – популяция формирует оптимальный морфотип под локальные условия обитания.

Выводы

В результате исследования популяции ондатры Томской области выявлена внутривидовая краниометрическая изменчивость, которая носит избирательный характер. Статистически значимые различия между особями выявлены только по одному промеру – длине лицевой части черепа. Наиболее вероятными причинами являются мозаичность кормовых условий в местах обитания ондатр в Молчановском районе Томской области и продолжающимися микроэволюционными процессами в популяции.

Список литературы

1. Бобров, В.В. Виды-вселенцы млекопитающих в России (обзор исследований) // Социально-экологические технологии. — 2015. — № 1-2. — С. 21–30.
2. Боронецкая, О.И. Государственный музей животноводства имени Е.Ф. Лискуна – центр краниологических исследований / О.И. Боронецкая, А.И. Никифоров, Е.А. Чикурова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 3. — С. 70–83.
3. Васильев, А.Г. Эволюционно-экологические процессы в популяциях ондатры при акклиматизации в условиях севера / А.Г. Васильев, В.Н. Большаков, Ю.М. Малафеев [и др.] // Экология. — 1999. — № 6. — С. 433–441.
4. Васильев, А.Г. Отдаленные морфогенетические последствия акклиматизации ондатры в Западной Сибири / А.Г. Васильев, В.Н. Большаков, Н.В. Синева // Доклады Академии наук. — 2014. — Т. 455, № 4. — С. 478–480.
5. Васильев, А.Г. Последствия интродукции ондатры в Западной Сибири: морфофункциональный аспект / А.Г. Васильев, В.Н. Большаков, И.А. Васильева [и др.] // Российский журнал биологических инвазий. — 2016. — № 4. — С. 2–13.
6. Смирнов, В.С. Сравнительная эколого-физиологическая характеристика ондатры в лесостепных и приполярных районах / В.С. Смирнов, С.С. Шварц // Вопросы акклиматизации млекопитающих на Урале. — Свердловск, 1959. — С. 91–137.
7. Соколов, В.Е. (ред.). Ондатра: Морфология, систематика, экология / отв. ред. В.Е. Соколов, Н.П. Лавров. — М.: Наука, 1993. — 542 с.
8. Чуева, А.В. Комплексный краниологический анализ географически удаленных популяций ондатры (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766) / А.В. Чуева, Д.Б. Гелашвили, В.Н. Якимов [и др.] // Принципы экологии. — 2020. — № 1. — С. 121–135.
9. Pankakoski, E. Variability of Muskrat Skulls: Measurement Error, Environmental Modification and Size Allometry / E. Pankakoski, R.A. Väisänen, K. Nurmi // Systematic Biology. — 1987. — Vol. 36, Issue 1. — P. 35–51.

АКВАКУЛЬТУРА, ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО И ВОПРОСЫ ИСКУССТВЕННОГО РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ

УДК 574.5

РЕКРЕАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ВОДОЁМОВ

А. Е. Бугаева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия*

Аннотация. Целью статьи является систематизация современных подходов к оценке и повышению рекреационного потенциала малых городских водоёмов (прудов). В обзоре на основе анализа научной литературы рассматриваются: определение и особенности городских прудов как уязвимых антропогенных экосистем; развитие методов оценки от классического мониторинга к комплексным методикам, учитывающим как качество воды (W), так и удобство с безопасностью (U); а также основные направления практических мер по их инженерно-экологической реабилитации и благоустройству.

Ключевые слова. Городские пруды, рекреационный потенциал, оценка качества воды, инженерно-экологическая реабилитация, благоустройство водоёмов, малые водоёмы, устойчивое развитие городской среды.

RECREATIONAL USE OF SMALL URBAN WATER BODIES

A. E. Bugaeva

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The aim of this article is to systematize modern approaches to assessing and enhancing the recreational potential of small urban water bodies (ponds). Based on an analysis of scientific literature, this review examines: the definition and characteristics of urban ponds as vulnerable anthropogenic ecosystems; the evolution of assessment methods from classical monitoring to integrated approaches that consider both water quality (W) and safety with convenience (U); as well as the main directions of practical measures for their engineering and environmental rehabilitation and improvement.

Keywords. Urban ponds, recreational potential, water quality assessment, engineering and environmental rehabilitation, water body improvement, small water bodies, sustainable urban development.

Малые искусственные водоёмы являются неотъемлемым элементом городской среды, выполняющим важные экологические и рекреационные функции. Для чёткого определения объекта анализа необходимо обратиться к нормативно-технической документации. Согласно ГОСТ 19179–73 [3], пруд определяется как «мелководное водохранилище площадью не более 1 км²» или как «небольшой искусственный водоём в специально выкопанном углублении на поверхности земли, предназначенный для накопления и хранения воды для различных хозяйственных целей». Таким образом, ключевыми характеристиками пруда являются его искусственное происхождение, ограниченные размеры и хозяйственное назначение [6].

Особого внимания заслуживают городские водные объекты, изначально создававшиеся в рекреационных целях. Как отмечают исследователи, они возникали как украшающие элементы усадеб, парков или современных парковых комплексов [2]. Ключевой особенностью таких водоёмов является их полная зависимость от антропогенной поддержки: «без ухода и применения специальных мер такие водоёмы либо постепенно деградируют, либо могут исчезнуть полностью» [2]. Это напрямую связано с тем, что

антропогенная нагрузка на них зачастую превышает возможности естественного самовосстановления водных экосистем. Следовательно, поддержание их рекреационного потенциала требует не просто охраны, а целенаправленной инженерно-экологической реабилитации.

В рамках данной статьи под городским рекреационным прудом понимается искусственный или искусственно поддерживаемый малый водоём (площадью менее 1 км²), интегрированный в городской ландшафт и целенаправленно используемый для отдыха, эстетического восприятия. Его рекреационная ценность определяется не столько размерами и происхождением, сколько качеством водной среды, уровнем благоустройства прибрежной территории и безопасностью, что и формирует основу для комплексной оценки, рассматриваемой в последующих разделах.

Для эффективного управления этой уязвимой системой необходим инструмент её объективной диагностики. Таким инструментом выступает оценка рекреационного потенциала искусственных водоёмов. Она требует комплексного подхода, интегрирующего как экологический мониторинг, так и анализ социально-бытовых аспектов их использования. Исследователи сходятся во мнении, что водные объекты должны «соответствовать определенным требованиям и нести соответствующую их особенностям рекреационную нагрузку» [7]. Классический набор критериев, включающий органолептические, физико-химические, микробиологические и гидробиологические показатели, является необходимой основой для оценки состояния любого водоёма. Однако для формирования целостной картины этих данных недостаточно.

Развитием данного подхода являются комплексные методики, структурирующие оценку по тематическим блокам. Так, одна из предложенных схем [1] предполагает расчёт двух интегральных показателей: качества воды (W) и удобства с безопасностью (U). Значимо, что первый блок (W) систематизирует и расширяет традиционные параметры, включая в себя не только физико-химические и микробиологические показатели, но и гидробиологические индексы (сапробности), что позволяет дать более точную экологическую характеристику объекта. При этом авторы методики справедливо подчёркивают, что второй блок (U), оценивающий транспортную доступность, обустройство территории и безопасность, «зачастую играет определяющую роль при выборе места отдыха» [1], несмотря на некоторую субъективность этих параметров.

Универсальность подобной двухблочной системы заключается в её адаптивности. Для декоративных городских прудов, не предназначенных для купания, акценты смещаются, но значимость обоих блоков сохраняется. Экологический блок (W) остаётся критически важным, так как именно от качества воды зависят эстетическое восприятие, микроклимат и жизнедеятельность гидробионтов. В то же время, блок удобства и безопасности (U) трансформируется: параметры безопасности (B) оценивают не дно для купания, а надёжность ограждений и освещённость, а обустройство (D) фокусируется на наличии прогулочных дорожек, скамеек и видовых точек. Таким образом, синтез классических принципов оценки [7] и современной интегральной методики [1] предоставляет наиболее полный инструментарий для разработки научно обоснованных мер по повышению рекреационной ценности городских водоёмов.

Успешное рекреационное использование искусственных водоёмов напрямую зависит от комплексного проектирования, интегрирующего их в городскую среду. Для этого необходимо не только создание живописного пейзажа и благоустройства, но и разработка мер по сохранению самого водоёма и прилегающих территорий [4]. Особое значение для малых городских прудов имеют типы окружающих ландшафтов, которые определяют не только эстетику, но и допустимые рекреационные нагрузки. Например, лесные насаждения выполняют как декоративную, так и важную экологическую функцию, защищая водоём от заиления и испарения. Следовательно, проектирование такого водоёма

— это создание устойчивой экосистемы, в которой инженерные решения дополняют природные процессы.

Комплексная оценка рекреационного потенциала, рассмотренная выше, является диагностическим инструментом. Её результаты определяют выбор стратегии и конкретных мер по управлению водоёмом. Поскольку естественных возможностей экосистемы для противодействия антропогенной нагрузке зачастую недостаточно [2], необходим переход от пассивной охраны к активной реабилитации.

В практическом плане управление городским рекреационным прудом может включать спектр мероприятий, от консервации (сохранения текущего состояния) и реабилитации (восстановления приемлемых экологических условий) до реконструкции (адаптации к современным условиям с улучшением функций) [2]. Независимо от выбранной стратегии, мероприятия носят комплексный характер и могут быть сгруппированы по следующим направлениям:

Во-первых, это инженерно-экологические мероприятия, направленные на поддержание качества водной среды. Сюда относится предотвращение загрязнения через обустройство ливневой канализации и очистных сооружений для сточных вод, а также регулярная очистка самого водоёма. Последняя, как правило, включает механические (скиммеры, удаление мусора и избыточной растительности), биологические (зарыбление) и физико-химические (УФ-обеззараживание, применение реагентов) методы, что позволяет осуществлять комплексный уход за водным объектом [5].

Во-вторых, важнейшим аспектом является берегоукрепление и ландшафтное озеленение. Использование современных методов укрепления берегов (каменные конструкции, синтетические маты с растительностью) позволяет предотвратить эрозию и гармонично вписать водоём в ландшафт. Посадка деревьев и кустарников вдоль береговой линии не только защищает берег от размывания, но и создаёт буферную зону, улучшает микроклимат и формирует живописный вид. Создание водных садов с использованием кувшинок, лотосов и других растений дополнительно обогащает биоразнообразие и визуальную привлекательность.

В-третьих, ключевое значение имеет рекреационное обустройство прибрежной территории, напрямую влияющее на блок «удобства и безопасности» (U). К данным мероприятиям относится создание благоустроенных набережных с пешеходными и велосипедными дорожками, смотровых площадок, пляжных зон, а также оснащение территории малыми архитектурными формами, системами освещения и видеонаблюдения для обеспечения безопасности и комфорта посетителей [5].

Заключение. Можно выделить три взаимосвязанных условия для эффективного рекреационного использования малых городских водоёмов. Во-первых, необходимо осознавать их особый статус уязвимых искусственных экосистем, неспособных к самостоятельному восстановлению. Во-вторых, обязательным этапом является регулярный комплексный мониторинг, учитывающий как экологическое состояние воды, так и уровень комфорта прибрежной зоны. В-третьих, полученные данные должны служить основой для программ реабилитации и благоустройства, направленных на поддержание и повышение рекреационной привлекательности прудов. Именно такой подход позволяет не только сохранить, но и преумножить ценность этих водоёмов как значимого элемента городской среды.

Список литературы

1. Бакуменко, Ю. С. Методика оценки рекреационного потенциала водоёмов / Ю. С. Бакуменко, Л. Е. Подлипенская, М. Б. Шилин // Экология урбанизированных территорий. — 2023. — №2. — С. 13-20.
2. Горюнова, С. В. Основные типы городских водоёмов и возможные пути их инженерно-экологического обустройства / С. В. Горюнова // Вестник Московского

городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. — 2016. — С. 40-49.

3. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. – Официальное издание. Москва: Издательство стандартов, 1988. — С. 36.

4. Кондратов, С. И. Создание искусственных водоёмов для рекреации / С. И. Кондратов, А. П. Купрюшин, А. А. Чудаков // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2009. — С. 1-3.

5. Кузнецова, А. А. Принципы благоустройства территорий городских водоёмов на примере города Рязани / А. А. Кузнецова, Е. А. Трофимова // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. — 2024. — №8. — С. 197-200.

6. Тушина, А. С. Геоэкологическая оценка малых водоемов города Новосибирска: дис. канд. геогр. наук: 1.6.21 / А. С. Тушина. — Новосибирск, 2021. — С. 251.

7. Федорова, В. С. Оценка качества поверхностных вод водоёмов как объектов рекреации / В. С. Федорова, Ю. С. Бакуменко // Экологический вестник Донбасса. — 2021. — №2. — С. 17-27.

УДК 639.3.03

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА САЗАНА В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Канашиков

Научный руководитель Е.В. Пищенко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия*

Аннотация. В статье рассмотрена актуальность восстановления популяции сазана в водоемах Новосибирской области. Приведены исторические аспекты интродукции вида, анализ современного состояния рыбоводных предприятий и результаты пилотного проекта по искусственному воспроизводству сазана с подращиванием молоди до массы более 20 г. Представлены данные инкубации икры (70% выклева) и выживаемости молоди (80%), проанализированы причины отклонений от нормативных показателей.

Ключевые слова: сазан; искусственное воспроизводство; Новосибирская область; инкубация икры; подращивание молоди; аквакультура.

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR ARTIFICIAL REPRODUCTION OF CARP (*CYPRINUS CARPIO*) IN NOVOSIBIRSK REGION

K.A. Kanashakov

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article discusses the relevance of restoring the common carp population in water bodies of Novosibirsk Region. Historical aspects of the species introduction, an analysis of the current state of fish farming enterprises, and the results of a pilot project on artificial reproduction of common carp with subsequent rearing of juveniles to a weight exceeding 20 g are presented. Data on egg incubation (70% hatching rate) and juvenile survival (80%) are provided, and the reasons for deviations from standard indicators are analyzed.

Keywords: common carp; artificial reproduction; Novosibirsk Region; egg incubation; juvenile rearing; aquaculture

Актуальность исследования. Сазан (*Cyprinus carpio*) является одним из ключевых объектов озерных товарных хозяйств и прудовой аквакультуры. Он успешно используется

в селекционной работе: например, при создании сарбожанского карпа для Западной Сибири применялась кровь амурского сазана, а ропшинская породная группа создавалась с участием сазана из озера Тапараван.

На юге Западной Сибири интродукция сазана началась в 1909–1910 гг. и активно продолжалась в 1920-е годы. Родоначальной формой послужил балхашский сазан. В 1970-е годы вид был успешно вселен в Мамонтовские, Барнаульские озера и озеро Уткуль. В итоге сазан акклиматизировался во многих водоемах Западной Сибири, однако везде остается малочисленным. В небольшом количестве он встречается в прогреваемых верховьях Оби и проник в Новосибирское водохранилище.

В советский период в стране действовало около 170 заводов по искусственному разведению рыб, ежегодно выпускавших более 8 млрд штук молоди (в том числе 7 млрд – леща, сазана, судака и растительноядных). Однако в настоящее время большинство предприятий прекратили существование, производственные связи утрачены. На территории Новосибирской области ранее функционировавшие рыбоводные хозяйства, занимавшиеся воспроизводством сазана, закрыты. Последний выпуск молоди сазана в Новосибирское водохранилище датирован 1992 годом. Это привело к устойчивому снижению численности популяции по всей области.

С 2012 года в регионе начала работу Сибирская межрегиональная ассоциация по воспроизводству и сохранению водных биоресурсов «Аквакультура», объединившая действующие рыбоводные предприятия. В рамках ассоциации членами ООО «Рыбхоз» и ООО «Эховторресурс» был разработан и реализован пилотный проект по искусственному воспроизводству сазана с последующим подращиванием молоди до массы более 20 г и выпуском в водоемы. ООО «Рыбхоз» имеет инкубационный цех, садковую линию для маточного поголовья, рыболовные участки и квоты на вылов. ООО «Эховторресурс» располагает прудовыми площадями для подращивания. Объединение усилий позволяет достичь целевой навески молоди (>20 г), что согласно методическим рекомендациям Росрыболовства снижает прессинг хищников (окуня) и повышает промысловый возврат.

Цель – изучение ключевых аспектов биотехники разведения и выращивания сазана для искусственного воспроизводства, а также выявление возможностей повышения эффективности процесса на предприятиях ООО «Рыбхоз» и ООО «Эховторресурс». Задачи: уточнить особенности заводского метода получения половых продуктов; описать технологический процесс выращивания сазана в условиях конкретного предприятия.

Материал и методы исследований.

Работы проводились в Новосибирской области на базе ООО «Рыбхоз» (получение и инкубация икры) и ООО «Эховторресурс» (подращивание молоди). Анализ выполнен по результатам научно-исследовательской практики в период с 20.04.2025 по 01.10.2025 года.

Результаты исследований.

Полученную в количестве 1 100 тыс. шт. икру сазана поместили в аппараты Вейса. Через 4 суток инкубации выклев составил 770,0 тыс. шт. личинок – 70% от исходного количества. Данный показатель ниже нормативного (80%), что, предположительно, объясняется низкой температурой инкубации (в пределах 18–20 °С).

На активное питание перешло 577,5 тыс. шт. – 75,0% от числа выклюнувшихся личинок. Количество подращенной молоди достигло 462,0 тыс. шт., выживаемость на этапе подращивания – 80% (табл. 1).

Остальные параметры инкубации находились в пределах нормативных значений. Согласно литературным данным, инкубация при температурах, близких к нижней границе диапазона, удлиняет период эмбриогенеза, но вылупившиеся предличинки имеют большую массу, длину и объем желточного мешка, что впоследствии обеспечивает более высокие темпы роста. При этом предличинки с морфофизиологическими дефектами (аномалии

органов дыхания или пищеварительного тракта) не способны к дальнейшему развитию и погибают. Массовая гибель на этом этапе может быть также обусловлена низким рыбоводным качеством икры.

Таблица 1 – Результаты инкубации и подращивания молоди сазана

Показатель	Количество, тыс. шт.	% от предыдущего этапа
Получено икры	1100,0	–
Выклев личинок	770,0	70%
Переход на активное питание	577,5	75%
Подращенная молодь	462,0	80%

Заключение

Реализованный пилотный проект показал принципиальную возможность восстановления искусственного воспроизводства сазана в Новосибирской области. Однако выявлено снижение процента выклева (70% против нормативных 80%), связанное с температурным режимом инкубации. В качестве мер по повышению эффективности рекомендуется:

1. Стабилизировать температуру инкубации в оптимальном диапазоне (20–22 °С).
2. Провести оценку рыбоводного качества икры используемого маточного поголовья.
3. Продолжить отработку технологии подращивания молоди до навески 20 г и более для увеличения выживаемости после выпуска в естественные водоемы.

Дальнейшее развитие сотрудничества в рамках Ассоциации «Аквакультура» позволит нарастить объемы зарыбления и внести вклад в восстановление популяции сазана в Новосибирской области.

Список литературы

1. *Морузи, И. В.* Биологические и продуктивные особенности новой породы рыб - Алтайский зеркальный карп : автореферат дис. ... доктора биологических наук : 06.02.01 / НИИ ветеринарной генетики и селекции.- Новосибирск, 1996.- 34 с.
2. Данные о деятельности рыбоводных заводов СССР (обобщенные статистические сведения).

УДК 639.33

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОБЫКНОВЕННОГО КАРПА НА ДИНАМИКУ НЕКОТОРЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ГЕРМЕТИЧНЫХ ЕМКОСТЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ

А.А. Кандыбин, Э.В. Бубунец

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия,

kandybin.anton@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты трёх независимых экспериментальных повторностей по транспортировке годовиков карпа (*Cyprinus carpio* L.) средней массой 119,38±14,82 г в герметичных полиэтиленовых пакетах объёмом 8 л с соотношением вода:кислород 1:2. Перевозка осуществлялась в салоне легкового автомобиля по кольцевому маршруту в течение 20, 24 и 28 часов. Изучена динамика гидрохимических параметров (растворённый кислород, pH, концентрации NH₃ и NH₄⁺) в четырёх группах: контрольной (без рыбы) и трёх опытных. Опытная группа 1 - нормативная плотность посадки без кондиционеров; опытная группа 2 - повышенная вдвое плотность с внесением

препарата N₁ (1,25 мл/л); опытная группа 3 - повышенная вдвое плотность с внесением препарата N₂ (0,005 мл/л). Установлено, что в опытной группе 1 к 28 часу концентрация NH₄⁺ достигает 49,67±4,51 мг/л, а содержание NH₃ - 0,235±0,038 мг/л. В опытной группе 2 (повышенная плотность + N₁) зафиксировано статистически значимое (p≤0,01) снижение NH₄⁺ в 3,9 раза и удержание NH₃ на уровне ≤0,0073 мг/л. Препарат N₂ (опытная группа 3) проявил аналогичный эффект, но уступал N₁ по эффективности в 2,5 раза. Полученные данные обосновывают возможность увеличения плотности посадки в 2 раза от нормативной при использовании кондиционера N₁ без ущерба для гидрохимического режима.

Ключевые слова: обыкновенный карп; транспортировка гидробионтов; водные кондиционеры; аммиак; ионы аммония; pH; плотность посадки; аквакультура.

INFLUENCE OF DIFFERENT DURATION OF COMMON CARP TRANSPORTATION ON THE DYNAMICS OF SOME HYDROCHEMICAL PARAMETERS IN SEALED CONTAINERS USING MODERN INDUSTRIAL WATER CONDITIONERS

A.A. Kandybin¹, E.V. Bubunets²

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, kandybin.anton@gmail.com

Abstract. The paper presents the results of three independent experimental replicates on the transportation of common carp yearlings (*Cyprinus carpio* L.) with an average weight of 119.38±14.82 g in sealed 8 L polyethylene bags at a 1:2 water-to-oxygen ratio. The transport was carried out in a passenger car along a circular route over 20, 24, and 28 hours. The dynamics of hydrochemical parameters (dissolved oxygen, pH, NH₃, and NH₄⁺ concentrations) were studied in four groups: a control group (without fish) and three experimental groups. Experimental group 1: standard stocking density without conditioners; experimental group 2: doubled stocking density with the addition of preparation N₁ (1.25 ml/L); experimental group 3: doubled stocking density with the addition of preparation N₂ (0.005 ml/L). It was found that in experimental group 1, by the 28th hour, the NH₄⁺ concentration reached 49.67±4.51 mg/L, and the NH₃ content reached 0.235±0.038 mg/L. In experimental group 2 (doubled density + N₁), a statistically significant (p≤0.01) 3.9-fold decrease in NH₄⁺ was recorded, with NH₃ maintained at ≤0.0073 mg/L. Preparation N₂ (experimental group 3) also showed a similar effect but was 2.5 times less effective than N₁. The data obtained substantiate the possibility of a 2-fold increase in stocking density relative to the standard when using N₁ conditioner without compromising the hydrochemical regime.

Keywords: common carp; transport of aquatic organisms; water conditioners; ammonia; ammonium ions; pH; stocking density; aquaculture.

Актуальность проблемы. Наибольшие риски возникают при длительности перевозки свыше 20-24 часов. Даже при точном соблюдении нормативов плотности посадки, заложенных в справочной литературе середины прошлого века, концентрация аммонийного азота в воде способна подняться до величин, провоцирующих сбои физиологических функций и гибель рыбы. В водной среде аммиак представлен двумя формами, переходящими друг в друга: молекулярной (NH₃) и ионизированной (NH₄⁺). Основную токсикологическую опасность несёт неионизированная фракция, беспрепятственно диффундирующая через клеточные мембраны и угнетающая нервную систему [2; 11]. Доля NH₃ в общем аммонийном азоте определяется температурой и величиной pH: закисление воды сдвигает равновесие в пользу менее вредного иона аммония [8].

Перспективным направлением снижения токсичности среды при транспортировке представляется использование промышленных кондиционеров для воды. Производители заявляют о способности подобных составов связывать аммиак и нитриты, корректировать

кислотность и предохранять слизистые покровы рыб [2]. В рамках данной работы, не имеющей коммерческой направленности, были испытаны два водных кондиционера, условно обозначенные как препарат N₁ (производство Германия, дозировка 1,25 мл/л) и препарат N₂ (производство Франция, дозировка 0,005 мл/л). Согласно заявлениям производителей и имеющимся экспериментальным данным, подобные средства способны связывать аммиак и нитриты, корректировать pH и защищать слизистые покровы рыб [2]. Однако количественных сведений о том, насколько эффективно такие добавки компенсируют негативные последствия от повышения плотности посадки, в доступной литературе недостаточно. В частности, остаётся невыясненным, можно ли при использовании кондиционеров вдвое увеличить нормативную биомассу рыбы на единицу объёма без критического изменения качества воды.

Цель исследования состояла в сравнительной оценке влияния двух промышленных водных кондиционеров (препараты N₁ и N₂) на динамику растворённого кислорода, pH, концентраций неионизированного аммиака и ионов аммония в воде при реальной автомобильной транспортировке годовиков карпа в герметичных пакетах на протяжении 20, 24 и 28 часов.

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы выполнена на базе аквариальной лаборатории кафедры зоологии и аквакультуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследования служили годовики карпа (*Cyprinus carpio Linnaeus, 1758*) [1], полученные из единого потомства в условиях учебно-опытного хозяйства. Морфометрические показатели рыб определяли согласно общепринятым ихтиологическим подходам [4]. Для обеспечения статистической достоверности эксперимент был выполнен в трёх повторностях при каждой продолжительности перевозки и в каждой группе. Средняя масса особей составила $119,38 \pm 14,82$ г. За 24 часа до начала перевозки кормление прекращали для уменьшения выделения аммиака в воду во время опыта.

Рыбу перевозили в легковом автомобиле, двигавшемся по замкнутому пути в пределах Москвы и Московской области. Пунктом отправления и возврата служила аквариальная лаборатория (учебный корпус № 4, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева). Использование легкового автомобиля позволило стандартизировать механические воздействия на рыбу и устранить влияние перепадов атмосферного давления.

Транспортировку осуществляли в стандартных полиэтиленовых пакетах вместимостью 8 л, куда заливали воду и нагнетали технический кислород в объёмной пропорции 1:2. После внесения препаратов и размещения рыбы пакеты герметично закрывали с помощью изоленты и укладывали в пенопластовые термоконтейнеры, благодаря чему температура воды на протяжении всего опыта удерживалась на уровне $10,0 \pm 0,6$ °C.

Величину плотности посадки для каждой длительности транспортировки вычисляли индивидуально, опираясь на рекомендации Ю.И. Орлова [5] с учётом средней массы тела (119,38 г) и температуры воды (10 °C). Схема опыта с фактическими значениями плотности посадки приведена в таблице 1.

Пакеты вскрывали и проводили измерения через 20, 24 и 28 часов после начала транспортировки. Исходные значения (0 ч) фиксировали в воде, которой наполняли пакеты, до внесения препаратов и рыбы. Содержание общего аммонийного азота определяли капельным методом с использованием тест-комплекта «НИЛПА». Температуру и концентрацию растворённого кислорода (O₂, мг/л) измеряли прибором «САМАРА-2» (Россия). Величину pH регистрировали цифровым pH-метром Kelilong PH-009i (КНР). Содержание NH₃ и NH₄⁺ в пробах вычисляли на основании данных, приведённых в таблицах капельных тестов фирмы «НИЛПА», с поправкой на фактически данные.

Полученные результаты подвергнуты вариационно-статистическому анализу и выражены в виде среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (SD).

Достоверность межгрупповых различий оценивали по t-критерию Стьюдента для независимых выборок с поправкой Уэлча. Порогом значимости принято $p < 0,05$.

Таблица 1 - Схема эксперимента

Группа,	Характеристика	Время перевозки, ч	Плотность посадки, г/л	Измеряемые параметры
Контрольная	Без рыб, без препаратов	20	-	O_2 , pH, NH_4^+ , NH_3 , $t^\circ C$
		24	-	
		28	-	
Опытная №1	Нормативная плотность, без кондиционера	20	303,1	O_2 , pH, NH_4^+ , NH_3 , $t^\circ C$
		24	240,8	
		28	211,4	
Опытная №2	Удвоенная плотность, добавление препарата N_1	20	606,2	O_2 , pH, NH_4^+ , NH_3 , $t^\circ C$
		24	481,6	
		28	422,8	
Опытная №3	Удвоенная плотность, добавление препарата N_2	20	606,2	O_2 , pH, NH_4^+ , NH_3 , $t^\circ C$
		24	481,6	
		28	422,8	

Примечание. O_2 - растворённый кислород; NH_4^+ - общий аммоний; NH_3 - неионизированный аммиак; $t^\circ C$ - температура воды.

Результаты

Изменения изучаемых параметров в ходе эксперимента обобщены в таблице 2. Стартовые характеристики воды (0 ч) совпадали во всех группах: кислород - 9,30 мг/л, pH - 8,00, NH_3 - 0,0054 мг/л, NH_4^+ - 1,00 мг/л.

Таблица 2 - Динамика гидрохимических показателей в экспериментальных группах при транспортировке карпа

Время, ч	Группа	O_2 , мг/л	pH, ед.	NH_3 , мг/л	NH_4^+ , мг/л
0	Контрольная	$9,30 \pm 0,001$	$8,00 \pm 0,001$	$0,0054 \pm 0,0001$	$1,00 \pm 0,001$
	Опытная №1	$9,30 \pm 0,001$	$8,00 \pm 0,001$	$0,0054 \pm 0,0001$	$1,00 \pm 0,001$
	Опытная №2	$9,30 \pm 0,001$	$8,00 \pm 0,001$	$0,0054 \pm 0,0001$	$1,00 \pm 0,001$
	Опытная №3	$9,30 \pm 0,001$	$8,00 \pm 0,001$	$0,0054 \pm 0,0001$	$1,00 \pm 0,001$
20	Контрольная	$38,53 \pm 0,81$	$7,75 \pm 0,05$	$0,0360 \pm 0,0036$	$1,00 \pm 0,001$
	Опытная №1	$35,27 \pm 0,65$	$7,22 \pm 0,03$	$0,2325 \pm 0,0469$	$22,67 \pm 2,31$
	Опытная №2	$33,07 \pm 0,65^{*a}$	$6,45 \pm 0,05^{***a}$	$0,0053 \pm 0,0006^{*a}$	$3,33 \pm 0,58^{**a}$
	Опытная №3	$31,73 \pm 0,59^{**a}$	$6,32 \pm 0,10^{***a}$	$0,0177 \pm 0,0028^{*a/**b}$	$15,00 \pm 1,00^{*a/**b}$
24	Контрольная	$38,03 \pm 0,98$	$7,70 \pm 0,06$	$0,0320 \pm 0,0040$	$1,00 \pm 0,001$
	Опытная №1	$34,37 \pm 0,51$	$7,07 \pm 0,03$	$0,1510 \pm 0,0100$	$27,50 \pm 1,32$
	Опытная №2	$31,87 \pm 0,90^{*a}$	$6,27 \pm 0,03^{***a}$	$0,0029 \pm 0,0001^{**a}$	$6,33 \pm 0,60^{***a}$
	Опытная №3	$28,30 \pm 0,46^{***a/**b}$	$6,03 \pm 0,06^{***a/**b}$	$0,0108 \pm 0,0032^{*a/**b}$	$18,67 \pm 2,31^{**a/**b}$
28	Контрольная	$38,73 \pm 0,35$	$7,48 \pm 0,08$	$0,0184 \pm 0,0030$	$1,00 \pm 0,001$
	Опытная №1	$32,37 \pm 0,74$	$6,85 \pm 0,05$	$0,2350 \pm 0,0383$	$49,67 \pm 4,51$
	Опытная №2	$27,90 \pm 0,40^{**a}$	$6,12 \pm 0,03^{***a}$	$0,0073 \pm 0,0035^{**a}$	$12,67 \pm 1,15^{**a}$
	Опытная №3	$26,70 \pm 0,72^{***a}$	$5,73 \pm 0,06^{***a/**b}$	$0,0109 \pm 0,0021^{**a}$	$32,00 \pm 3,46^{**a/**b}$

Примечание. Различия достоверны относительно опытной группы 1 (нормативная плотность, без кондиционеров) - «а» и относительно опытной группы 2 (повышенная плотность + N_1) - «б»: * - $p \leq 0,05$; ** - $p \leq 0,01$; *** - $p \leq 0,001$.

В контрольной группе (без рыб) на всём протяжении опыта наблюдали стабильно высокие значения O_2 (38,03-38,73 мг/л) и плавное снижение pH от 8,00 до 7,48. Концентрация NH_4^+ удерживалась на фоновой отметке 1,00 мг/л, а незначительное

повышение NH_3 (до $0,036$ мг/л) может объясняться особенностями газообмена при насыщении кислородом.

В опытной группе 1 (нормативная загрузка, без кондиционеров) отмечено прогрессирующее ухудшение качества воды. Через 20 часов концентрация NH_4^+ поднялась до $22,67 \pm 2,31$ мг/л, а к 28 часу - до $49,67 \pm 4,51$ мг/л. Содержание свободного аммиака возросло с $0,2325 \pm 0,0469$ мг/л (20 ч) до $0,2350 \pm 0,0383$ мг/л (28 ч). Падение pH до $6,85 \pm 0,05$ ед. обусловлено накоплением углекислого газа в результате дыхания рыб. Концентрация растворённого кислорода к концу опыта составила $32,37 \pm 0,74$ мг/л.

Применение препарата N_1 в опытной группе 2 (двукратное увеличение плотности посадки) существенно замедлило накопление азотистых метаболитов. Несмотря на вдвое большую ихтиомассу в единице объёма, уже через 20 ч концентрация NH_4^+ оказалась в 6,8 раза ниже, чем в группе 1 ($3,33 \pm 0,58$ мг/л против $22,67 \pm 2,31$ мг/л; $p < 0,01$). К 28 ч разница достигла 3,9-кратной величины ($12,67 \pm 1,15$ мг/л против $49,67 \pm 4,51$ мг/л; $p < 0,01$). Содержание NH_3 ни в одной из временных точек не превысило $0,0073 \pm 0,0035$ мг/л, оставаясь на уровне исходных значений. Характерной чертой действия N_1 стало выраженное закисление среды до pH 6,12-6,45 ед. ($p < 0,001$ к группе 1).

В опытной группе 3 (двукратная загрузка + препарат N_2) также наблюдалось достоверное ослабление накопления азотистых соединений по сравнению с группой 1 ($p < 0,01$ - $0,001$), однако эффект был слабее, чем у N_1 . К 28 часу концентрация NH_4^+ составила $32,00 \pm 3,46$ мг/л, что в 2,5 раза выше, чем в группе 2 ($p < 0,01$). При этом pH понизился до $5,73 \pm 0,06$ ед., то есть сильнее, чем в группе с N_1 ($p < 0,01$). Более низкий pH в группе 3 не сопровождался пропорциональным снижением NH_3 : его уровень был выше ($0,0109 \pm 0,0021$ мг/л), чем в группе 2, что указывает на различия в механизмах действия препаратов.

Обсуждение

Полученные данные показывают, что в отсутствие специальных добавок продолжительная транспортировка карпа в герметичных ёмкостях чревата опасным нарастанием концентрации аммиака. В опытной группе 1 к 28 часу содержание NH_4^+ приблизилось к 50 мг/л. Согласно накопленным в литературе сведениям, продолжительное действие аммонийного азота на уровне 20-30 мг/л вызывает у карповых комплекс негативных сдвигов: нарушение кислотно-щелочного гомеостаза, сбой осморегуляции, структурные повреждения жаберного эпителия и подавление ферментативной активности [3; 12]. Работы Т. Wlasow и Н. Dabrowska [14] дополняют эти данные, показывая, что даже сублетальные концентрации аммиака вызывают у карпа серьёзные изменения состава крови и угнетение кроветворных тканей. В частности, острая интоксикация аммиаком (на уровне 1,44-1,78 мг/л NH_3) приводила к эритробластозу, а длительное воздействие сублетальных доз - к структурным повреждениям жаберного эпителия и нарушению осморегуляции [14]. Хотя в нашем эксперименте концентрация свободного аммиака (NH_3) была значительно ниже летальных значений, хроническое накопление общего аммонийного азота (NH_4^+) до 50 мг/л создаёт предпосылки для развития подобных патофизиологических сдвигов.

Добавление кондиционеров N_1 и N_2 сопровождалось значительным уменьшением концентраций аммонийного азота. При этом в обеих группах отмечалось заметное подкисление водной среды, что способствовало смещению равновесия $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ в сторону ионизированной, менее токсичной формы. Интересно сопоставить наши результаты с данными М. Vanderzwalmen и соавторов [13], которые изучали влияние коммерческого кондиционера Stress Coat (содержащего *Aloe vera*) на поведение декоративных рыб при транспортировке. Авторы отметили, что кондиционер не оказал значимого влияния на качество воды, но при этом существенно улучшил поведенческие показатели рыб (снизил частоту хаотичного плавания и агрессивных атак). В нашем же случае кондиционер N_1 , напротив, продемонстрировал выраженное влияние именно на гидрохимию, в 3,9 раза

снизив накопление аммония, что подтверждает разнообразие механизмов действия у препаратов разного состава.

Разница в результативности N_1 и N_2 , по всей видимости, объясняется неодинаковым химическим составом препаратов. Препарат N_1 , применяемый в дозе 1,25 мл/л, предположительно содержит, высокоактивные комплексообразователи, прочно связывающие ионы аммония. Препарат N_2 , вносимый в микроколичестве 0,005 мл/л, вероятно, проявляет преимущественно буферные и бактериостатические качества, не располагая достаточной ёмкостью для масштабной нейтрализации метаболитов [7].

Снижение содержания O_2 в группах 2 и 3 на 4-5 мг/л по сравнению с группой 1 (до 27,90 и 26,70 мг/л против 32,37 мг/л к 28 часу) статистически достоверно, однако с физиологической точки зрения не представляет угрозы. В ранее выполненной работе [2] нами было показано, что подобные кондиционеры, связывая нитриты, могут повышать эффективность транспорта кислорода гемоглобином, что сопровождается усилением метаболизма и, как следствие, несколько более быстрым расходом O_2 в замкнутом объёме.

С практической точки зрения полученные результаты важны тем, что демонстрируют принципиальную возможность двукратного превышения традиционных нормативов плотности посадки годовиков карпа без критического ухудшения гидрохимической обстановки при условии применения кондиционера, аналогичного N_1 .

Выводы.

1. Экспериментально установлено, что транспортировка годовиков карпа в течение 28 ч при нормативной плотности посадки без применения кондиционирующих средств сопровождается увеличением содержания NH_4^+ до $49,67 \pm 4,51$ мг/л и NH_3 до $0,235 \pm 0,038$ мг/л.

2. Показано, что внесение кондиционера N_1 в дозе 1,25 мл/л в условиях удвоенной плотности посадки приводит к статистически значимому ($p < 0,01$) снижению концентрации NH_4^+ в 3,9 раза (до $12,67 \pm 1,15$ мг/л) и поддержанию уровня NH_3 в пределах исходных значений ($\leq 0,0073$ мг/л) при рН 6,12-6,45 ед.

3. Выявлено, что препарат N_2 (0,005 мл/л) при удвоенной плотности посадки также уменьшает накопление NH_4^+ (до $32,00 \pm 3,46$ мг/л, что в 1,5 раза ниже контроля, но уступает препарату N_1 по эффективности в 2,5 раза.

4. Экспериментально подтверждено, что при температуре 10 °С использование кондиционера типа N_1 позволяет вдвое увеличить нормативную плотность посадки годовиков карпа при транспортировке в герметичных ёмкостях без критического ухудшения гидрохимических показателей воды.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. — М.: Наука, 2003. — 379 с. — ISBN 5-02-002871-1.
2. Кандыбин, А.А. Динамика некоторых гидрохимических показателей при транспортировке годовиков карпа в герметичных емкостях с использованием водных кондиционеров / А.А. Кандыбин, Э.В. Бубунец // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2025. — Т. 19, № 12 (239). — С. 896-910. — DOI 10.33920/sel-09-2512-05.
3. Лукьяненко, В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии / В.И. Лукьяненко. — М.: Агропромиздат, 1987. — 240 с.
4. Мина, М.В. О возможностях использования в морфометрических исследованиях рыб оценок признаков, полученных разными операторами / М.В. Мина, Б.А. Левин, А.Н. Мироновский // Вопросы ихтиологии. — 2005. — Т. 45, № 3. — С. 331-341.

5. Орлов, Ю.И. Транспортировка живой рыбы в герметических емкостях: справ. пособие / Ю.И. Орлов, Е.И. Кружалина, И.А. Аверина [и др.]. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 97 с.
6. Пронина, Г.И. Гематологические показатели карповых рыб в период адаптации после транспортировки в герметических емкостях / Г.И. Пронина, А.А. Кандыбин, В.Д. Чан [и др.] // Вестник КамчатГТУ. — 2026. — № 75. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gematologicheskie-pokazateli-karpovyh-ryb-v-period-adaptatsii-posle-transportirovki-v-hermeticheskikh-emkostyah> (дата обращения: 15.04.2026).
7. Boyd, C.E. Pond Aquaculture Water Quality Management / C.E. Boyd, C.S. Tucker. — Boston: Springer, 1998. — 700 p.
8. Emerson, K. Aqueous ammonia equilibrium calculations: effect of pH and temperature / K. Emerson, R.C. Russo, R.E. Lund [et al.] // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. — 1975. — Vol. 32, № 12. — P. 2379-2383.
9. Harmon, T.S. Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: a review / T.S. Harmon // Reviews in Aquaculture. — 2009. — Vol. 1, № 1. — P. 58-66. — DOI 10.1111/j.1753-5131.2008.01003.x.
10. Ip, Y.K. Ammonia production, excretion, toxicity, and defense in fish: a review / Y.K. Ip, S.F. Chew // Frontiers in Physiology. — 2010. — Vol. 1. — Art. 134. — DOI 10.3389/fphys.2010.00134.
11. Randall, D.J. Ammonia toxicity in fish / D.J. Randall, T.K.N. Tsui // Marine Pollution Bulletin. — 2002. — Vol. 45, № 1-12. — P. 17-23. — DOI 10.1016/S0025-326X(02)00227-8.
12. Tomasso, J.R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals / J.R. Tomasso // Reviews in Fisheries Science. — 1994. — Vol. 2, № 4. — P. 291-314.
13. Vanderzwalm, M. Effect of a water conditioner on ornamental fish behaviour during commercial transport / M. Vanderzwalm, L. Eaton, C. Mullen [et al.] // Aquaculture. — 2019. — Vol. 514. — Art. 734486. — DOI 10.1016/j.aquaculture.2019.734486.
14. Wlasow, T. Hematology of carp in acute intoxication with ammonia / T. Wlasow, H. Dabrowska // Polskie Archiwum Hydrobiologii. — 1990. — Vol. 37. — P. 419-428.

УДК 639.51

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА ПРИ КОРМЛЕНИИ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КОРМОВ

К.К. Малыгин

ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, E-mail:
malygin.18@mail.ru

Аннотация. В работе представлены сравнительные данные по усвоению минеральных веществ в мышечной ткани Австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) на 2 видах кормов основного рациона, применяемого на предприятии «Лобстер Черноземья» и рецептуры комбикорма «Новосибирск ШП в условия УЗВ предприятия «Лобстер Черноземья», в Воронежской области. Опыт проводился в течении 29 дней. Для проведения работ было отобрано по 6 раков средней массой 28-30 г для оценки каждого вида корма, которых разместили в 2 аквариумах (100,5×26×40 см) подключенных к основной системе установки замкнутого водообеспечения (УЗВ). В оборотной системе температурный режим и количество растворенного в воде кислорода определялось инструментальными методами, фиксировались специализированными электронными датчиками, в аквариумах - термооксиметром («Самара-2»). Кормление на всем протяжении

опыта проводилось 1 раз в день из расчета 1% от общей биомассы в аквариуме. Исходные данные приняты по контрольной группе, содержащейся на основном рационе. Содержание минеральных веществ в комбикорме «Новосибирск ШП» оказалось ниже контрольного уровня: магний (Mg) — на 19,6%, калий (K) — на 12,9%, медь (Cu) — на 11,5%, натрий (Na) — на 9,4%, кальций (Ca) — 33,4%, фосфор (P) — 1,2%. Полученные результаты показывают, что рацион «Новосибирск ШП» обеспечивает не лучшие усвоение минеральных веществ в мышечной ткани по сравнению с контрольной группой.

Ключевые слова: австралийский красноклешневый рак; минеральные вещества; мышечная ткань.

COMPARISON OF GROWTH PERFORMANCE OF AUSTRALIAN RED-CLAW CRAYFISH FED DIFFERENT FEED TYPES

K.K. Malygin

K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy, Moscow, E-mail: malygin.18@mail.ru

Abstract. This study presents comparative data on the absorption of minerals in the muscle tissue of the Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus*) when fed two types of feed from the main diet used at the “Lobster Chernozemya” facility and a compound feed formulation “Novosibirsk SHP” under the controlled aquaculture conditions of the “Lobster Chernozemya” enterprise in the Voronezh region. The experiment was conducted over a period of 29 days. For the study, six crayfish with an average weight of 28–30 g were selected to evaluate each type of feed; these were placed in two aquariums (100.5 × 26 × 40 cm) connected to the main closed-loop water supply system (CLWS). In the recirculating system, the temperature regime and the amount of oxygen dissolved in the water were determined using instrumental methods and recorded by specialized electronic sensors; in the aquariums, a thermo-oxygen meter (“Samara-2”) was used. Feeding was conducted once a day throughout the experiment at a rate of 1% of the total biomass in the aquarium. Baseline data were taken from the control group fed the standard diet. The mineral content in the “Novosibirsk SHP” compound feed was found to be lower than the control level: magnesium (Mg) by 19.6%, potassium (K) by 12.9%, copper (Cu) by 11.5%, sodium (Na) — by 9.4%, calcium (Ca) — by 33.4%, phosphorus (P) — by 1.2%. The results obtained show that the “Novosibirsk SH” diet does not ensure better absorption of minerals in muscle tissue compared to the control group.

Keywords: Australian red-claw crayfish; absolute and relative growth rate; mass accumulation coefficient.

Введение

Минеральные потребности австралийского красноклешневого рака *C. quadricarinatus* долго оставались без внимания. Во многих источниках встречалась позиция, что при выращивании в открытых водоёмах специальные минеральные добавки не нужны: считалось, что элементы поступают из субстрата, воды (в растворённом виде) и вместе с кормом [11, 12].

Базовые подходы к разведению и содержанию *C. quadricarinatus* в России уже описаны достаточно подробно. Имеются публикации отечественных авторов по выращиванию в прудовых хозяйствах [6, 8], по содержанию в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) [5, 8], а также материалы, где разбиралось физиологическое состояние этого вида [7]. Но при переходе на более интенсивные схемы выращивания в УЗВ тема сбалансированного внесения минералов становится особенно заметной.

В практике всё чаще встречаются системы нацеленные на максимальную эффективность: рост ускоряется, плотность посадки и общая биомасса повышаются, а производственные циклы становятся короче. На таком фоне минеральные потребности

культивируемого красноклешневого рака выглядит важным условием стабильного выращивания данного объекта аквакультуры.

По данным, у ракообразных подтверждённая потребность установлена только для семи минералов. В будущем список может стать шире, но для понимания роли остальных элементов нужны отдельно направленные работы. Вследствие этого определить реальную потребность по отдельным микроэлементам бывает трудно.

В коммерческой практике Бойд [13] сопоставлял производственные системы Таиланда и Вьетнама, включая подходы к минерализации. В Таиланде для получения 1 млн тонн продукции при выращивании ракообразных требовалось около 0,58 га земли и 5400 м³ воды, а во Вьетнаме — примерно 1,76 га и 15 100 м³ воды [13]. Минералы в пруды добавлялись в обеих странах, чтобы поддерживать нужные минеральные параметры воды. В Таиланде, где производство было более интенсивным, примерно половина из 39 обследованных ферм применяла минеральные смеси. Использовались разные комбинации солей: хлорид и сульфат кальция, хлорид и сульфат магния, хлорид и сульфат калия, а также хлорид натрия и карбонат натрия. Во Вьетнаме картина была более спокойной: при меньшей интенсивности только 6 из 54 ферм прибегали к минеральным смесям, чаще всего на базе солей кальция, магния и калия. Эти примеры показывают, что чем выше нагрузка на систему, тем отчётливее проявляется потребность в дополнительном добавлении минеральных веществ при выращивании объектов аквакультуры.

По формулировке Фридена: «элемент считается незаменимым, если его недостаточное поступление вызывает нарушение функций, а восстановление физиологических уровней элемента предотвращает или облегчает дефицит» [15]. При этом публикаций, где сравнивается прирост массы на кормах с разной «минеральной насыщенностью», почти нет. На практике чувствуется нехватка материалов, где было бы прямо разобрано, как уровень минеральных веществ в рационе влияет на развитие и скорость набора массы у *C. quadricarinatus*.

Решение данной проблемы позволило бы снизить неравномерного и медленного роста *C. quadricarinatus* в условиях УЗВ. Именно поэтому выбранная тема является актуальной.

Цель: оценить накопление минеральных веществ в мышечной ткани австралийских красноклешневых раков, выращенных на комбикорме относительно базового рациона.

Задачи. Сравнить показатели минеральных веществ в кормах и мышечной ткани австралийского красноклешневого рака на кормах отечественного производителя. Провести оценку эффективности использования комбикорма при выращивании *C. quadricarinatus*.

Материалы и методы

Объект исследования - австралийские красноклешневые раки, содержащиеся на предприятии «Лобстер Черноземья» в специализированных аквариумах, подключённых к системе установки замкнутого водоснабжения (УЗВ).

В оборотной системе температурный режим и количество растворенного в воде кислорода определялось инструментальными методами, фиксировались специализированными электронными датчиками, в аквариумах - термооксиметром («Самара-2»).[9]

Опыт продолжался 29 суток. Для выполнения работ было сформировано две группы по 6 особей средней массой 28–30 г на каждый вариант корма. Животных разместили в двух аквариумах размерами: длина 100,5 см, ширина 26 см, высота 40 см. Оба аквариума были включены в основную циркуляционную систему УЗВ.

Таблица 1 — Исходные данные на начало опыта.

Показатели	Контроль	Опыт
------------	----------	------

Масса средняя начальная	30,13±0,38	30,52±0,51
Lim	29,20-31,30	28,7-37,7
Cv	3,12	4,11
Количество, шт. в начале опыта	6	6
Используемый рацион	Основной рацион	Новосибирск ШП
Объем воды в экспериментальных аквариумах, л	40,5	40,5

Для раков первой (контрольной) группы использовался традиционный рацион, составленный на предприятии «Лобстер Черноземья». Данный корм включает в себя зерновые культуры, овощи такие морковь к артофель свекла, рыбу и дубовый лист. Для кормления раков второй (опытной) группы использовали комбикорм рецептуры «Новосибирск ШП» состав: пшеница, пшеничный глютен, соевый изолят, гаммарус, мука рыбная, мука мясокостная, жир рыбий, масло подсолнечное, витаминно-минеральный премикс, аминокислоты (лизин, метионин, треонин), сода пищевая, соль поваренная, монокальцийфосфат, шпинат. Учёт вносимого корма вёлся взвешиванием на электронных весах. Контрольные тотальные обловы выполнялись в начале, в середине и в конце опыта (с интервалом две недели). Масса тела определялась индивидуальным взвешиванием каждой особи.

Анализ кормов и анализ мышечной ткани на минеральный состав проводился на базе аккредитованной лаборатории Испытательного центра ФГБУ ВГНКИ.

Результаты собственных исследований

Средняя конечная масса, количество скормленного корма и выживаемость за весь период эксперимента отражены в таблице 2.

Таблица 2 — Полученные результаты по завершению эксперимента.

Показатели	Control	Опыт
Масса средняя конечная	31,00±0,29	32,87±1,81
Lim	30,00-31,90	29,6-41,40
Cv	2,31	18,78
Скормлено корма за весь период г.	76,4	80,2
Выживаемость, %	100	100

Содержание минеральных веществ в комбикормах и мышечной ткани исследуемых образцов представлен в таблице 3

По величинам таблицы 2 построены диаграммы накопления минеральных веществ в мышечной ткани австралийского красноклешневого рака в период проведения эксперимента. (рис. 1-4).

Таблица 3 — Содержание минеральных веществ в комбикормах и мышечной ткани исследуемых образцов.

Минеральные вещества	Контроль (Основной рацион)	Опыт (Новосибирск ШП)	
	Мышечная ткань	Комбикорм	Мышечная ткань
Na mg/kg	1117	5218	1012
Mg mg/kg	464	1506	373
P mg/kg	1709	19408	1689
K mg/kg	3326	4340	2896
Ca mg/kg	8322	32846	5542
Cu mg/kg	2,6	10	2,3

Натрий и хлор относятся к жизненно важным элементам. В паре они образуют поваренную соль — самую доступную и широко применяемую минеральную добавку [17]. Для ракообразных добавление Na и Cl в корм показало хорошую эффективность при выращивании в пресной воде.

Магний (Mg) выполняет сразу несколько функций. Он работает как кофактор для большого числа ферментов, от которых зависят процессы обмена углеводов, жиров, нуклеиновых кислот и белков. Кроме того, Mg важен для осморегуляции, поддержания целостности клеточных мембран и нормальной нервно-мышечной передачи [16; 18].

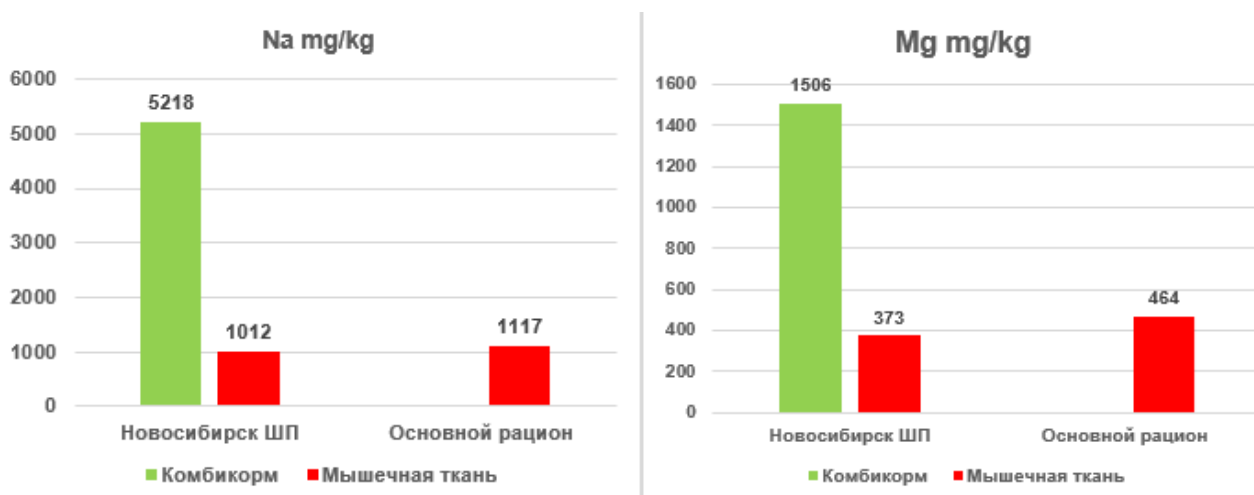


Рис.1. — Полученные результаты по содержанию Na (натрия) и Mg (магния) в комбикорме и в мышечной ткани рака.

Калий (K) действует совместно с магнием (Mg), натрием (Na) и хлором (Cl), формируя электролитную систему организма. Кальций (Ca) для ракообразных считается одним из самых важных минералов. Повышенная потребность в нём часто заметна в период размножения.

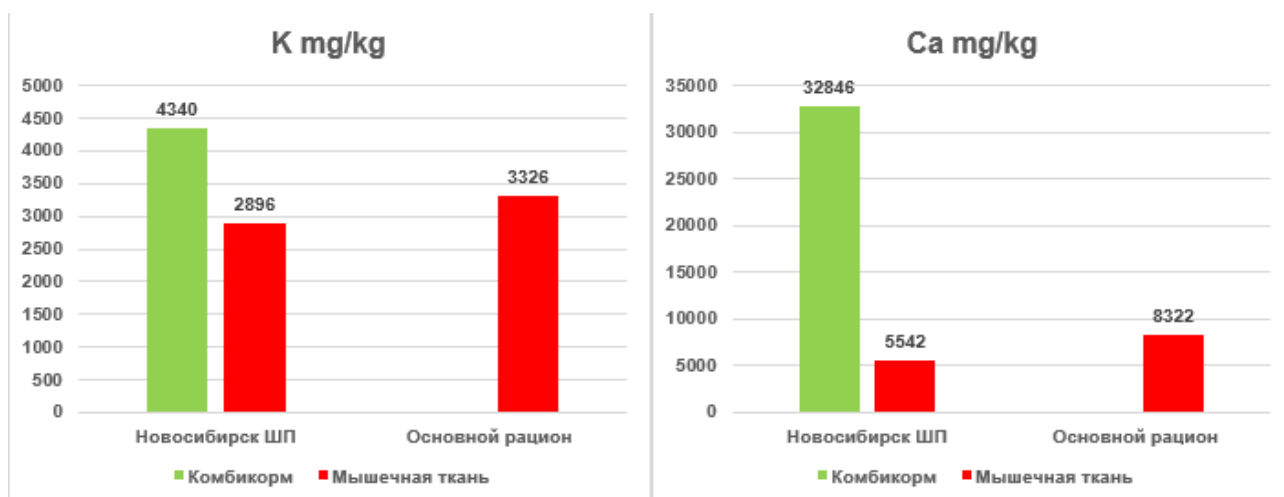


Рис. 2. – Полученные результаты по содержанию К (Калий) и Са (кальций) в комбикорме и в мышечной ткани рака.

Медь (Cu) у ракообразных относится к микроэлементам, но её значение трудно переоценить: она входит в систему переноса кислорода в гемолимфе, где основную роль играет гемоцианин. Существенную роль играет и соотношение кальция и фосфора (Са:Р) в корме. Показано, что правильный баланс влияет на прирост массы и помогает снижать риск проблем с панцирем, включая появление «мягкой оболочки».

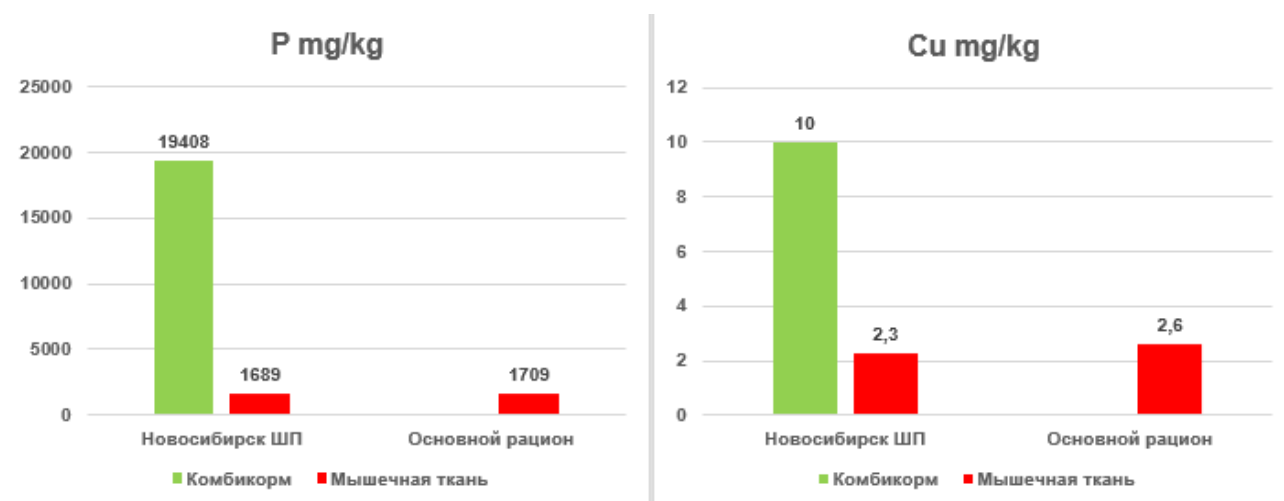


Рис. 3. – Полученные результаты по содержанию Р (фосфора) и Cu (медь) в комбикорме и в мышечной ткани рака.

На основе полученных данных были построена диаграмма (Рисунок 4) накопления минеральных веществ в мышечной ткани Австралийского красноклешневого рака, где за 100% был взят контроль.

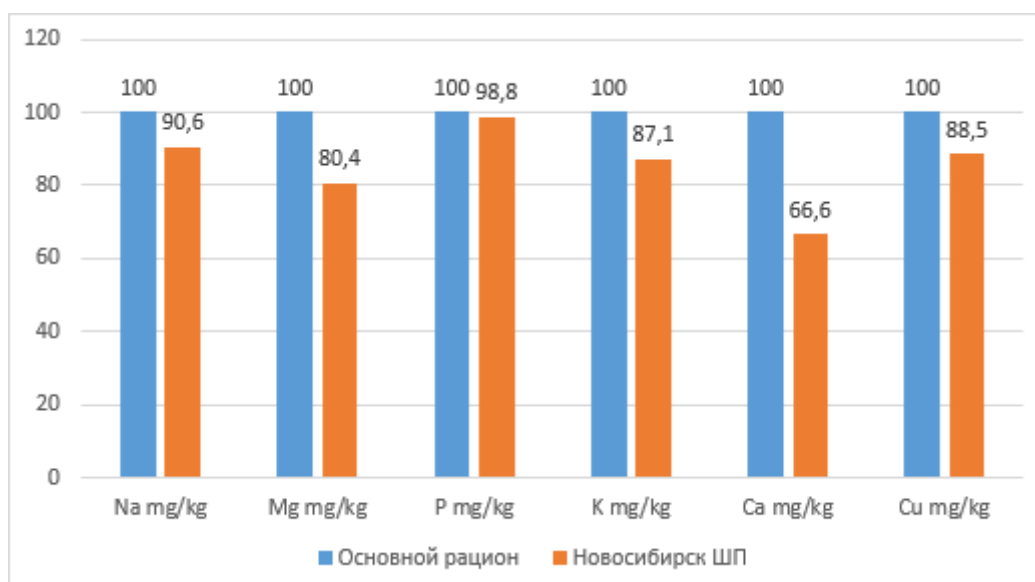


Рис. 4. - Процентное соотношение показателей минерального состава мышечной ткани контрольной группы («Основной рацион») к опытной группе «Новосибирск ШП».

По графику видно, что содержание минералов в мышечной ткани при использовании варианта «Новосибирск ШП» во всех случаях ниже по сравнению с основным рационом, который принят за 100%. Наименьшие изменения наблюдаются по фосфору (P) — его уровень практически не отличается от контроля (98,8%). Сильнее всего снизилось содержание кальция (Ca) — до 66,6%, то есть примерно на 33,4% ниже контроля. Также заметно снизились: магний (Mg) — на 19,6%, калий (K) — на 12,9%, медь (Cu) — на 11,5%, натрий (Na) — на 9,4%.

Хотя комбикорм «Новосибирск ШП» содержит очень высокие уровни минералов, это не приводит к повышению их содержания в мышечной ткани. По большинству элементов (Ca, P, Cu, Na, Mg) мышечная ткань при основном рационе имеет более высокие значения.

Заключение

Исходя из представленных данных выше можно сделать вывод по содержанию и усвоению минеральных веществ в мышечной ткани австралийского красноклешневого рака при использовании отечественного комбикорма «Новосибирск ШП» в сравнении с базовым рационом, применяемым на предприятии «Лобстер Черноземья»

Данные по минеральному составу мышечной ткани показали, что различия между рационами проявляются не значительно. Содержание минеральных веществ в комбикорме «Новосибирск ШП» оказалось ниже контрольного уровня: магний (Mg) — на 19,6%, калий (K) — на 12,9%, медь (Cu) — на 11,5%, натрий (Na) — на 9,4%, кальций (Ca) — 33,4%, фосфор (P) — 1,2%.

Полученные результаты показывают, что рацион «Новосибирск ШП» обеспечивает не лучшие усвоение минеральных веществ в мышечной ткани по сравнению с контрольной группой.

Список литературы

1. Арыстангалиева, В.А. Разработка технологии выращивания посадочного материала австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) в установке с замкнутым водоиспользованием: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.04.01 / В.А. Арыстангалиева. — М., 2017. — 24 с.

2. Бессонов, Н.М. Рыбохозяйственная гидрохимия / Н.М. Бессонов, Ю.А. Привезенцев. — М.: Агропромиздат, 1987. — 159 с.
3. Жигин, А.В. Австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) — перспективный объект аквакультуры России / А.В. Жигин, В.А. Арыстангалиева // Состояние и пути развития аквакультуры в РФ в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы докладов нац. науч.-практ. конф. — Саратов: Научная книга, 2016. — С. 5–10.
4. Завьялов, А.П. Модель массонакопления и ее использование в рыбоводстве: учеб. пособие / А.П. Завьялов, Ю.И. Есавкин. — М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. — 110 с.
5. Киселёв, А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10 / А.Ю. Киселёв. — М., 1999. — 62 с.
6. Лагуткина, Л.Ю. Научные основы органической аквакультуры в условиях южных регионов России: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.04.01 / Л.Ю. Лагуткина. — Астрахань, 2022. — 296 с.
7. Лагуткина, Л.Ю. Способ выращивания австралийских раков (*Cherax quadricarinatus*) / Л.Ю. Лагуткина, С.В. Пономарев // Естественные науки. Журнал фундаментальных и прикладных исследований. — 2010. — № 4 (33). — С. 64–68.
8. Малыгин, К.К. Сравнительный анализ роста австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) на отечественных кормах в условиях УЗВ / К.К. Малыгин, Э.В. Бубунец // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2025. — Т. 19, № 4 (231). — С. 246–255. — DOI 10.33920/sel-09-2503-02. — EDN IVUAEN.
9. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. — 2-е изд. — М.: МГУ, 1970. — 367 с.
10. Привезенцев, Ю.А. Гидрохимия рыбохозяйственных водоемов: учеб. пособие / Ю.А. Привезенцев. — М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2008. — 98 с.
11. Souty-Grosset, C. Atlas of Crayfish in Europe / C. Souty-Grosset, D.M. Holdich, P.Y. Noel [et al.]. — Paris: Museum national d'Histoire naturelle, 2006. — 187 p. — (Patrimoines naturels ; vol. 64).
12. Ahearn, G.A. Mechanisms of heavy-metal sequestration and detoxification in crustaceans: a review / G.A. Ahearn, P.K. Mandal, A. Mandal // Journal of Comparative Physiology B. — 2004. — Vol. 174, № 6. — P. 439–452. — DOI 10.1007/s00360-004-0438-0.
13. Boyd, C.E. Resource use assessment of shrimp, *Litopenaeus vannamei* and *Penaeus monodon*, production in Thailand and Vietnam / C.E. Boyd, A.A. McNevin, P. Racine [et al.] // Journal of the World Aquaculture Society. — 2017. — Vol. 48, № 2. — P. 201–226. — DOI 10.1111/jwas.12394.
14. Brito, R. Effect of salinity in survival, growth, and osmotic capacity of early juveniles of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Decapoda: Penaeidae) / R. Brito, C. Ma-E, C. Rosas // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. — 2000. — Vol. 244, № 2. — P. 253–263. — DOI 10.1016/S0022-0981(99)00142-2.
15. Frieden, E. A survey of the essential biochemical elements / E. Frieden // Biochemistry of the Essential Ultratrace Elements / ed. by E. Frieden. — Springer, 1984. — P. 1–15.
16. Lall, S.P. The minerals / S.P. Lall // Fish Nutrition / ed. by J.E. Halver, R.W. Hardy. — 3rd ed. — Academic Press, 2003. — Ch. 5. — P. 259–308.
17. National Research Council. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. — Washington, DC: National Academies Press, 2011.
18. Sakamoto, S. Requirement of red sea bream for dietary Mg / S. Sakamoto, Y. Yone // Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. — 1979. — Vol. 45, № 1. — P. 57–60.

19. *Gallagher, M.L.* Studies on the mineral requirements of the adult American lobster / M.L. Gallagher, R.C. Bayer, J.H. Rittenburg [et al.] // *Progressive Fish-Culturist*. — 1982. — Vol. 44, № 4. — P. 210–212. — DOI 10.1577/1548-8659(1982)44[210:SOTMRO]2.0.CO;2.

УДК 639.3.09

МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ И CRISPR/CAS В ДИАГНОСТИКЕ ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛОСОСЕВЫХ

Е.И. Михеева

*Сколковский институт науки и технологий, г. Москва, Россия,
ei.mikheeva@yandex.ru*

Аннотация. В данном обзоре представлены современные подходы к интеграции методов изотермической амплификации нуклеиновых кислот и систем CRISPR/Cas для диагностики вирусных инфекций у лососевых рыб. Проанализированы основные вирусные патогены лососевых, такие как вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV), вирус инфекционной анемии лосося (ISAV), лососевый альфавирус (SAV), вирус инфекционного некроза поджелудочной железы (IPNV), вирус геморрагической септицемии (VHSV) и пикорнавирус миокардита рыб (PMCV). Рассмотрены принципы действия ключевых изотермических методов, таких как петлевая изотермическая амплификация (LAMP) и амплификация с помощью рекомбиназы (RPA), в сочетании с системами CRISPR/Cas на основе эффекторов Cas12, Cas13 и Cas14. Приведены данные о чувствительности (9,5 копий/мкл для IHNV и $1,66 \times 10^2$ пМ для VHSV) и специфичности интегрированных систем. Продемонстрировано, что интеграция изотермической амплификации с системой CRISPR/Cas открывает перспективы для разработки высокочувствительных, специфичных и пригодных для использования в полевых условиях диагностических платформ, которые не требуют сложного оборудования.

Ключевые слова: изотермическая амплификация; CRISPR/Cas; лососевые рыбы; вирусные заболевания; молекулярная диагностика; LAMP; RPA; Cas12; Cas13; IHNV; ISAV; аквакультура.

METHODOLOGY FOR THE INTEGRATION OF ISOTHERMAL AMPLIFICATION AND CRISPR/CAS IN THE DIAGNOSIS OF VIRAL DISEASES OF SALMON

E.I. Mikheeva

*Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia,
ei.mikheeva@yandex.ru*

Abstract. This review presents modern approaches to the integration of isothermal nucleic acid amplification methods and CRISPR/Cas systems for the diagnosis of viral infections in salmonids. The main viral pathogens of salmonids, such as infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV), infectious salmon anemia virus (ISAV), salmon alphavirus (SAV), infectious pancreatic necrosis virus (IPNV), hemorrhagic septicemia virus (VHSV) and picornavirus of fish myocarditis (PMCV), were analyzed. The principles of operation of key isothermal methods such as loop isothermal amplification (LAMP) and recombinase amplification (RPA) in combination with CRISPR/Cas systems based on Cas12, Cas13 and Cas14 effectors are considered. Data on sensitivity (9.5 copies/μl for IHNV and 1.66×10^2 pM for VHSV) and specificity of integrated systems are presented. It has been demonstrated that the integration of isothermal amplification with the CRISPR/Cas system opens up prospects for the development of highly sensitive, specific and suitable for use in the field diagnostic platforms that do not require complex equipment.

Keywords: isothermal amplification; CRISPR/Cas; salmonids; viral diseases; molecular diagnostics; LAMP; RPA; Cas12; Cas13; IHNV; ISAV; aquaculture.

Актуальность проблемы. Семейство лососевых (Salmonidae) представляет собой одну из наиболее ценных групп в мировой рыбной промышленности. Ежегодно в аквакультуре производится более 3 миллионов тонн лососевых, при этом основными производителями являются Норвегия, Чили, Шотландия, Канада и Россия. Однако активное развитие аквакультуры лососевых сопряжено с высокими рисками распространения вирусных заболеваний, которые могут привести к массовой гибели рыб и нанести значительный экономический ущерб.

Среди наиболее опасных вирусных патогенов, поражающих лососевых, можно выделить несколько: вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV), вирус инфекционной анемии лосося (ISAV), лососевый альфавирус (SAV), вирус инфекционного некроза поджелудочной железы (IPNV), вирус геморрагической септицемии (VHSV). IHNV регулярно вызывает вспышки заболеваний на рыбоводных заводах в Северной Америке, Европе и Азии. Смертность среди молодняка может достигать 90-100%. ISAV включён в список особо опасных болезней, контролируемых Всемирной организацией здравоохранения животных. Его обнаружение требует проведения карантинных мероприятий [14].

Методы диагностики, которые используются уже давно, такие как выращивание вируса на клеточных культурах, анализ с помощью специальных ферментов, исследование с использованием флуоресцентных красителей и изучение тканей под микроскопом, имеют свои недостатки. Они требуют много времени, усилий и специального оборудования. Метод полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ) – это современный и точный способ диагностики. Он позволяет быстро и точно определить наличие вируса. Однако для его использования нужны дорогие приборы и специалисты, которые умеют с ними работать. Это ограничивает применение метода в полевых условиях и в лабораториях с ограниченными ресурсами [18].

В последние годы наблюдается значительный прогресс в развитии двух типов технологий, которые могут преодолеть упомянутые ограничения: методы изотермической амплификации нуклеиновых кислот и диагностические платформы, основанные на системах CRISPR/Cas. CRISPR/Cas представляет собой бактериальный аналог «адаптивного иммунитета», который обычно используется для редактирования генома [4, 6]. Многие CRISPR-системы были модифицированы для обнаружения нуклеиновых кислот благодаря их высокой избирательности в распознавании последовательностей ДНК и РНК [2, 5, 10]. Объединение CRISPR с подходящими методами изотермической амплификации сделало обнаружение нуклеиновых кислот патогенов более чувствительным, специфичным и воспроизводимым [11, 15]. Каждая из этих технологий по отдельности имеет значительные преимущества, но их объединение позволяет значительно улучшить аналитические характеристики диагностических тест-систем. Это достигается за счёт сочетания высокой чувствительности, обеспечиваемой амплификацией, и специфичности, достигаемой благодаря использованию CRISPR/Cas-распознавания. Кроме того, такой подход позволяет проводить диагностику в кратчайшие сроки без необходимости использования лабораторных условий [14].

Цель: данной работы заключается в систематическом анализе и обобщении современных методологических подходов к интеграции изотермической амплификации и систем CRISPR/Cas для молекулярной диагностики вирусных заболеваний лососевых рыб.

В задачи обзора входит: 1) характеристика основных вирусных патогенов лососевых, представляющих наибольшую угрозу для аквакультуры; 2) анализ принципов функционирования ключевых методов изотермической амплификации (LAMP, RPA) и CRISPR/Cas-систем (Cas12, Cas13, Cas14) применительно к вирусной диагностике; 3) описание архитектуры интегрированных диагностических протоколов; 4) оценка

аналитических характеристик разработанных тест-систем на примере конкретных вирусных патогенов лососевых.

Материалы и методы

Поиск литературных источников был проведен в следующих электронных базах данных PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>), Web of Science (<https://www.webofscience.com/>) и Scopus (<https://www.scopus.com/>). Глубина поиска охватывала период с 2000 по 2026 г., с преимущественным отбором публикаций после 2020 г. Поиск проводился по следующим ключевым словам и их комбинациям на русском и английском языках: «изотермическая амплификация», «CRISPR/Cas», «лососевые», «вирусные заболевания», «диагностика», «LAMP», «RPA», «IHNV», «ISAV», «SAV», «IPNV», «VHSV», «salmon virus», «loop-mediated isothermal amplification», «recombinase polymerase amplification», «CRISPR-Cas12», «CRISPR-Cas13», «CRISPR-Cas14», «aquaculture diagnostics», «point-of-care testing». В обзор включено 18 источников, все на английском языке. Приоритет отдавался публикациям в рецензируемых научных журналах с высоким импакт-фактором (Science, Aquaculture, Journal of Virological Methods, Frontiers in Microbiology, Applied and Environmental Microbiology и др.). Критериями исключения служили работы без экспериментальной валидации, а также исследования, выполненные на нерепрезентативных моделях.

Результаты

1. Основные вирусные патогены лососевых рыб

Представители семейства лососевых (Salmonidae) подвержены воздействию разнообразных вирусов, которые отличаются по своей классификации, структуре генетического материала и способу воздействия на организм.

– Вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV)

IHNV представляет собой представителя рода *Novirhabdovirus* семейства *Rhabdoviridae*. Его геном представлен одноцепочечной РНК отрицательной полярности. IHNV является экономически значимым патогеном, вызывающим высокую смертность среди диких и культивируемых лососевых рыб по всему миру. Для своевременного контроля инфекций крайне важно иметь быстрые и чувствительные методы диагностики IHNV. В этой связи был разработан новый диагностический тест, основанный на мультиплексной обратной транскрипции и ПЦР в реальном времени, который нацелен на нуклеокапсидный (N) белок IHNV [14].

– Вирус инфекционной анемии лосося (ISAV)

ISAV относится к семейству *Orthomyxoviridae*. Его геном представлен восемью сегментами одноцепочечной РНК с отрицательной полярностью. ISAV является возбудителем инфекционной анемии лосося, которая была зарегистрирована Всемирной организацией здравоохранения животных как особо опасное заболевание. Данная инфекция поражает преимущественно атлантического лосося (*Salmo salar*), вызывая у него тяжелую анемию и, в конечном итоге, летальный исход.

– Другие значимые вирусные патогены

К другим значимым вирусным патогенам лососевых относятся: вирус инфекционного некроза поджелудочной железы (IPNV, семейство *Birnaviridae*), вирус геморрагической септицемии (VHSV, семейство *Rhabdoviridae*), пикорнавирус миокардита рыб (PMCV), а также пикорнавирус PRV. IPNV широко распространён в аквакультуре и может персистировать в рыбе-носителе без проявления клинических симптомов. VHSV, хотя и считается патогеном морских рыб, вызывает вспышки у радужной форели в пресноводных хозяйствах [1].

2. Методы изотермической амплификации нуклеиновых кислот

Методы изотермической амплификации предоставляют возможность многократного копирования нуклеиновых кислот-мишеней при постоянной температуре, что позволяет избежать использования дорогостоящих термоциклеров. Амплификация нуклеиновых кислот патогена с применением изотермической амплификации и последующей детекцией на основе CRISPR/Cas обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить: сокращение времени от взятия образца до получения результата и отсутствие необходимости в специализированном лабораторном оборудовании [15, 18]. Среди разнообразных изотермических методов наиболее широкое применение в диагностике вирусных заболеваний лососевых нашли петлевая изотермическая амплификация (LAMP) и амплификация с использованием рекомбиназы (RPA).

– Петлевая изотермическая амплификация (LAMP)

Метод LAMP, разработанный *Notomi et al* в 2000 г., представляет собой инновационный подход к амплификации нуклеиновых кислот. В основе этого метода лежит использование четырёх-шести праймеров, специфичных к восьми участкам целевой последовательности. Реакция катализируется ДНК-полимеразой *Bacillus stearothermophilus* (Bst), которая обладает активностью вытеснения цепи. Амплификация происходит при температуре 60-65 °С, что позволяет избежать этапа денатурации двойной спирали. Для обнаружения РНК-содержащих вирусов используется вариант RT-LAMP. Технология предлагает ряд преимуществ, таких как отсутствие необходимости в очистке нуклеиновых кислот. Однако, несмотря на это, метод склонен к образованию ложноположительных сигналов из-за неспецифической амплификации при длительной реакции [12].

– Амплификация с помощью рекомбиназы (RPA)

Метод RPA был разработан *Piepenburg et al* в 2006 г. и основан на использовании рекомбиназы UvsX из бактериофага T4 для формирования комплекса с праймерами и последующего внедрения в двухцепочечную ДНК-мишень. Этот процесс включает в себя три ключевых белка: рекомбиназу UvsX, вспомогательный фактор UvsY и одноцепочечный ДНК-связывающий белок gp32. Амплификация происходит при температуре от 37 до 42 °С, что позволяет интегрировать RPA с последующими этапами детекции в рамках одного температурного режима. Для обнаружения РНК-вирусов был разработан вариант RT-RPA. К преимуществам RPA перед LAMP относятся: 1) более низкую температуру реакции (37 °С), что совместимо с термочувствительными белками CRISPR/Cas; 2) использование только двух праймеров, как в ПЦР; 3) более короткое время реакции (20-40 минут) [13]. Технология RPA представляет собой инновационный инструмент, обладающий потенциалом для молекулярной диагностики инфекционных заболеваний рыб непосредственно на месте. Благодаря своей изотермичности, скорости и минимальным требованиям к оборудованию, RPA может стать эффективным средством контроля за состоянием аквакультуры. Разработана и апробирована новая диагностическая система на основе RPA, предназначенная для быстрого обнаружения основных вирусных патогенов, представляющих угрозу для аквакультуры [3].

3. Системы CRISPR/Cas для детекции нуклеиновых кислот

Системы CRISPR/Cas, представляющие собой кластеры регулярно расположенных коротких палиндромных повторов и ассоциированных с ними белков, изначально были идентифицированы как компонент адаптивного иммунитета бактерий и архей [4, 6]. Однако в последние годы эти системы нашли своё применение в области молекулярной диагностики. В основе диагностических платформ лежит способность некоторых Cas-эффекторов, таких как Cas12, Cas13 и Cas14, проявлять неспецифическую коллатеральную нуклеазную активность (trans-cleavage) в отношении одноцепочечных репортерных молекул [2, 5].

CRISPR/Cas-системы представляют собой уникальные адаптивные иммунные механизмы, присущие многим прокариотическим организмам [4, 6]. Их способность точно и эффективно распознавать и расщеплять нуклеиновые кислоты делает технологию

обнаружения нуклеиновых кислот на основе CRISPR/Cas многообещающим инновационным методом [2, 18]. В сочетании с этапом предварительной амплификации и современными методами считывания, платформы на основе CRISPR/Cas могут достигать высочайшей чувствительности, вплоть до уровня одной пары оснований, что позволяет проводить анализ непосредственно на месте [11, 15].

Технология CRISPR/Cas, характеризующаяся высокой специфичностью и программируемостью, стала ключевым инструментом в области обнаружения патогенов человека. В последнее время наблюдается значительный прогресс в применении этой технологии для выявления болезнетворных микроорганизмов [10, 16]. В данном обзоре представлены последние достижения в области применения CRISPR для обнаружения патогенов, с особым акцентом на принципах и сравнительной эффективности методов CRISPR, таких как комбинированные с методами изотермической амплификации RPA и LAMP, а также методов CRISPR, исключаящих необходимость амплификации.

– Система CRISPR/Cas12

Cas12a, ранее известная как Cpf1, относится к классу 2 и типу V системы CRISPR. Она способна распознавать ДНК-мишень, комплементарную направляющей РНК (crRNA), в присутствии короткого мотива, расположенного рядом с протоспейсером (PAM), обычно 5'-TTTN-3' для Cas12a. После связывания с мишенью Cas12a активирует неспецифическую одноцепочечную ДНК-нуклеазную активность (trans-расщепление).

Система Cas12a может использоваться для обнаружения как нативной ДНК, так и амплифицированной ДНК, полученной из РНК-мишеней после обратной транскрипции [6]. В недавнем исследовании была создана платформа для обнаружения ДНК крупного окуня с использованием системы CRISPR/Cas12a. Были разработаны РНК CRISPR (crRNA) и праймеры для рекомбиназной полимеразной амплификации (RPA), нацеленные на высококонсервативную область гена основного капсидного белка (MCP). Система RPA-CRISPR/Cas12a продемонстрировала чувствительность 50 копий/реакцию в течение 40 минут без использования специализированного оборудования [7, 8].

– Система CRISPR/Cas13

Система CRISPR/Cas13a, известная также как C2c2, представляет собой разновидность нуклеаз, относящихся к типу VI. Эта система обладает уникальной способностью специфически распознавать одноцепочечные молекулы РНК, что делает ее сильным инструментом для молекулярной биологии и геной инженерии. В отличие от других нуклеаз, Cas13a не требует наличия определённой последовательности (PAM), что значительно расширяет спектр потенциальных мишеней. После связывания с целевой РНК Cas13a проявляет неспецифическую рибонуклеазную активность, известную как коллатеральное расщепление, по отношению к одноцепочечным молекулам РНК-репортёрам.

На основе Cas13a была разработана платформа SHERLOCK (Specific High Sensitivity Enzymatic Reporter UnLOCKing), которая позволяет обнаруживать нуклеиновые кислоты с невероятной чувствительностью, достигающей уровня следовых концентраций [2, 5]. Система CRISPR/Cas13a, основанная на коллатеральной расщепляющей активности Cas13a, представляет собой мощный инструмент, способный обнаруживать РНК с высокой степенью специфичности и чувствительности. Это делает ее незаменимым инструментом в области молекулярной биологии и геной инженерии [1].

Интеграция системы CRISPR/Cas13a с технологией рекомбиназной полимеразной амплификации (RPA) позволяет достичь ещё более высокой чувствительности, что открывает новые горизонты для исследований и разработок в этих областях [17].

4. Принцип интеграции диагностических протоколов

Объединение методов изотермической амплификации и CRISPR/Cas-детекции возможно в двух основных вариантах: двухэтапные и одноэтапные (one-pot) протоколы [15, 18].

– Двухэтапные протоколы

В двухэтапном формате осуществляются изотермическая амплификация и детектирование с использованием CRISPR/Cas последовательно в отдельных пробирках.

На первом этапе происходит амплификация нуклеиновой кислоты-мишени с применением методов LAMP или RPA. На втором этапе аликвота ампликона переносится в реакционную смесь, которая включает Cas-белок, crRNA и флуоресцентный или колориметрический репортёр. Примером реализации двухэтапного протокола служит тест-система для IHNV, включающая в себя RT-RPA, проводимую при температуре 41°C в течение 35 минут, с последующей детекцией CRISPR/Cas12a при температуре 37°C в течение 15 минут. Вся процедура обнаружения может быть завершена в течение одного часа. Чувствительность обнаружения составляет около 9,5 копий/мкл [14].

Метод обнаружения продемонстрировал высокую специфичность, не проявляя перекрестной реакции с другими норовирусами HIRRV и VHSV. Подобный подход позволяет интерпретировать результаты невооруженным глазом с использованием латерального потока или флуоресценции под ультрафиолетовым светом.

– Одноэтапные протоколы

В рамках одноэтапного формата изотермическая амплификация и CRISPR/Cas-детекция осуществляются одновременно в одной пробирке, что является ключевым преимуществом, минимизируя риск контаминации и упрощая процедуру, что является важным для полевой диагностики. Однако оптимизация однореакционного формата представляет собой более сложную задачу, поскольку необходимо предотвратить неспецифическое расщепление ампликонов Cas-белком до накопления их в достаточном количестве [15, 17].

Для вируса крупноротого окуня (LMBV) был разработан одноэтапный метод и стратегия лиофилизации, оптимизированные для полевых исследований. Эти методы продемонстрировали стабильные результаты обнаружения по сравнению с двухэтапными методами RPA-CRISPR при тестировании клинических образцов. Они предлагают более удобные и стабильные характеристики применения для обнаружения на месте [7].

– Интеграция RPA с CRISPR/Cas13a

Система обнаружения РНК, основанная на методе CRISPR-Cas13a и синергетически интегрированная с рекомбиназной полимеразной амплификацией (RPA), была успешно применена для выявления РНК вируса гепатита уток третьего типа (DHAV-3). Подобная система обеспечивает ультрачувствительное обнаружение, способное выявить даже одну копию РНК в объеме 1 мкл за 35 минут. Строгая валидация системы против четырёх патогенов птиц (ARV, H9N2 AIV, TMUV и AstV) подтвердила её 100% специфичность [17].

5. Способы детекции результатов

Комплексные системы предоставляют возможность фиксировать результаты различными методами без применения дорогостоящей техники, что особенно ценно в полевых условиях [14, 15].

– Флуоресцентная детекция

Флуоресцентная детекция базируется на применении репортёра, который маркирован флуорофором и тушителем. В процессе расщепления репортёра под воздействием коллатеральной активности Cas флуорофор отделяется от тушителя, и происходит восстановление флуоресценции. Преимущество этого метода заключается в его количественном характере: интенсивность флуоресценции прямо пропорциональна количеству мишени. Оба разработанных флуоресцентных анализа на основе CRISPR продемонстрировали аналогичную чувствительность и точность в обнаружении вирусов и количественной оценке их нагрузки, что сопоставимо с результатами, полученными с помощью ПЦР в реальном времени [1, 9].

– Детекция с помощью тест-полосок для латерального (проточного) анализа

В полевых условиях широкое применение получили тест-полоски, основанные на принципе латерального потока (Lateral Flow Strips, LFS). В этом формате репортёр представляет собой структуру, содержащую два антигенных эпитопа. При расщеплении репортёра с помощью Cas-белка фрагмент, несущий один из эпитопов, не удерживается на тестовой линии. Для IHNV была разработана визуальная детекция с использованием LFS, позволяющая интерпретировать результат без использования дополнительного оборудования [14].

– Колориметрическая детекция

Колориметрическая детекция основана на использовании наночастиц золота (AuNPs) или пероксидазной активности G-квадруплексных ДНК-зимов. Такой подход не требует специального оборудования, однако его чувствительность обычно ниже, чем у флуоресцентных методов

6. Аналитические характеристики интегрированных систем

Современные интегрированные диагностические системы для выявления вирусов рыб, включая патогены лососевых, демонстрируют впечатляющие аналитические характеристики.

Система RT-RPA-CRISPR/Cas12a, предназначенная для обнаружения IHNV, продемонстрировала предел обнаружения 9,5 копий/мкл, полное отсутствие перекрестных реакций с близкородственными норавирусами HIRRV и VHSV, а также время полного анализа, составляющее 50-60 минут [14].

Разработанная система RPA-CRISPR/Cas13a для обнаружения VHSV, IHNV и IPNV достигла предела обнаружения $1,66 \times 10^2$ пМ для VHSV, при этом не наблюдалось перекрестных реакций с IHNV и IPNV. В клинических испытаниях система RPA-CRISPR/Cas13a показала результаты, аналогичные системе ПЦР с обратной транскрипцией в реальном времени (RT-qPCR), и обнаружила дополнительные образцы, которые были отрицательными по данным RT-qPCR [1].

Для вируса крупноротого окуня (LMBV) система RPA-CRISPR/Cas12a продемонстрировала впечатляющую чувствительность, обнаруживая 50 копий вируса в реакции всего за 40 минут. Валидация с использованием 42 образцов, подозреваемых на инфекцию LMBV, показала абсолютное соответствие между методом RPA-CRISPR/Cas12a, количественной ПЦР и анализом с латеральным потоком [7]. Система RPA-CRISPR/Cas13a, предназначенная для обнаружения DHAV-3, достигла ультравысокого уровня обнаружения, обнаруживая всего 1 копию вируса в мкл за 35 минут [17].

Эти данные наглядно демонстрируют, что интеграция CRISPR-детекции в изотермическую амплификацию значительно повышает чувствительность и обеспечивает высокую специфичность благодаря второму уровню распознавания.

7. Сравнение с традиционными методами диагностики

В сравнении с процессом выделения вируса на клеточных культурах, который может занимать от 5 до 14 дней, интегрированные системы предоставляют результаты в течение одного часа. По сравнению с ПЦР-РВ, требующей дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала, интегрированные системы могут функционировать при постоянной температуре с использованием минимального оснащения [14, 15]. По чувствительности интегрированные системы не уступают ПЦР-РВ, а в некоторых случаях даже превосходят её. По специфичности интегрированные системы также сопоставимы с ПЦР-РВ.

Оба разработанных CRISPR-флуоресцентных анализа продемонстрировали аналогичную чувствительность и точность в обнаружении вирусов и количественной оценке нагрузки по сравнению с ПЦР в реальном времени. Более того, оба анализа специфически нацелены на соответствующий вирус без ложноположительных результатов у животных, инфицированных другими распространенными патогенами [1, 9].

Заключение

Объединение методов изотермической амплификации, таких как LAMP и RPA, с системами CRISPR/Cas, такими как Cas12, Cas13 и Cas14, представляет собой перспективное направление в разработке диагностических инструментов для выявления вирусных заболеваний у лососевых рыб. Исследования показывают, что такой подход позволяет объединить высокую чувствительность, достигаемую за счет амплификации нуклеиновых кислот, и исключительную специфичность, обеспечиваемую распознаванием системы CRISPR/Cas. К основным преимуществам интегрированных систем относятся: 1) проведение реакции в изотермических условиях, что исключает необходимость в использовании дорогостоящих термоциклеров; 2) возможность визуального анализа результатов с помощью тест-полосок или колориметрических методов без применения сложного оборудования; 3) высокие аналитические характеристики (чувствительность до 9,5 копий/мкл и специфичность 100%); 4) скорость анализа (менее 1 часа); 5) относительно низкая стоимость реагентов.

Основные методологические задачи, требующие дальнейшего исследования и решения, включают в себя: 1) оптимизацию протоколов в по одноэтапной методике с целью повышения эффективности одновременной амплификации и детекции; 2) разработку мультиплексных систем, способных одновременно выявлять несколько вирусных патогенов; 3) валидацию разработанных тест-систем на репрезентативных выборках полевых образцов из аквакультурных хозяйств с учетом генотипического разнообразия вирусов; 4) стандартизацию протоколов для внедрения в практику ветеринарно-санитарного контроля и мониторинга аквакультур.

Дальнейшее совершенствование методологии интеграции изотермической амплификации и системы CRISPR/Cas имеет потенциал для разработки доступных, быстрых и надежных диагностических инструментов, которые необходимы для эффективного контроля вирусных заболеваний у лососевых в аквакультуре. Ожидается, что в ближайшие годы усилится интерес к коммерческим тест-системам, способным обеспечить раннее выявление IHNV, ISAV, SAV и других вирусов непосредственно на рыбоводных заводах, что позволит значительно снизить экономические потери и повысить эпизоотическую безопасность.

Список литературы

1. *Abdellaoui, N.* Development of a new method for viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) detection based on CRISPR/Cas13a system / N. Abdellaoui, J. Yu-Hyeon, J.P. Young [et al.] // *Aquaculture*. – 2026. – Vol. 613, № 743450. – DOI: 10.1016/j.aquaculture.2025.743450.
2. *Gootenberg, J.S.* Multiplexed and portable nucleic acid detection platform with Cas13, Cas12a, and Csm6 / J.S. Gootenberg, O.O. Abudayyeh, M.J. Kellner [et al.] // *Science*. – 2018. – Vol. 360, № 6387. – P. 439-444. – DOI: 10.1126/science.aag0179.
3. *Guo, Y.* RPA based on-site molecular diagnostics for salmon virus infection diseases / Y. Guo, A.K. Sharma, G. Spanos [et al.] // *European Association of Fish Pathologists (EAFP) Conference*. – 2025. – *Abstract* 7145.
4. *Harrington, L.B.* Programmed DNA destruction by miniature CRISPR-Cas14 enzymes / L.B. Harrington, D. Burstein, J.S. Chen [et al.] // *Science*. – 2018. – Vol. 362, № 6416. – P. 839-842. – DOI: 10.1126/science.aav4294.
5. *Kellner, M.J.* SHERLOCK: nucleic acid detection with CRISPR nucleases / M.J. Kellner, J.G. Koob, J.S. Gootenberg [et al.] // *Nat Protoc*. – 2019. – Vol. 14, № 10. – P. 2986-3012. – DOI: 10.1038/s41596-019-0210-2.
6. *Li, S.Y.* CRISPR-Cas12a has both cis- and trans-cleavage activities on single-stranded DNA / S.Y. Li, Q.X. Cheng, J.K. Liu [et al.] // *Cell Res*. – 2018. – Vol. 28, № 4. – P. 491-493. – DOI: 10.1038/s41422-018-0022-x.

7. *Li, N.* Development of a rapid on-site detection method for largemouth bass virus based on RPA-CRISPR/Cas12a system / N. Li, C. Dai, Y. Mao [et al.] // *Front. Microbiol.* – 2025. – Vol. 16, № 1599006. – DOI: 10.3389/fmicb.2025.1599006.
8. *Lu, Z.* Rapid, sensitive, and visual detection of mandarin fish ranavirus and infectious spleen and kidney necrosis virus using an RPA-CRISPR/Cas12a system / Z. Lu, M. Liang, C. Li [et al.] // *Front. Microbiol.* – 2024. – Vol. 15, № 1495777. – DOI: 10.3389/fmicb.2024.1495777.
9. *Major, S.R.* Rapid Detection of DNA and RNA Shrimp Viruses Using CRISPR-Based Diagnostics / S.R. Major, M.J. Harke, R. Cruz-Flores [et al.] // *Appl Environ Microbiol.* – 2023. – Vol. 89, № 6. – DOI: 10.1128/aem.02151-22.
10. *Meng, S.* CRISPR/Cas Technology for the Diagnosis of Animal Infectious Diseases / S. Meng, Z. Zhao, L. Huang [et al.] // *Microorganisms.* – 2025. – Vol. 13. – DOI: 10.3390/microorganisms13092006.
11. *Mukherjee, A.* Leveraging CRISPR-Cas-Enhanced Isothermal Amplification Tools for Quick Identification of Pathogens Causing Livestock Diseases / A. Mukherjee, S. Samanta, S. Das [et al.] // *Curr Microbiol.* – 2025. – Vol. 82, № 6. – DOI: 10.1007/s00284-025-04226-w.
12. *Notomi, T.* Loop-mediated isothermal amplification of DNA / T. Notomi, H. Okayama, H. Masubuchi [et al.] // *Nucleic Acids Res.* – 2000. – Vol. 28, № 12. – DOI: 10.1093/nar/28.12.e63.
13. *Piepenburg, O.* DNA detection using recombination proteins / O. Piepenburg, C.H. Williams, D.L. Stemple [et al.] // *PLoS Biol.* – 2006. – Vol. 4, № 7. – DOI: 10.1371/journal.pbio.0040204.
14. *Rong, F.* The development of RT-RPA and CRISPR-Cas12a based assay for sensitive detection of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) / F. Rong, H. Wang, X. Tang [et al.] // *J Virol Methods.* – 2024. – Vol. 326, № 114892. – DOI: 10.1016/j.jviromet.2024.114892.
15. *Zhang, L.* Integrating CRISPR/Cas within isothermal amplification for point-of-Care Assay of nucleic acid / L. Zhang, H. Jiang, Z. Zhu [et al.] // *Talanta.* – 2022. – Vol. 243, № 123388. – DOI: 10.1016/j.talanta.2022.123388.
16. *Zhang, X.* Development of CRISPR-Mediated Nucleic Acid Detection Technologies and Their Applications in the Livestock Industry / X. Zhang // *Genes.* – 2022. – Vol. 13, № 2007. – DOI: 10.3390/genes13112007.
17. *Zhao, S.* Integration of RPA and CRISPR-Cas13a collateral activity for one-step detection of DHAV-3: A biological macromolecule-enabled diagnostic platform / S. Zhao, J. Zhang, S. Yu [et al.] // *Int J Biol Macromol.* – 2025. – Vol. 314, № 144400. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2025.144400.
18. *Zhou, X.* Advances in the application of CRISPR technology in pathogen detection: amplification-based and amplification-free strategies / X. Zhou, C. Ye, M. Xie [et al.] // *Front. Cell. Infect. Microbiol.* – 2025. – Vol. 15, № 1645699. – DOI: 10.3389/fcimb.2025.1645699.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ

А.В. Мольби, М. В. Стрижкова

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологии,
Новосибирск, Россия, molbianastasia6308@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются основные аспекты контроля качества воды при выращивании рыб в естественных и промышленных водоёмах. Подчеркивается важность соблюдения нормативов и стандартов для создания оптимальных условий выращивания гидробионтов, обеспечения их здоровья и повышения производительности. Описываются показатели, используемые для оценки состояния воды. Рассматривается роль комплексного контроля в предупреждении массовых заболеваний и сохранении экологической безопасности рыбоводных хозяйств. Статья подчеркивает необходимость систематической оценки и строгого контроля воды для обеспечения эффективности и экологической устойчивости рыбоводства.

Ключевые слова: вода; рыбы; контроль; качество; показатели; среда; объекты.

WATER QUALITY CONTROL IN FISH FARMING

A.V. Molbi, M. V. Strizhkova

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. This article examines the key aspects of water quality control during fish farming in natural and industrial waters. It emphasizes the importance of adhering to regulations and standards to create optimal conditions for growing aquatic organisms, ensuring their health, and increasing productivity. It describes the indicators used to assess water quality. The role of integrated monitoring in preventing widespread diseases and maintaining the environmental safety of fish farms is discussed. The article emphasizes the need for systematic assessment and strict water monitoring to ensure the efficiency and environmental sustainability of fish farming.

Keywords: water; fish; monitoring; quality; indicators; environment; objects.

Рыбы — это первичноводные животные, которые всю свою жизнь проводят в водной среде. В ходе эволюционного развития у них сформировались разнообразные и эффективные приспособления, позволяющие успешно обитать в водоёмах с очень разными условиями существования. Эти адаптации охватывают морфологические, физиологические и поведенческие особенности, обеспечивающие рыбам выживание и размножение в условиях, где параметры воды могут значительно варьироваться по температуре, содержанию кислорода, уровню солёности, pH и другим характеристикам.

Актуальность темы обусловлена тем, что качество воды при выращивании рыбы и в естественных, и в промышленных водоёмах важно для поддержания её здоровья, полноценного роста и развития, а также для получения безопасной и качественной продукции. Чистая вода снижает риск заболеваний и стресса у рыб, способствует оптимальным условиям для их физиологического развития и увеличивает эффективность продукции. Помимо этого, контроль за качеством воды помогает предотвратить экологическое загрязнение и снизить расходы, связанные с лечением больных особей и потерями из-за ухудшения условий содержания, что в целом повышает экономическую эффективность аквакультуры.

Цель исследования – провести анализ нормативных требований к качеству воды в рыбохозяйственных водоёмах, методов гидрохимического, токсикологического и микробиологического контроля, а также порядка действий ветеринарных служб при массовой гибели рыб для обеспечения безопасности и продуктивности аквакультуры.

Результаты исследования

Вода играет ключевую роль в жизни рыб не только как среда, удовлетворяющая их основные физиологические потребности, такие как дыхание, питание и гидратация, но и как структурная опора организма, поддерживающая жизнедеятельность. Кроме того, вода обеспечивает доставку пищи и кислорода, при этом уносит из организма отходы обмена веществ — метаболиты. Вода также транспортирует половые продукты, такие как икринки и сперму, что способствует размножению и продолжению вида. Таким образом, свойства воды являются важнейшими факторами, определяющими развитие и существование водных организмов, и представляют собой краеугольный камень абиотической среды водного населения [4].

Современная вода в водоисточниках содержит множество растворённых и взвешенных веществ, и состав этих веществ определяет разнообразие её химического состава. Этот состав зависит как от физических условий окружающей среды — таких как температура, освещение, уровень кислорода и солёность — так и от биологических и микробиологических процессов, происходящих в водоёме.

Качество воды, используемой для разведения рыбы, должно соответствовать определённым санитарным и биологическим нормативам, обеспечивающим сохранение видов, их плодовитость и здоровье будущего поколения. Она должна в полном объёме удовлетворять биологические потребности выращиваемых видов, стимулировать развитие естественной кормовой базы и не быть источником заболеваний для гидробионтов. Перед использованием воды для целей рыборазведения необходимо провести комплексные исследования — гидрохимические, токсикологические и ихтиопатологические, чтобы определить безопасность и соответствие её параметров установленным нормам. В случае необходимости, используют методы подготовки воды, такие как аэрация, очистка или фильтрация, для достижения необходимых стандартов качества и обеспечения благополучия водных организмов [1].

Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения, разрабатываются и утверждаются в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Сброс в водные объекты рыбохозяйственного значения и рыбоохранные зоны вредных веществ, предельно допустимые концентрации, которых в водах водных объектов рыбохозяйственного значения не установлены, запрещается.

Установление требования к водному режиму водных объектов рыбохозяйственного значения (ограничение объема безвозвратного изъятия поверхностных вод, обеспечение оптимального уровня воды и сбросов вод в рыбохозяйственных целях) должно обеспечивать сохранение водных биоресурсов [6].

Вода на рыбоводных предприятиях должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Температура воды должна соответствовать видовому составу разводимых промысловых рыб на различных этапах их развития. Это требование является одним из основных при проектировании рыбоводных заводов и хозяйств. Предусматриваемый в проекте технологический процесс разведения того или иного вида рыб должен осуществляться во всех его звеньях (выдерживание производителей, инкубация икры, содержание личинок, выращивание молоди) при определенном температурном режиме (табл. 5). На заводах и в хозяйствах по разведению осетровых, карповых и окуневых рыб температура воды в летнее время не должна превышать 25–28 °С.

2. Вода должна быть свободной от взвешенных веществ, так как они оседают в бассейнах и аппаратах. При этом взвешенные вещества загрязняют икру, а легкоокисляющиеся из них влияют отрицательно на содержание кислорода в воде.

3. Вода не должна иметь посторонних запахов, привкусов, окраски. Недопустимо присутствие в воде свободного хлора, сероводорода, метана и других веществ, губительно действующих на взрослых рыб, их икру и молодь.

Вода должна быть тщательно проверена на возможное присутствие в ней ядовитых веществ, которые могут поступать в источник водоснабжения с сельскохозяйственных полей и промышленных предприятий.

4. Вода не должна быть источником заболеваний для разводимых рыб [1].

Для разных видов рыб необходимы определенные параметры воды (табл. 1). Данные показатели нормированы в Приказе Росрыболовства от 26.05.2025 N 296 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» и они охватывают широкий спектр исследований: гидрохимический, токсикологический и т.д.

Таблица 1 — Требования к качеству воды при выращивании рыб в прудах

Показатель	Нормативные значения воды, поступающей в пруды	
	карповые	форелевые
Температура, °C	5°-28°	5°-20°
Запахи, привкусы	Вода не должна иметь посторонних запахов, привкусов и придавать их мясу рыб	
Прозрачность, м	0,75-1,0	не менее 1,5
Цветность, нм	до 585	менее 540
Взвешенные вещества, г/м ³	до 25	до 10
Растворенный кислород, г/м ³	не ниже 5,0	не ниже 9,0
Водородный показатель, pH	6,5-8,5	7,0-8,0
Двуокись углерода, г/м ³	25,0	10,0
Сероводород, г/м ³	отсутствие	отсутствие
Аммиак, г/м ³	до 0,05	до 0,05
Окисляемость перманганат/м ³	до 15,0	до 10,0
Окисляемость бихроматная, г/м ³	до 50,0	до 30,0
БПК ₆ гО ₂ /м ³	до 3,0	до 2,0
БПК _{полн} гО ₂ /м ³	до 4,5	до 3,0
Аммоний-ион, гN/м	1,0	0,5
Нитрит-ион, гN/м	0,02	0,02
Нитрат-ион, гN/м	2,0	1,0
Фосфат-ион, гP/м ³	0,5	0,3
Железо общее, г/м ³	1,8	0,5
Железо закисное, г/м ³	не более 0,5	не более 0,1
Общая численность микроорганизмов, млн кл./мл	до 3,0	до 1,0

Полный гидрохимический анализ, включающий определение всех показателей, перечисленных в таблице 1, за исключением тех, что требуется выполнять ежедневно, необходимо проводить не реже одного раза в месяц, желательно один раз в две недели [3].

Токсикологический анализ проводят на содержание в воде пестицидов, тяжелых металлов и нефтепродуктов. Предельно допустимые концентрации и ориентировочно безопасные уровни воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов следующие.

Пестициды – отсутствие.

Нефть и нефтепродукты в эмульгированном состоянии - 0,05 г/м³,

Тяжелые металлы: цинк - 10 мг/м³, медь - 1 мг/м³, марганец - 10 мг/м³, кадмий - 5 мг/м³, свинец - 100 мг/м³, хром - 20-70 мг/м³, никель - 10 мг/м³, кобальт - 10 мг/м³.

При обнаружении концентраций тяжелых металлов или нефтепродуктов выше нормативных следует найти источник загрязнения и устранить его [3].

В случае массовой гибели рыбы или возникновения других чрезвычайных ситуаций, связанных с ухудшением состояния водного объекта или гибелью гидробионтов, специалисты государственной ветеринарной службы начинают комплексное обследование водоёма или рыбохозяйственного хозяйства. В этом процессе активно участвуют представители ихтиопатологических подразделений, входящих в ведомственную службу, а также органы рыбоохраны, службы охраны природы, санитарно-эпидемиологической службы и представители местных администраций. Основная цель такого обследования — определить причины произошедшего, оценить масштаб и характер загрязнения или патологического состояния [2].

На месте проведения проверки реализуются разнообразные мероприятия: измеряют и фиксируют такие параметры воды, как температура, pH (кисотно-щелочной баланс), прозрачность и наличие запаха или окраски, что помогает графически оценить состояние водного объекта. Также определяют содержание в воде кислорода и углекислого газа, что важно для выяснения условий, в которых находилась рыба перед гибелью или заболеванием. Помимо этого, проводят клинические осмотры и патологоанатомические вскрытия погибших и больных особей рыб для выявления возможных патологий, причин болезней и причин массовой гибели.

Важной частью обследования является взятие пробы воды, рыбы, грунта и других объектов, находящихся вблизи водоёма. Эти образцы направляются для проведения специальных химико-токсикологических исследований, которые помогают определить наличие загрязняющих веществ, токсинов или патогенных микроорганизмов, вызывающих патологические процессы у рыб.

Обязательно ведется учет деятельности промышленных предприятий, коммунальных и сельскохозяйственных объектов, которые могут сбрасывать в водоём сточные воды. Особое внимание уделяется сбору и анализу сведений о масштабах загрязнения, а также об ассортименте и сроках использования различных пестицидов, удобрений и химикатов в сельском, лесном хозяйстве и промышленности. Это важно для выявления возможных источников опасных веществ, проникших в водную среду.

При необходимости комиссии могут провести дополнительное обследование подозреваемых источников загрязнения, особенно тех, которые расположены поблизости от места обнаружения массовой гибели рыб. В рамках этого обследования собирают данные о количестве и химическом составе сточных вод, анализируют работу очистных сооружений на промышленных предприятиях, а также оценивают эффективность установленных систем очистки и уровни чистоты сбрасываемых вод. Данные мероприятия служат для комплексной оценки ситуации и принятия решений по устранению угрозы, а также для предотвращения повторных случаев гибели и массовых заболеваний гидробионтов [3].

Заключение

В результате обзора было установлено, что контроль качества воды при выращивании рыб является важнейшей составляющей успешного и экологически безопасного рыбоводства как в естественных условиях, так и в промышленных. Контроль включает использование различных методов гидрохимического, токсикологического и микробиологического анализа, направленных на оценку показателей. Соблюдение нормативных документов и стандартов, регламентирующих допустимые параметры воды,

обеспечивает своевременное выявление и устранение возможных причин ухудшения условий содержания рыбы, что в конечном итоге способствует повышению продуктивности, сохранности рыбы и охране водных ресурсов.

Таким образом, поддержание качества воды на уровне, соответствующем видовым и возрастным потребностям рыб, представляет собой основу профилактики незаразных и инфекционных болезней, обеспечения безопасности рыбной продукции и устойчивого развития аквакультуры. Для дальнейшего совершенствования системы необходимо усиление лабораторной базы региональных ветеринарных служб, внедрение автоматизированных систем непрерывного мониторинга параметров воды и повышение квалификации специалистов в области гидрохимии и ихтиопатологии.

Список литературы

1. Аршаница, Н.М. Рыбы как индикаторы качества вод / Н.М. Аршаница, Г.А. М.Р. // Международный вестник ветеринарии. — 2021. — № 3. — С. 66-72.
2. Насырова, И.И. Система биологического мониторинга для непрерывного контроля качества воды с использованием рыб как организмов-биосенсоров / И.И. Насырова, О.В. Никитин, В.З. Латыпова // Химия и инженерная экология - XIX : сборник трудов международной научной конференции, посвященной 150-летию периодической таблицы химических элементов, Казань, 26–28 сентября 2021 года. — Казань: ИП Сагиева А.Р., 2022. — С. 234-237. — EDN OAXEYE.
3. Приказ Росрыболовства от 26.05.2025 № 296 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». — Зарегистрировано в Минюсте России 02.06.2025 № 82497. — 2025. — 120 с.
4. Семыкина, А.С. Исследование качества воды пруда для разведения рыбы / А.С. Семыкина, Н.К. Шарипов // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы II национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13–15 сентября 2021 года. — Санкт-Петербург: ООО «ЦеСАин», 2021. — С. 142-144. — EDN ZQYTMN.
5. Усольцева, Ю.А. К вопросу об оценке качества пресных вод по показателям флуктуирующей асимметрии неметрических признаков рыб // Экологический мониторинг и биоразнообразие. — 2014. — № 1. — С. 106-110.
6. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 № 166-ФЗ (последняя редакция). — 33 с.

УДК 639.3.043.2

ОЦЕНКА ПРОДУКЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОРМОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) В УЗВ

В.В. Преснецов, К.В. Гринь, В.В. Комлева

Научный руководитель: С.В. Севастеев, канд. биол. наук, доцент

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологии, Новосибирск, Россия

Аннотация. В данной статье представлены результаты эксперимента по сравнительной характеристике кормов при замене ряда компонентов, в т.ч. животного белка и жиров на растительные в условиях установок замкнутых систем водоснабжения (УЗВ). Объектом исследований являлась радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*). В

эксперименте участвовала молодь форели средней массой 25 г, которую выращивали на протяжении 50 дней. Наиболее эффективными оказались комбикорма с добавками растительных экстрактов.

Ключевые слова: радужная форель; УЗВ; комбикорм; молодь; приросты; кормовой коэффициент.

EVALUATION OF PRODUCTION CHARACTERISTICS OF FEEDS IN RAINBOW TROUT JUVENILE (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) FARMING IN RAS

V.V. Presnetsov, K.V. Grin, V.V. Komleva

Scientific leader: S.V. Sevasteev

Abstract. This article presents the results of an experiment on the comparative characteristics of feeds with replacement of some components, including animal protein and lipides with plant components under the conditions of recirculating aquaculture systems (RAS). The object of research was rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). The experiment involved the rainbow trout juvenile with the average weight of 25 g, which was grown for 50 days.

The most effective were all-mashes including plant extracts.

Keywords: rainbow trout; RAS; all-mash; juvenile; gain; feed conversion ratio.

Введение

В настоящее время активно развивается аквакультура России. По результатам 2023 г. в Российской Федерации объем производства аквакультуры составил 402 тыс. т, это на 18,6 тыс. т (4,8 %) больше, чем в 2022 году. Заметно выросла и роль лососёвых рыб в производстве: на территории нашей страны в 2023 г. первое место по объему производства товарной аквакультуры занимают лососевые рыбы, объем производства которых составил 158,6 тыс. т [1]. Известно также, что больше половины импортированной рыбы составляют именно лососёвые [7], что указывает на потребность в импортозамещении комбикормов для более экономически доступного и выгодного выращивания рыбы. Начало уже положено: по данным Федерального агентства по рыболовству известно, что в 2023 году производство рыбных комбикормов в России выросло на 39% к уровню 2022 года и составило 48 тыс. тонн. В нашей стране уже работают более 20 заводов, которые выпускают корма для рыб. При этом, комбикорма для рыбного производства имеют одну из наименьших масс производства по сравнению с другими кормами, но производство активно растет, имея под собой необходимость импортозамещения [3]. Однако, всё ещё наблюдается рост средних цен на рыбную продукцию, особенно на лососёвые породы (в 2023 году этот показатель увеличился в среднем на 33% по отношению к 2022 году). Несмотря на это, популярность форели у населения остаётся высокой. Особенно востребована радужная форель, благодаря своему нежному мясу [5]. Эти данные указывают на необходимость совершенствования отечественной аквакультуры для удовлетворения потребностей населения и улучшения экономики страны.

Основной задачей товарного форелеводства является выращивание рыбы в достаточно короткий срок и с минимальными затратами, а значит, необходимо выявить наиболее эффективный и полезный корм.

Цель – определить комбикорм с наиболее эффективными продуктивными свойствами для выращивания молоди форели.

Задачи:

1. Установить гидрохимические параметры выращивания в УЗВ
2. Изучить основные продуктивные свойства комбикормов и определить наиболее эффективные рецепты.

Материалы и методы исследования

Эксперимент проводился в Исследовательском центре аквакультуры Университета биотехнологий. Объектом исследований являлась молодь радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*).

Продолжительность исследования – 50 дней.

В процессе исследования были применены различные методики определения основных гидрохимических показателей. Определение солей азотистой кислоты (нитритов) и аммонийного азота проводили по стандартным методикам [3].

Группы формировали по методу пар-аналогов. Каждая группа мальков состояла из 33 экз. средней массой 25,04 г.

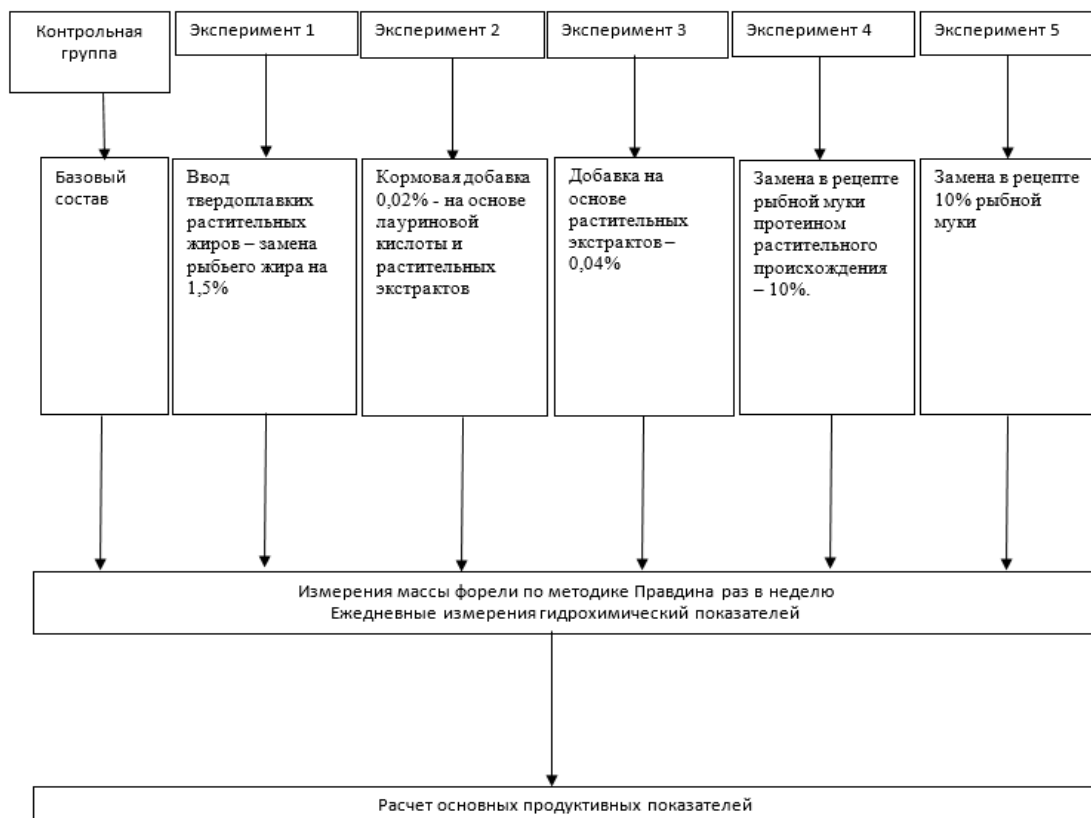


Рис. 1 – Схема исследования

Для эксперимента использовалось 6 бассейнов, 1 бассейн был контрольным. Бассейны цилиндрической формы, 1,5 м в диаметре и 75 см высотой. Заполненность бассейнов была 529 ± 53 л, высота воды 30 ± 3 см. Проточность $1700 \text{ л/час} = 3,2$ объема бассейна/час.

Для определения концентрации кислорода и измерения температуры использовали термооксиметр оптический LH-D702. Взвешивание молоди проводили поштучно на весах МТ 1,5 ВДА (0,2/0,5; 225x185; нерж.) "Батискаф", путем извлечения случайным образом 20 особей. Кормление организовано ежечасное с использованием автоматических кормушек АКВАРОСТ на протяжении 24 ч.

Возраст рыбы на момент начала эксперимента 7 месяцев.

Базовый состав комбикорма для контрольной группы: рыбная мука, пшеничный глютен, крилевая мука, рыбий жир, хлопья пшеничного зародыша, гидролизат рыбного протеина, дрожжи, витаминно-минеральный премикс (с биологически активными добавками), сухой гемоглобин, водоросли, лецитин, L-Лизин сульфат, DL-метионин. Переваримая энергия у всех рецептов кормов составляла 18,3-19,4 МДж/кг, протеина 49-51%, количество жира -17-19%.

Изменения в рецептах корма:

Эксп. 1 – ввод твердоплавких растительных жиров – замена рыбьего жира на 1,5%.

Эксп. 2 – кормовая добавка 0,02% - на основе лауриновой кислоты и растительных экстрактов.

Эксп. 3 – добавка на основе растительных экстрактов – 0,04%.

Эксп. 4 – замена в рецепте рыбной муки протеином растительного происхождения – 10%.

Эксп. 5 – замена в рецепте 10% рыбной муки.

Нормы кормления рассчитывали исходя из общепринятых рекомендаций с учетом массы рыбы и температуры воды (табл.1).

Таблица 1 — Нормы кормления, % от массы

Группа	07.11.	14.11.	21.11.	28.11.	05.12.	12.12.	19.12.	26.12.
Контрольная	4,24	2,77	2,19	2,71	2,71	2,71	2,25	2,25
Эксп. №1	4,24	2,77	2,19	2,71	2,71	2,71	2,25	2,25
Эксп. №2	4,24	2,77	2,19	2,71	2,71	2,71	2,25	2,25
Эксп. №3	4,24	2,77	2,19	2,71	2,71	2,71	2,25	2,25
Эксп. №4	4,24	2,77	2,19	2,71	2,71	2,71	2,25	2,25
Эксп. №5	4,24	2,77	2,19	2,71	2,71	2,71	2,25	2,25

Абсолютный прирост:

$$\Delta M_{\text{ап}}, \text{ г} = M_{\text{к}} - M_{\text{н}},$$

где, $M_{\text{н}}$ - масса рыбы в начале эксперимента, г;

$M_{\text{к}}$ - масса рыбы в конце эксперимента, г; [6]

Среднесуточный прирост ($\Delta M_{\text{сп}}$):

$$\Delta M_{\text{сп}}, \text{ г/сут} = (M_{\text{к}} - M_{\text{н}}) / T,$$

где, T - период выращивания, сут. [6]

Относительный прирост ($\Delta M_{\text{оп}}$):

$$\Delta M_{\text{оп}}, \% = \Delta M_{\text{ап}} / M_{\text{н}} \cdot 100 [6]$$

Кормовой коэффициент (КК):

$$КК, \text{ кг/кг} = S_{\text{к}} / (\sum M_{\text{к}} - \sum M_{\text{н}}),$$

где, $S_{\text{к}}$ - количество корма, затраченного на выращивание за период эксперимента, г,

$\sum M_{\text{к}} - \sum M_{\text{н}}$ – суммарный прирост всех рыб, г [6].

Результаты исследований

На протяжении всего эксперимента ежедневно измерялись температура и насыщенность воды кислородом, которые являются основообразующими параметрами для выращивания рыбы (табл.2) .

Параметры воды были следующие:

Таблица 2 — Температурный режим выращивания, °С

Декада	ноябрь	декабрь
1	16,12±0,5	15,4±0,3
2	17,37±0,3	15,9±0,2
3	16,88±0,3	
Сумма градусодней	520,2	297,3

Средняя разница между температурой воды в ноябре и в декабре составляет 1,095. Общее количество градусодней равно 817,5, что отвечает требованиям (800-1000). Средняя температура воды составляет 16,3 °С, это соответствует норме (14-18 °С) [2]. Колебания

концентрации кислорода находились в узком диапазоне от 8,33 до 9,79 мг/л. Средняя концентрация равна 9,018 мг/л, что соответствуют нормам выращивания (7-10 мг/л) [2].

Таблица 3 — Содержание кислорода, мг/л

Декада	Ноябрь	декабрь
1	9,79±0,28	8,87±0,13
2	9,21±0,07	8,33±0,05
3	8,89±0,07	

Так же измерялся химический состав воды, в частности нитриты и аммонийный азот, что в равной мере с температурой и содержанием кислорода в воде являются важнейшими параметрами (табл.4-5).

Таблица 4 — Содержание нитритов, мг/л

Декада	Ноябрь	декабрь
1	0,02±0,00	0,07±0,00
2	0,02±0,00	0,02±0,00
3	0,06±0,01	

По данным таблицы средняя концентрация нитритов – 0,038 мг/л, норма – до 0,05 мг/л, следовательно, требования по выращиванию выдержаны. Разница содержания нитритов в воде между ноябрём и декабрём составляет 0,01. Так как в декабре концентрация нитритов снизилась, это позитивно повлияло на развитие форели [2].

Таблица 5 — Содержание аммонийного азота, мг/л

Декада	ноябрь	декабрь
1	0,2±0,03	1,77±0,19
2	0,33±0,03	2,0±0,00
3	0,2±0,00	

Уровень аммонийного азота не должен превышать 0,02-0,05 мг/л, в исследовании его средняя концентрация составляет 0,9 мг/л, что способно негативно влиять на рост и развитие форели [2].

Все основные гидрохимические значения в основном находились в норме [6,4,8] к концу эксперимента показания аммония и нитритов выросли из-за увеличения ихтиомассы [2].

Одним из показателей, характеризующих продуктивные свойства комбикормов являются темпы роста рыбы. Нами была изучена динамика массы мальков форели за период с 07.11.2025 до 26.12.2025 (рис. 2).

Различия в темпах роста начали проявляться с 5 недели, в этот момент лидировала 5 группа, на следующей неделе вместе с 5 группой впереди оказалась группа 1, но на последней неделе группу 5 сменила группа 4. Достоверная разница между группами с вероятностью не менее $p < 0,05$ установлена между группой Эксп. 2 и Контрольной, Эксп. 3, Эксп.4, а также между Эксп. 3 и Эксп. 2, Эксп. 5.

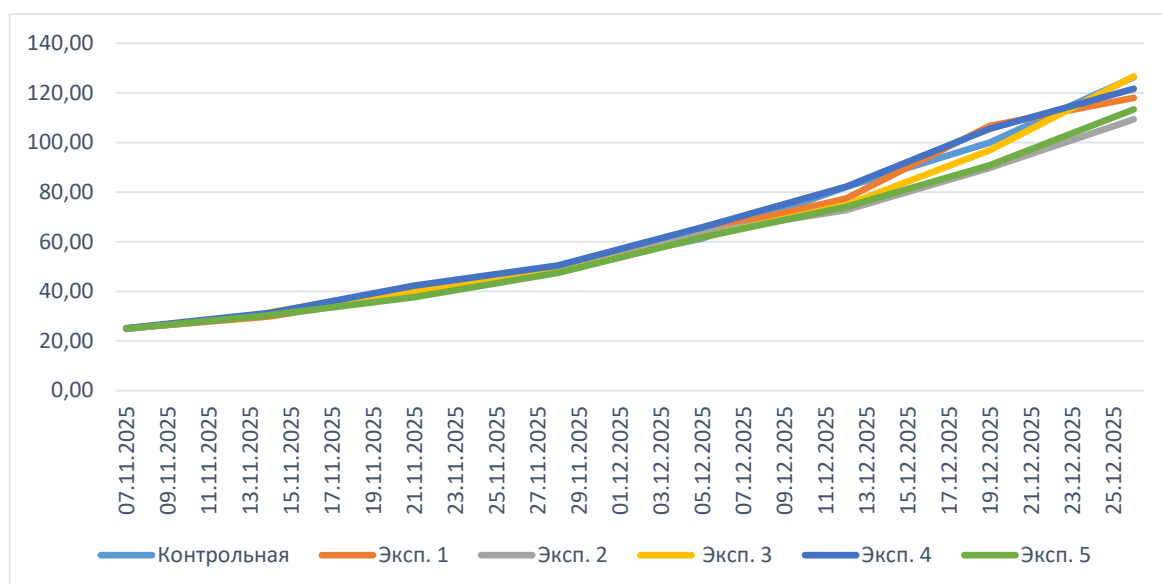


Рис. 2 – Динамика массы форели

Наибольшее практическое значение для оценки комбикормов имеют продуктивные показатели, которые были нами изучены (табл.6)

Таблица 6 — Продуктивные показатели выращивания молоди форели

Группа	Абсолютный прирост, г	Относительный прирост, %	Среднесуточный прирост, г	Кормовой коэффициент
Контрольная	3341,58	503,9	68,2	0,81
Эксп. №1	2881,14	442,5	57,8	0,95
Эксп. №2	2785,86	439,0	56,9	0,93
Эксп. №3	3349,83	504,5	68,4	0,80
Эксп. №4	3183,84	483,7	65,0	0,89
Эксп. №5	2915,88	440,2	57,2	0,92

Проанализировав основные продуктивные показатели, было выявлено, что наибольшим абсолютным, среднесуточным и относительным приростом обладают группы №3 и контрольная. Лучший кормовой коэффициент имеют группы №3 и контрольная. Худший кормовой коэффициент показали группы №1, №2 и №5

Выводы

1. В период эксперимента гидрохимические показатели соответствовали нормам для молоди радужной форели: температура воды поддерживалась в диапазоне 15,4–17,4°C, концентрация кислорода составляла 8,33–9,79 мг/л, содержание нитритов (0,02–0,2 мг/л) и аммонийного азота (0,2–2,0 мг/л) не превышало критических значений, что позволило корректно оценить влияние кормового фактора.

2. Наилучшие результаты получены в опытной группе 3, где абсолютный прирост молоди достиг 3349,83 г, относительный прирост – 504,5%, среднесуточный прирост – 68,4 г/сут, а кормовой коэффициент составил 0,80, что свидетельствует о высокой эффективности усвоения корма и снижении затрат на производство. Данный рецепт обеспечил наибольшие темпы роста рыбы и превзошел контрольный образец по экономическим показателям. Эксперимент № 4 показал прирост 3183,84 г при кормовом коэффициенте 0,89, подтверждая возможность дальнейшего сокращения доли

дорогостоящих импортных компонентов. При этом, в эксперименте 1 было замечено снижение эффективности выращивания, что указывает на необходимость комплексного подхода при разработке импортозамещающих рецептов.

Список литературы

1. Белова, М.А. Аквакультура радужной форели: мировые тенденции, российская практика и региональные перспективы развития / М.А. Белова, В.С. Фоякина [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. — 2025. — № 2. — С. 141–150. — DOI 10.24143/2073-5529-2025-2-141-150.
2. Бобрикова, М.А. Холодноводное рыбоводство: методические указания / М.А. Бобрикова. — п. Рыбное, Дмитровский г.о., Московская обл., 2022. — 65 с.
3. Дорохов, А.С. Состояние и перспективы развития комбикормовой промышленности в Российской Федерации / А.С. Дорохов, Н.О. Чилингарян // Аграрный вестник Урала. — 2020. — № 7 (198). — С. 75-84. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/343877>
4. Иванова, З.А. Рекомендации по гидрохимическому контролю в прудовых хозяйствах: метод. рекомендации / З.А. Иванова, В.А. Евтеев, И.В. Морузи. — Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1989. — 21 с.
5. Маюрникова, Л.А. Анализ состояния и перспективы рынка рыбного сырья в региональных условиях / Л.А. Маюрникова, С.С. Ртищев // Ползуновский вестник. — 2024. — № 1. — С. 65-73.
6. Романов, Г.Г. Основы сельскохозяйственных пользований: учебное пособие для СПО / Г.Г. Романов, Г.Т. Шморгунов, Р.А. Беляева [и др.]. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 300 с.
7. Соколов, И.В. Оценка эффективности применения разных пробиотических средств для холодноводных рыб в условиях УЗВ // Аграрный вестник Верхневолжья. — 2025. — № 3. — С. 117-124.
8. Karataş, B. Using Different Machine-Learning Algorithms to Predict Dissolved Oxygen Concentration in Rainbow Trout Farms / B. Karataş, C. Çakmakçı, E.S. Yücel [et al.]. — Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. — 2026. — Vol. 26, No. 1. — TRJFAS27622. — DOI 10.4194/TRJFAS27622.

УДК 639.3.03

ВЫПУСК МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВОДОЁМЫ КАК МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

О.В. Чернавина, Е.А. Процко

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск, Россия, chernavina@bk.ru

Аннотация. В статье представлен обзор современных научных данных о роли выпуска молоди осетровых рыб в восстановлении природных популяций. Рассмотрены биологические особенности представителей семейства Acipenseridae, включая позднее половое созревание, длительный жизненный цикл и зависимость от миграций, что обуславливает их уязвимость к антропогенному воздействию. Проанализированы основные причины снижения численности осетровых рыб, такие как зарегулирование рек, деградация нерестовых местообитаний, загрязнение водоёмов и незаконный вылов. Особое внимание уделено современным подходам к искусственному воспроизводству, включая формирование маточных стад и технологии выращивания молоди. Рассмотрены факторы, влияющие на эффективность выпуска, в том числе масса и физиологическое состояние молоди, условия транспортировки и выпуска, а также гидрологические и экологические характеристики водоёмов. Показано, что использование подращенной молоди позволяет повысить её выживаемость и адаптационные возможности. Проведён сравнительный

анализ отечественной и зарубежной практики восстановления популяций осетровых рыб. Установлено, что выпуск молоди является важным, но недостаточным инструментом, требующим сочетания с природоохранными мерами и научным мониторингом. Обоснована необходимость комплексного подхода к восстановлению осетровых рыб и дальнейших исследований в данной области.

Ключевые слова: осетровые рыбы; искусственное воспроизводство; выпуск молоди; восстановление популяций; выживаемость; аквакультура; водные биоресурсы; зарыбление.

RELEASE OF JUVENILE STURGEONS INTO NATURAL WATER BODIES AS A METHOD FOR RESTORING NATURAL POPULATIONS

O.V. Chernavina, E.A. Protsko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. This article presents a review of current scientific data on the role of juvenile sturgeon releases in restoring natural populations. The biological characteristics of members of the Acipenseridae family are discussed, including late sexual maturation, a long life cycle, and dependence on migration, which makes them vulnerable to anthropogenic impacts. The main causes of sturgeon population decline are analyzed, including river damming, degradation of spawning habitats, water pollution, and illegal fishing. Particular attention is paid to modern approaches to artificial reproduction, including the formation of broodstocks and juvenile rearing technologies. Factors influencing release efficiency are examined, including the weight and physiological condition of the juveniles, transportation and release conditions, and the hydrological and ecological characteristics of the water bodies. It is shown that the use of mature juveniles increases their survival rate and adaptive capacity. A comparative analysis of domestic and international practices for restoring sturgeon populations is conducted. It is established that the release of juveniles is an important but insufficient tool, requiring a combination with conservation measures and scientific monitoring. The need for an integrated approach to sturgeon restoration and further research in this area is substantiated.

Keywords: sturgeon; artificial reproduction; juvenile release; population restoration; survival; aquaculture; aquatic bioresources; stocking.

Введение

Осетровые рыбы (семейство *Acipenseridae*) относятся к числу древнейших представителей ихтиофауны и обладают высокой экологической и хозяйственной значимостью. Эти виды играют важную роль в функционировании водных экосистем, а также имеют большое значение для рыбного хозяйства благодаря высокой ценности продукции. Вместе с тем в последние десятилетия численность осетровых рыб существенно сократилась, что связано с комплексным воздействием антропогенных факторов [8; 11].

Одной из ключевых причин снижения численности осетровых является нарушение их естественного воспроизводства. Зарегулирование рек гидротехническими сооружениями приводит к утрате нерестовых местообитаний и блокированию миграционных путей. Дополнительное негативное влияние оказывают загрязнение водоёмов, деградация кормовой базы, а также интенсивный промысел и браконьерство, направленные прежде всего на изъятие половозрелых особей [5; 8]. В результате в ряде бассейнов рек естественное воспроизводство либо значительно снижено, либо полностью отсутствует.

Биологические особенности осетровых рыб существенно усложняют восстановление их численности. Для большинства видов характерны позднее половое созревание, длительный жизненный цикл и нерегулярность нереста, что обуславливает

низкие темпы естественного воспроизводства. В условиях продолжающегося антропогенного давления эти особенности приводят к тому, что популяции не способны самостоятельно восстановиться в приемлемые сроки [8;11].

В связи с этим в современной практике всё более широкое применение получают методы искусственного воспроизводства, направленные на компенсацию утраченного естественного нереста. Одним из ключевых этапов данного процесса является выпуск молоди в естественные водоёмы, который рассматривается как важный инструмент поддержания и восстановления численности осетровых рыб [7; 10].

Целью настоящей работы является обобщение и анализ современных научных представлений о выпуске молоди осетровых рыб в естественные водоёмы как методе восстановления природных популяций.

Материалы и методы

Материалом для настоящего исследования послужили научные публикации отечественных и зарубежных авторов, посвящённые биологии осетровых рыб, современному состоянию их популяций, а также методам искусственного воспроизводства и выпуска молоди в естественные водоёмы. В анализ включены статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, методические руководства, отражающие результаты исследований в области аквакультуры и охраны водных биоресурсов [1–4; 7–12].

Особое внимание уделялось работам, содержащим сведения о состоянии запасов осетровых рыб в различных регионах, включая бассейны рек Сибири, Енисея и Азовского моря, а также исследованиям, посвящённым эффективности искусственного воспроизводства и факторам, влияющим на выживаемость молоди после выпуска [1–5]. В обзор включены данные о биологических особенностях осетровых рыб, технологиях их разведения и выращивания, а также современных подходах к формированию маточных стад [7; 12].

В качестве источников информации использовались публикации, размещённые в открытых научных электронных библиотеках, включая eLIBRARY.RU и CyberLeninka, а также материалы официальных сайтов профильных организаций, в том числе Федерального агентства по рыболовству [5; 6]. Использование данных ресурсов позволило обеспечить актуальность и достоверность анализируемой информации.

Результаты и их обсуждение

Анализ литературных данных показывает, что в современных условиях эффективность восстановления популяций осетровых рыб напрямую зависит от параметров искусственного воспроизводства, в первую очередь от качества выпускаемой молоди и условий её адаптации в природной среде. Ключевым показателем является выживаемость на ранних этапах после выпуска, которая определяется совокупностью биологических и экологических факторов.

Установлено, что масса молоди на момент выпуска является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на её дальнейшую судьбу. При использовании молоди массой 1–3 г уровень выживаемости остаётся крайне низким и составляет порядка 1–2 %, что ограничивает эффективность таких мероприятий. Основными причинами высокой смертности являются интенсивное хищничество, недостаточная развитость пищевого поведения и высокая чувствительность к стрессовым воздействиям. В связи с этим в современных программах воспроизводства всё более широко применяется выпуск подращенной молоди массой 10–12 г и более, обладающей более устойчивыми физиологическими механизмами и способностью к активному поиску корма [6;10].

Не менее важным фактором является соответствие условий выпуска экологическим характеристикам водоёма. Критическое значение имеют температурный режим, гидрохимические показатели воды и наличие кормовой базы. Несоответствие этих

параметров биологическим требованиям вида приводит к резкому снижению выживаемости в первые дни после выпуска, которые являются наиболее уязвимым этапом адаптации молоди [2;3]. Таким образом, эффективность зарыбления определяется не только параметрами выращивания, но и точностью выбора условий выпуска.

Существенное влияние оказывает организация технологического процесса. На всех этапах — от инкубации икры до транспортировки и выпуска — молодь подвергается стрессовым воздействиям, связанным с изменением температуры, плотности содержания и гидрохимических параметров. Нарушение технологических регламентов может приводить к скрытым физиологическим нарушениям, проявляющимся уже после выпуска и увеличивающим смертность [2]. В этой связи особое значение имеет оптимизация условий содержания и минимизация стрессовых факторов.

Отдельного внимания требует проблема обеспечения производителей. Сокращение численности диких популяций привело к дефициту производителей естественного происхождения, что ограничивает возможности традиционного воспроизводства. В результате в практике широко используется формирование маточных стад, обеспечивающих стабильность получения посадочного материала. Однако данный подход требует длительного периода формирования и постоянного контроля качества генетического материала [7;12].

Результаты моделирования динамики запасов показывают, что выпуск молоди может обеспечивать рост численности популяций только при условии его регулярности и достаточного объёма. При этом даже значительные объёмы зарыбления не приводят к устойчивому восстановлению без снижения уровня незаконного изъятия производителей [1]. Это свидетельствует о высокой зависимости эффективности воспроизводственных мероприятий от внешних факторов.

Сравнение отечественной и зарубежной практики показывает, что выпуск молоди за рубежом рассматривается преимущественно как вспомогательная мера и применяется ограниченно. Основной акцент делается на восстановлении естественных условий обитания и поддержании естественного воспроизводства. В отечественной практике, напротив, выпуск молоди часто является базовым инструментом поддержания численности, что связано с деградацией природных популяций и необходимостью их искусственной компенсации [8–10].

Дополнительным ограничивающим фактором является антропогенная нагрузка на водные экосистемы. Браконьерство, загрязнение водоёмов и разрушение нерестовых местообитаний способны нивелировать эффект даже при значительных объёмах выпуска молоди. В этой связи эффективность зарыбления следует рассматривать в контексте общего состояния экосистемы и уровня природоохранных мероприятий [5; 6].

Современные исследования показывают необходимость комплексного научного сопровождения программ искусственного воспроизводства. Приоритетными направлениями являются оценка выживаемости молоди, изучение её миграционного поведения и кормовой базы, а также генетический мониторинг популяций. Использование молекулярно-генетических методов позволяет контролировать происхождение особей и оценивать вклад искусственного воспроизводства в формирование популяций, что имеет принципиальное значение для разработки эффективных стратегий управления [6; 7].

Заключение

Анализ современных научных данных показал, что выпуск молоди осетровых рыб является одним из ключевых инструментов поддержания и восстановления их природных популяций в условиях снижения или утраты естественного воспроизводства. Эффективность данного метода определяется прежде всего качественными характеристиками посадочного материала, условиями его выращивания и соответствием параметров среды в местах выпуска биологическим требованиям вида.

Показано, что выпуск молоди не может рассматриваться как самостоятельное решение проблемы восстановления осетровых рыб. Его эффективность существенно ограничивается уровнем антропогенной нагрузки, в том числе браконьерством, загрязнением водоёмов и деградацией нерестовых местообитаний. В этой связи наиболее перспективным является комплексный подход, сочетающий искусственное воспроизводство с природоохранными мерами и восстановлением естественных условий обитания.

Таким образом, повышение эффективности программ воспроизводства осетровых рыб требует совершенствования технологий выращивания и выпуска молоди, снижения антропогенного воздействия и проведения систематического научного мониторинга, включая генетические исследования популяций.

Список литературы

1. Булгакова, Т.И. Моделирование сценариев восстановления запаса русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) Азовского моря / Т.И. Булгакова, С.Н. Кульба, М.М. Пятинский. — Вопросы ихтиологии, 2022. — Т. 62, № 2. — С. 198–208.
2. Гадинов, А.Н. Искусственное воспроизводство осетровых рыб в целях сохранения биоразнообразия ихтиофауны р. Енисей / А.Н. Гадинов, Г.Н. Крючкова. — Вестник КрасГАУ, 2008. — № 4. — С. 148–153.
3. Кириченко, О.И. К биологии молоди осетра сибирского (*Acipenser baeri*) реки Иртыш / О.И. Кириченко. — Tethys Aqua Zoological Research, 2008. — Т. IV. — С. 58–64.
4. Крохалевский, В.Р. Состояние запасов осетровых рыб в водных объектах Сибири / В.Р. Крохалевский, И.Б. Бабкина, А.М. Визер, М.А. Дорогин, Ф.Н. Жирков, В.Ф. Зайцев, Е.А. Интересова, Л.Н. Карпова, В.А. Петерфельд, Н.В. Янкова. — Вопросы рыболовства, 2018. — Т. 19, № 3. — С. 269–284.
5. Отшамова, В.Э. Природоохранные мероприятия по сохранению семейства осетровых в Обь-Иртышском бассейне / В.Э. Отшамова. — Вестник науки, 2025. — № 6 (87). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prirodoohrannye-meropriyatiya-po-sohraneniyu-semeystva-osetrovyh-v-ob-irtyshskom-bassejny> (дата обращения: 17.04.2026).
6. Родная среда для сибирских осетрат. — Федеральное агентство по рыболовству (Росрыболовство), 2017. — URL: <https://fish.gov.ru/news/2017/08/29/rodnaya-sreda-dlya-sibirskikh-osestryat/> (дата обращения: 17.04.2026).
7. Судакова, Н.В. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (*Acipenseridae*) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций / Н.В. Судакова, Е.В. Микодина, Л.М. Васильева. — Сельскохозяйственная биология, 2018. — Т. 53, № 4. — С. 698–711. — DOI: 10.15389/agrobiology.2018.4.698rus.
8. Billard, R. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish / R. Billard, G. Lecointre. — Reviews in Fish Biology and Fisheries, 2000. — Vol. 10. — P. 355–392. — DOI: 10.1023/A:1012231526151.
9. Bronzi, P. Global sturgeon aquaculture production: an overview / P. Bronzi, H. Rosenthal, J. Gessner. — Journal of Applied Ichthyology, 2011. — Vol. 27. — P. 169–175. — DOI: 10.1111/j.1439-0426.2011.01757.x.
10. Chebanov, M. The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption / M. Chebanov, R. Billard. — Aquatic Living Resources, 2001. — Vol. 14, № 6. — P. 375–381. — DOI: 10.1016/S0990-7440(01)01122-6.
11. Pikitch, E.K. Status, trends and management of sturgeon and paddlefish fisheries / E.K. Pikitch, P. Doukakis, L. Lauck, P. Chakrabarty, D.L. Erickson. — Fish and Fisheries, 2005. — Vol. 6. — P. 233–265. — DOI: 10.1111/j.1467-2979.2005.00190.x.
12. Чебанов, М.С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.В. Галич, Ю.Н. Чмырь. — Москва: Росинформагротех, 2004. — 136 с.

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

УДК 591.111:569.323.4

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ РАЗНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

В.Ф. Жданова¹, Е.А. Новиков^{1,2}

¹Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, schdanova17@mail.ru

²Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия, eug-nov5@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены данные об изменчивости гематологических показателей у мышевидных грызунов разной экологической специализации на примере, джунгарских хомячков (*Phodopus sungorus*), хангайской полевки (*Alticola semicanus*), тувинской полевки (*Alticola tuvinicus*), малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и степной пеструшки (*Lagurus lagurus*) [3; 4]. Исследования проводили в лаборатории Структуры и динамики популяций животных ИСиЭЖ СО РАН и ИВМиБ. Изучение гематологических показателей у перечисленных видов грызунов имеет ключевое значение для понимания механизмов адаптации к гипоксии. Эти виды различаются по своим экологическим нишам и, как следствие, демонстрируют разные физиологические подходы выживания в условиях кислородной недостаточности [6]. Гематологический анализ позволяет оценить уровни гипоксии и гиперкапнии по количеству лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, гематокрита и процентного соотношения гемоглобина.

Ключевые слова: гипоксия; гиперкапния; джунгарский хомячок; хангайская полевка; тувинская полевка; малая лесная мышь; степная пеструшка; гематологические показатели.

VARIABILITY OF HEMATOLOGICAL INDICATORS IN MOUSE-LIKE RODENTS WITH DIFFERENT ECOLOGICAL SPECIALIZATIONS

V.F. Zhdanova¹, E.A. Novikov^{1,2}

¹Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
schdanova17@mail.ru

²Institute of Systematics and Ecology of Animals, SB RAS, Novosibirsk, Russia,
eug-nov5@yandex.ru

Abstract. The article presents data on the variability of hematological parameters in murine rodents with different ecological specializations, using the example of Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*), Hangai voles (*Alticola semicanus*), Tuva voles (*Alticola tuvinicus*), Ural field mice (*Apodemus uralensis*), and steppe pikas (*Lagurus lagurus*) [3; 4]. The studies were conducted at the laboratory of the Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, and at Institute of Veterinary Medicine and Biotechnology. Studying the hematological parameters in these rodent species is essential to understanding the mechanisms of adaptation to hypoxia. These species differ in their ecological niches and, accordingly, demonstrate different physiological survival strategies under conditions of oxygen deficiency [6]. Hematological analysis allows for the assessment of the levels of hypoxia and hypercapnia by the number of leukocytes, erythrocytes, platelets, hematocrit, and percentage of hemoglobin.

Keywords: hypoxia; hypercapnia; Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*); Khangai vole (*Alticola semicanus*); Tuvan vole (*Alticola tuvinicus*); Ural field mouse (*Apodemus uralensis*); steppe lemming (*Lagurus lagurus*); hematological analysis; blood.

Введение

Гематологический анализ — это комплексное лабораторное исследование крови, которое позволяет определить количественный и качественный состав её клеточных элементов, таких как эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, а также СОЭ и лейкоцитарную формулу.

Цель: изучить данные гематологического анализа и выявить уровни гипоксии.

Материалы и методы

Для работы были использованы как дикие животные, прошедшие адаптацию в лаборатории, так и лабораторно выращенные особи. Всех животных содержали в индивидуальных клетках в комфортных условиях: при комнатной температуре и естественном световом режиме.

Забор крови проводили в период с 22 июня 2025 года по 18 марта 2026 года в лаборатории ИСиЭЖ СО РАН у 10 джунгарских хомяков (*Phodopus sungorus*), 8 особей хангайской полёвки (*Alticola semicanus*), 5 - тувинской полёвки (*Alticola tuvinicus*), 6 - малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и 8 - степной пеструшки (*Lagurus lagurus*) с помощью пипетки Пастера смоченной раствором коагулянта. Пробы крови объемом 1 мл отбирали из ретроорбитального синуса. После забора крови сразу же проводили гематологический анализ с помощью прибора PCE90 Vet (США), программа «мыши». Для анализа были использованы следующие показатели эритроцитарного звена гемограммы: RBC – число эритроцитов ($10^{12}/L$), HGB – содержание гемоглобина в крови (g/L), HCT – гематокрит (%), WBC – лейкоциты (%), PLT - тромбоциты, абсолютное число ($10^9/L$) [5]. Для статистической обработки данных был использован пакет STATISTICA for Windows, версия 12. Все тесты Левена и Шапиро-Уилка дали $p > 0.05$, что подтверждает корректность применения ANOVA.

Результаты и обсуждения

Значения всех параметров эритроцитарного звена в гемограмме демонстрировали значительную вариабельность в широком диапазоне, причем эта вариабельность была статистически достоверной и определялась видовой принадлежностью животных (табл.1).

Таблица 1 — Значения (Среднее $\pm$ SE) показателей эритроцитарного звена гемограммы у мышевидных грызунов разной экологической специализации

Вид	WBC	RBC	HGB	HCT	PLT
<i>Alticola semicanus</i>	5,1 $\pm$ 0,8	10,1 $\pm$ 0,4	140,9 $\pm$ 3,1	30,4 $\pm$ 3,8	306,9 $\pm$ 46,3
<i>Apodemus uralensis</i>	2,7 $\pm$ 0,7	8,6 $\pm$ 0,8	111,2 $\pm$ 8,7	34,8 $\pm$ 3,0	323,8 $\pm$ 98,4
<i>Alticola tuvinicus</i>	3,4 $\pm$ 0,3	10,9 $\pm$ 0,6	114,4 $\pm$ 3,5	36,08 $\pm$ 1,6	279,4 $\pm$ 46,7
<i>Phodopus sungorus</i>	5,7 $\pm$ 0,4	8,3 $\pm$ 0,6	107,2 $\pm$ 5,0	16,7 $\pm$ 0,8	152,6 $\pm$ 7,3
<i>Lagurus lagurus</i>	5,1 $\pm$ 0,9	10,8 $\pm$ 0,8	126,0 $\pm$ 10,6	32,2 $\pm$ 2,9	112,5 $\pm$ 11,2
ANOVA, Критерий Фишера, F	3,23	3,09	4,20	20,24	4,82
Уровень значимости, P	* $< 0,05$	* $< 0,05$	** $< 0,01$	*** $< 0,001$	** $< 0,01$

Джунгарский хомячок (*Phodopus sungorus*) имеет наименьший HCT (~16.7%), что типично для норных видов, у которых гипоксия сочетается с гиперкапнией. Низкий гематокрит снижает вязкость крови, облегчая кровоток в условиях ограниченного пространства. Тувинская полёвка (*Alticola tuvinicus*) и хангайская полёвка (*Alticola semicanus*) демонстрируют высокий HCT (~36–37%), что является классической реакцией на хроническую высотную гипоксию (увеличение кислородной ёмкости крови за счёт эритроцитов). Степная пеструшка (*Lagurus lagurus*) занимает промежуточное положение в этом ряду (HCT ~32%), что связано, очевидно с менее выраженным гипоксическим прессингом в открытых степях.

Значимые различия по HGB ($F=4.20$) и RBC ($F=3.09$) подтверждают, что насыщение крови гемоглобином не всегда прямо пропорционально числу эритроцитов. У малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) при относительно высоком НСТ наблюдается не самый высокий HGB, что может указывать на оптимизацию сродства гемоглобина к кислороду, а не на простое увеличение его количества. У джунгарского хомячка (*Phodopus sungorus*) низкий HGB (107 г/л) наряду с низким НСТ – признак метаболической экономии в условиях гипоксии. Высокий уровень PLT у малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) (среднее $323 \times 10^9/\text{л}$) и хангайской полёвки (*Alticola semicanus*) ($307 \times 10^9/\text{л}$) может быть связан с необходимостью быстрого восстановления сосудистой стенки при гипоксически-индуцированной ломкости капилляров. Низкий PLT у степной пеструшки (*Lagurus lagurus*) ($112 \times 10^9/\text{л}$) и джунгарского хомячка (*Phodopus sungorus*) ($152 \times 10^9/\text{л}$) указывает на другой тип адаптации, возможно, с меньшей тромбоцитарной активностью.

Заключение

Гематологические показатели (особенно гематокрит, гемоглобин и тромбоциты) являются надёжными физиологическими маркерами для дифференциации типов гипоксической нагрузки у грызунов. Отличаются тувинская полёвка (*Alticola tuvinicus*) и хангайская полёвка (*Alticola semicanus*) по уровню гематокрита, содержанию гемоглобина в крови, тромбоцитам. В связи с обитанием в глубоких норах, гипоксия с гиперкапнией отмечается у джунгарского хомячка (*Phodopus sungorus*) по показателям гематокрита, содержанию гемоглобина в крови, тромбоцитам. Промежуточный или сезонный результат наблюдается у малой лесной мыши (*Apodemus uralensis*) и у степной пеструшки (*Lagurus lagurus*), мозаичные изменения с акцентом на качество эритроцитов.

Выявленные межвидовые различия обосновывают возможность использования мышевидных грызунов в качестве модельных объектов для изучения адаптаций к разным вариантам кислородной недостаточности [1; 2].

Список литературы

1. Башенина, Н.В. Пути адаптаций мышевидных грызунов / Н.В. Башенина. — М.: Наука, 1977. — 355 с.
2. Большаков, В.Н. Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям / В.Н. Большаков. — М.: Наука, 1972. — 200 с.
3. Громов, И.М. Фауна СССР. Млекопитающие. Полевки / И.М. Громов, И.Я. Поляков. — Л.: Наука, 1977. — Т. 3, вып. 8. — 504 с.
4. Литвинов, Ю.Н. Формирование ареалов и филогения скальных полевок в условиях внутренней Азии / Ю.Н. Литвинов, С.А. Абрамов, Т.А. Дупал [и др.] // Вестник ИРГСХА. — 2017. — № 82. — С. 96–103.
5. Мацкало, Л.Л. Изменчивость гематологических показателей у мышевидных грызунов различной экологической специализации / Л.Л. Мацкало, О.И. Себежко, И.А. Васильев [и др.] // Russian Journal of Ecology. — 2025. — Т. 56, № 2. — С. 158–165.
6. Новиков, Е.А. Изменчивость биоэнергетических показателей у мышевидных грызунов различной экологической специализации / Е.А. Новиков, И.А. Васильев, П.А. Задубровский [и др.] // Журнал общ. биол. — 2024. — Т. 85, № 2. — С. 150–162. — DOI 10.31857/S0044459622060069.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ НАРКОТИКОВ НА МОЗГ

А. Ю. Закрыжевская. Научный руководитель И. В. Моружи

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.

Новосибирск, Россия arinazakryzevskaya@gmail.com

Аннотация: Современные синтетические наркотики представляют собой искусственно созданные вещества, способные оказывать выраженное психоактивное и нейротоксическое воздействие на центральную нервную систему. В статье рассматриваются основные механизмы влияния синтетических наркотиков на мозг человека, их нейротоксичные действия, когнитивные и психические нарушения, а также формирование зависимости. Проведен анализ современных исследований, описывающих структурные и функциональные изменения мозга под воздействием этих веществ. Особое внимание уделено различиям между классами синтетических наркотиков и их специфическому влиянию на нейромедиаторные системы.

Ключевые слова: синтетические наркотики; мозг; нейротоксичность; нейромедиаторы; когнитивные нарушения; зависимость.

THE EFFECTS OF MODERN SYNTHETIC DRUGS ON THE BRAIN

A. Yu. Zakryzevskaya

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,

arinazakryzevskaya@gmail.com

Abstract. Modern synthetic drugs are artificially created substances capable of exerting pronounced psychoactive and neurotoxic effects on the central nervous system. This article examines the primary mechanisms by which synthetic drugs influence the human brain, their neurotoxic effects, cognitive and mental impairments, and addiction development. An analysis of current research describing the structural and functional changes in the brain induced by these substances is provided. Particular attention is paid to the differences between classes of synthetic drugs and their specific effects on neurotransmitter systems.

Keywords: synthetic drugs; brain; neurotoxicity; neurotransmitters; cognitive impairment; addiction.

Последнее десятилетие синтетические наркотики стали одной из наиболее острых проблем общественного здравоохранения. По-другому их называют «дизайнерскими наркотиками», в следствие того, что их химическую формулу постоянно меняют, чтобы обходить законы [4]. По данным Министерства внутренних дел Российской Федерации, 70% наркозависимых составляют подростки и молодые люди. 56% мальчиков и 20% девочек хотя бы раз употребляли наркотики и психоактивные вещества, в то время как 45% и 18% продолжают употреблять наркотики [8].

Синтетические наркотики распространены на территории Российской Федерации в крупных городах и транспортных узлах, особенно выделяют Москву, Санкт-Петербург, Новосибирск и регионы Дальнего Востока, такие как Владивосток, причиной тому являются удобные каналы доставки и высокий спрос. Часто производство происходит в неких подпольных лабораториях, в квартирах и домах. Для их производства используются химические прекурсоры (часто из Азии), поэтому их легко быстро масштабировать и «переносить». Максимальное распространение ведется через интернет-магазины, мессенджеры, бесконтактную продажу, а также через популярную систему «закладок».

Новосибирск является крупным транспортным узлом Сибири, одним из центров оборота синтетики, в нем находятся также лаборатории по производству. Данный регион выступает как распределительный центр, распространяя синтетик внутри страны. В

последние годы регион входит в число наиболее активных по наркопреступности в Сибири. За 5 месяцев 2024 года изъято около 460 кг, что на 118% больше, чем годом ранее, как раз таки из них около 330 кг – синтетических веществ [2]. Доля синтетики в изъятых выросла с 5 до 70% за последние 8 лет. За 2024-2025 годы фиксировались тысячи преступлений, связанных с оборотом наркотиков, с устойчивым ростом для синтетики.

На Дальнем Востоке по импорту товара славится Владивосток, основная причина тому, что он имеет близость к Китаю и странам Азии, то есть это место основного потока импорта веществ и прекурсоров. Больше роль идет на поставки, нежели на производство.

Синтетические наркотики можно классифицировать в зависимости от способа их получения и характера воздействия на организм. Выделяют следующие основные группы веществ: синтетические каннабиноиды, катиноны, амфетаминоподобные стимуляторы, синтетические опиоиды.

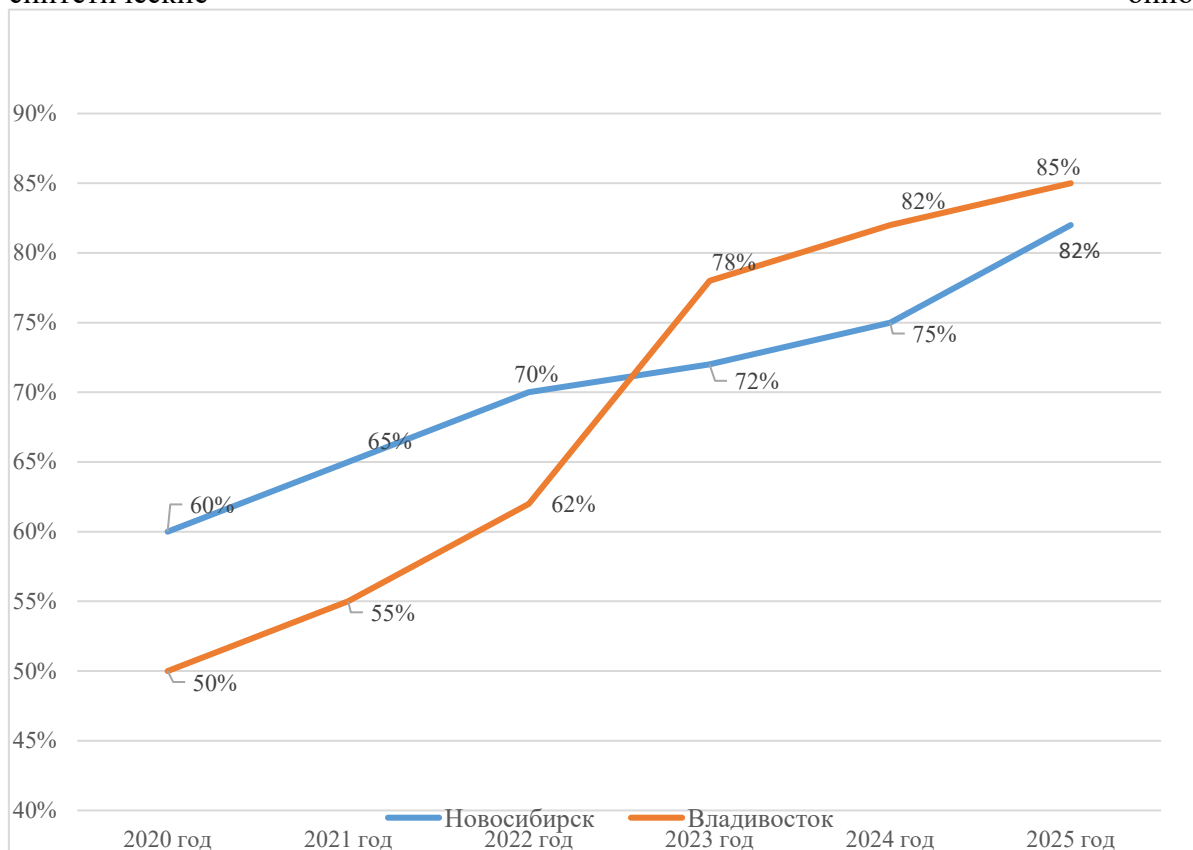


Рис. 1 Доля изъятых синтетических наркотиков города Новосибирска и Владивостока за последние года

Синтетические каннабиноиды (СКБ) – лабораторно созданные вещества, которые имитируют действие ТГК – основного психоактивного компонента каннабиса. Это многочисленная группа известная как «legal highs» («легальные наркотики»), включает в себе различные ароматические травы, обработанные смесью искусственно синтезируемых каннабиноидов [9]. По силе и токсичности они часто в десятки раз сильнее природного каннабиса и действуют на мозг не менее предсказуемо.

С химической точки зрения данные вещества не имеют единой структуры их постоянная модификация молекулярной структуры позволяет создавать новые производные с измененной фармакокинетикой и фармакодинамикой, что затрудняет их правовое регулирование и токсикологический контроль. Механизм действия синтетических каннабиноидов связан с гиперактивацией эндоканнабиноидной системы [3].

Стимуляция CB1-рецепторов приводит к изменению высвобождения ключевых нейромедиаторов, включая дофамин, ГАМК и глутамат, что сопровождается нарушением

синаптической передачи и дисрегуляцией нейрональных сетей. Клинически это проявляется острыми психотическими состояниями, тревожными расстройствами, когнитивным дефицитом и нарушениями поведения [5].

Особую опасность представляет их высокая липофильность и способность накапливаться в тканях, а также непредсказуемость состава нелегальных смесей. Даже однократное употребление может приводить к тяжёлым неврологическим и психиатрическим осложнениям, включая судорожные синдромы, делирий и стойкие психозы. При хроническом воздействии формируются долговременные изменения нейропластичности, что повышает риск развития зависимого поведения и аффективных расстройств.

Катиноны представляют собой группу психоактивных веществ, структурно производных природного алкалоида катинона, содержащегося в растении *Catha edulis* [6]. С фармакологической точки зрения синтетические катиноны оказывают выраженное стимулирующее действие на центральную нервную систему. Их механизм связан с влиянием на моноаминергические системы мозга: они усиливают высвобождение дофамина, норадреналина и серотонина, а также подавляют их обратный захват. Это приводит к кратковременному повышению настроения, ощущению бодрости, усилению активности и снижению утомляемости [10].

Однако подобное воздействие сопровождается значительной нейротоксичностью. Избыточная стимуляция дофаминергической системы способствует формированию зависимости, а также нарушению регуляции эмоций и поведения. При употреблении часто наблюдаются тревожные состояния, раздражительность, агрессия.

Клинические последствия включают не только психические, но и соматические нарушения: тахикардию, повышение артериального давления, гипертермию, обезвоживание и риск сердечно-сосудистых осложнений. Особую опасность представляет склонность к повторному приёму вещества в короткие промежутки времени, что значительно увеличивает риск передозировки [1].

Амфетаминоподобные стимуляторы оказывают выраженное возбуждающее действие на ЦНС. К ним относят амфетамин и метамфетамин, которые усиливают выброс дофамина и норадреналина, а также нарушают обратный захват в синапсах. В результате всех действий резко повышается уровень нейромедиаторов, что приводит к усилению психической активности, повышению концентрации внимания и кратковременному ощущению эйфории. После этого развивается истощение нервной системы, проявляющееся упадком сил, снижением настроения и депрессивными состояниями [1]. Если происходит длительное употребление стимуляторов это приводит к развитию психических расстройств, включая тревожные и параноидные состояния, возникает огромный риск гипертензии, аритмии, инфаркта.

Синтетические опиоиды взаимодействуют с опиоидными рецепторами головного мозга, откуда и название таких веществ. Механизм действия синтетических опиоидов связан с угнетением передачи болевых сигналов в центральной нервной системе и активацией системы вознаграждения через повышение дофаминергической активности [3]. Это вызывает выраженный анальгезирующий эффект, чувство расслабления, эйфорию и снижение тревожности.

Наиболее опасной особенностью синтетических опиоидов является их способность вызывать быстрое развитие толерантности и высокой физической зависимости. При регулярном употреблении требуется увеличение дозы для достижения прежнего эффекта, что существенно повышает риск передозировки. При длительном употреблении наблюдаются выраженные изменения в работе нервной системы, формирование стойкой зависимости, когнитивное снижение и тяжёлые абстинентные состояния («ломка»), сопровождающиеся сильной болью, тревогой и нарушением работы внутренних органов. Остается открытым вопрос механизма воздействия на мозг. Из-за того, что синтетические

наркотики оказывают огромное влияние на ЦНС, что напрямую оказывает на систему нейромедиаторов [5].

Большинство синтетических наркотиков имитируют естественные нейромедиаторы, либо перегружают их рецепторы, главная задача веществ «перезагрузить мозг». Суть в том, что после длительного употребления увеличивается уровень дофамина, благодаря которому мозг получает искусственный сигнал, вызывая эйфорию и формирование зависимости. Мозг теряет нормальную регуляцию эмоций и поведения, в результате того, что вещества вызывают дисбаланс дофамина, серотонина, глутамата.

В связи с употреблением синтетических наркотиков нарушаются связи между нейронами, страдают зоны головного мозга: префронтальная кора, гиппокамп, миндалина, а также ухудшается пластичность мозга. Происходит повреждение мозга, так называемое, нейротоксичность. Синтетические наркотики вызывают окислительный стресс, повреждают нейроны, также нарушают энергетический обмен клеток, приводящие к когнитивному состоянию, психотическому расстройству. Пациенты с длительным употреблением синтетических каннабиноидов демонстрируют снижение объема серого вещества в префронтальной коре и гиппокампе, ухудшение памяти и внимание, а также повышенный риск психотических эпизодов.

Для минимизации негативных последствий необходимо: информирование молодежи о рисках синтетических наркотиков, разработка программ раннего выявления употребления, комплексная реабилитация зависимых с психотерапевтической и медикаментозной поддержкой [6].

Главной целью статьи является анализ влияния синтетических наркотиков на мозг человека, рассмотрение их нейротоксических эффектов, когнитивных нарушений психических расстройств, а также факторов формирования.

Основными задачами данной статьи являются: рассмотрение основных видов современных синтетических наркотиков и их особенности распространения, изучение механизмов их воздействия на мозг, включая влияние на нейромедиаторы и работу нервной системы, оценка краткосрочные и долгосрочные последствия употребления для когнитивных функций и поведения, анализ рисков развития зависимости и психических расстройств, связанных с употреблением синтетических веществ, а также определение эффективных мер профилактики и подходы к лечению последствий употребления.

Объекты и методы исследований

На основе РФ-данных и региональных сообщений о преобладании синтетики в Новосибирске и Владивостоке была проведена статистика (рисунок 1). Объектом исследования являются современные синтетические наркотики как фактор, влияющий на функционирования ЦНС человека и структуру наркопотребления в крупных городах России. Предметом также является динамика распространения наркотиков и их потенциальное влияние на мозг человека, опосредованное через изменения структуры наркорынка в Новосибирске и Владивостоке за 2020-2025 гг.

В работе были использованы такие методы, как статический, также производился сравнительный анализ, при котором сопоставлялась динамика двух регионов и применялся метод динамических рядов, то есть оценивались показатели во времени для выявления роста доли синтетических веществ.

Результаты исследований

По данным МВД России, в 2024 году более половины всех изъятых наркотиков в стране примерно 53% – синтетические вещества [7]. Точной доли синтетики за последние года по Новосибирску и Владивостоку в официальной статистике нет, поскольку МВД России и региональные отчеты дают долю по округам/стране и по отдельным годам, а не ровную линейку по городам. Но можно использовать оценку на основе РФ-данных и

региональных сообщений о преобладании синтетики (рисунок 1). Предоставленные значения являются оценочными и основаны на анализе динамики изъятий и региональных отчетов, поскольку официальная статистика доли синтетических наркотиков по городам в разрезе лет не публикуется.

По основе предоставленных данных выявлены следующие закономерности: в Новосибирске доля выросла на $\pm 22\%$, что доказывает устойчивую тенденцию. Во Владивостоке также проявляется рост на $\pm 32\%$ за 5 лет, более резкий скачок происходит в 2023-2024гг., связанный с усилением интернет- и транзитного оборота.

Благодаря этому можно сказать, что оба региона демонстрируют устойчивую тенденцию к росту синтетических веществ, но к 2025 году показатели выравниваются ($\pm 82\%$). Владивосток показывает более резкую динамику роста, нежели чем Новосибирск.

В ходе анализа доли изъятых наркотиков за период 2020 по 2025 года были рассчитаны средние показатели Новосибирска и Владивостока. В Новосибирске среднее значение за указанный период составило $\pm 70,7\%$, что свидетельствует о стабильно высоком уровне изъятия с тенденцией к росту. Во Владивостоке данный показатель оказался несколько ниже и составил $\pm 68,7\%$, однако также демонстрирует положительную динамику на протяжении рассматриваемых лет. Эти данные позволяют сделать вывод о постепенном повышении эффективности работы соответствующих служб в этих городах.

Установлено, что рост доли синтетических наркотиков отражает изменение структуры наркорынка. С нейробиологической точки зрения коррелирует с ростом риска: когнитивного снижения, увеличения числа психотических и тревожных расстройств. Проведенное исследование демонстрирует выраженную положительную динамику роста доли синтетических наркотиков в структуре изъятий в городах за период 2020-2025гг, что может косвенно свидетельствовать о расширении их распространенности и потенциальном увеличении негативного воздействия на ЦНС населения. Также можно выделить основные группы синтетических наркотиков и их нейротоксическое воздействие на мозг.

Таблица 1 — Основные группы синтетических наркотиков и эффекты на ЦНС

Группа	Примеры веществ	Основные эффекты на мозг	Риск зависимости
Синтетические каннабиноиды	spice, K2	эйфория, психоз, галлюцинации	высокий
Катионы	mephedrone, PVP	стимуляция, бессонница, агрессия	очень высокий
Амфетаминоподобные стимуляторы	метамфетамин	активизация дофаминовой системы	очень высокий
Синтетические опиоиды	фентанил, оксикодон	эйфория, бессонница, угнетение дыхания	крайне высокий

Таблица 2 — Нейротоксическое воздействие на ключевые области мозга

Область мозга	Функция	Влияние синтетических наркотиков
Префронтальная кора	принятие решений, самоконтроль	снижение объема, ухудшение когнитивных функций
Гиппокамп	память и обучение	гибель нейронов, нарушение памяти
Лимбическая система	эмоции и мотивация	эмоциональная нестабильность

Обсуждение результатов

Проведённый анализ динамики доли синтетических наркотиков в структуре изъятий в Новосибирске и Владивостоке за период 2020–2025 гг. выявил устойчивую тенденцию к их росту в обоих регионах. Увеличение показателей с $\pm 60\%$ до $\pm 82\%$ в Новосибирске и с $\pm 50\%$ до $\pm 82\%$ во Владивостоке свидетельствует о системной трансформации наркорынка, выражающейся в постепенном вытеснении традиционных наркотических веществ синтетическими аналогами.

Полученные результаты позволяют предположить, что наблюдаемая динамика обусловлена рядом факторов: относительной простотой синтеза синтетических веществ, возможностью их модификации для обхода правового контроля, а также высокой эффективностью распространения через цифровые каналы сбыта.

Особенно выраженный рост во Владивостоке в 2023–2025 гг. может быть связан с усилением транзитной функции региона и активизацией поставок из стран Восточной Азии. С нейробиологической точки зрения увеличение распространённости синтетических наркотиков представляет существенный риск для общественного здоровья, поскольку данные вещества характеризуются высокой аффинностью к рецепторным системам мозга и выраженным нейротоксическим потенциалом. Это потенциально ведёт к росту когнитивных нарушений, психических расстройств и зависимого поведения в популяции.

Выводы

1. В ходе исследования были рассмотрены современные синтетические наркотики как особая группа психоактивных веществ, их основные классы и особенности. Проанализированы механизмы воздействия на центральную нервную систему, включая влияние на нейромедиаторные процессы мозга. Оценены последствия длительного употребления, выражающиеся в когнитивных нарушениях, эмоциональной нестабильности и формировании зависимости. Также рассмотрены основные медико-социальные риски, связанные с распространением синтетических наркотиков.

2. Анализ показал устойчивый рост доли синтетических наркотиков в Новосибирске и Владивостоке за 2020–2025 гг. В Новосибирске показатель вырос с $\pm 60\%$ до $\pm 82\%$, во Владивостоке — с $\pm 50\%$ до $\pm 82\%$. Новосибирск характеризуется более ранним ростом и стабильно высокой долей синтетики, тогда как Владивосток — более резким увеличением в середине периода. В целом наблюдается общая тенденция усиления роли синтетических наркотиков и изменения структуры наркорынка в обоих регионах.

Список литературы

1. Бохан, Н.А. Зависимость от психоактивных веществ: клиника, диагностика, лечение / Н.А. Бохан. – Томск: Изд-во ТГУ, 2019.

2. Главное управление МВД России по Новосибирской области. О состоянии преступности в сфере незаконного оборота наркотиков в Новосибирской области в 2024 г.

// РБК. – 25.06.2024. – URL: <https://nsk.rbc.ru/nsk/25/06/2024/667a2d749a79470dde00a506> (дата обращения: 15.03.2026).

3. *Иванец, Н.Н.* Психиатрия и наркология / Н.Н. Иванец, М.А. Винникова. – М.: МЕДпресс-информ, 2006.

4. *Иванец, Н.Н.* Наркология: национальное руководство / Н.Н. Иванец, М.А. Винникова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020.

5. *Кошкина, Е.А.* Эпидемиология наркологических заболеваний в России / Е.А. Кошкина // Наркология. – 2022. – № 3. – С. 10–18.

6. *Ларченко, А.В.* Синтетические катиноны и каннабиноиды — новые психоактивные вещества (обзор) / А.В. Ларченко, М.А. Суворов, В.И. Андрюхин, Я.В. Кауров, А.В. Суворов // Современные технологии в медицине. – 2017.

7. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Наркологическая ситуация в Российской Федерации: аналитический обзор. – М., 2024.

8. Министерство внутренних дел Российской Федерации. О состоянии наркопреступности в Российской Федерации за 2024 год: статистические материалы // Официальный сайт МВД России. – 2025.

9. *Пятницкая, И.Н.* Наркомании: руководство для врачей / И.Н. Пятницкая. – М.: Медицина, 2008.

10. Российская академия наук. Современные проблемы распространения синтетических наркотиков в России: аналитический доклад. – М., 2023.

УДК 628.355

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ФЛОКА И САПРОПЕЛЯ КАК ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.С. Кравченко, Н.Д. Недина, И.В. Ткачева

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация, reception@donstu.ru

Аннотация. В условиях интенсификации сельского хозяйства и деградации почв особую актуальность приобретает поиск экологически безопасных источников питания растений, способных заменить или дополнить минеральные удобрения. В этой связи перспективными направлениями являются использование вторичных ресурсов аквакультуры (микробного флора) и природного органоминерального сырья (сапропеля). Цель настоящей работы является сравнительная агрохимическая оценка микробного флора и сапропеля как органоминеральных удобрений. В статье представлена сравнительная агрохимическая оценка активного ила из системы биофлора и сапропеля как органоминеральных удобрений. Установлено, что микробный флок характеризуется высоким содержанием органического вещества (78,1%), общего азота (9,2%), фосфора (4,6%), калия (1,3%) и нейтральной реакцией среды (рН 7,9). Сапропель уступает по концентрации элементов питания (азот – 1,5%, фосфор – 0,3%, калий – 0,1%), но обладает пролонгированным почвоулучшающим действием. Микробный флок обеспечивает быстрое питание растений, сапропель – улучшение структуры и влагоёмкости почвы. Сделан вывод о взаимодополняемости удобрений и целесообразности их комбинированного применения.

Ключевые слова: микробный флок; сапропель; органоминеральные удобрения; агрохимическая оценка; биофлок; активный ил; плодородие почв.

COMPARATIVE AGROCHEMICAL ASSESSMENT OF MICROBIAL FLOC AND SAPROPEL AS ORGANOMINERAL FERTILIZERS

A.S. Kravchenko, N.D. Nedina, I.V. Tkacheva

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation, reception@donstu.ru

Abstract. Under the conditions of agricultural intensification and soil degradation, the search for environmentally friendly sources of plant nutrition capable of replacing or supplementing mineral fertilizers is of particular relevance. In this regard, promising areas include the use of secondary aquaculture resources (microbial floc) and natural organomineral raw materials (sapropel). The aim of this work is a comparative agrochemical assessment of microbial floc and sapropel as organomineral fertilizers. The article presents a comparative agrochemical assessment of activated sludge from a biofloc system and sapropel as organomineral fertilizers. It was found that microbial floc is characterized by a high content of organic matter (78.1%), total nitrogen (9.2%), phosphorus (4.6%), potassium (1.3%) and a neutral reaction medium (pH 7.9). Sapropel is inferior in the concentration of nutrients (nitrogen – 1.5%, phosphorus – 0.3%, potassium – 0.1%), but has a prolonged soil-improving effect. Microbial floc provides rapid plant nutrition, while sapropel improves soil structure and water-holding capacity. The conclusion is made about the complementarity of fertilizers and the feasibility of their combined use.

Keyword: microbial floc; sapropel; organomineral fertilizers; agrochemical assessment; biofloc; activated sludge; soil fertility.

Введение

В условиях интенсификации сельского хозяйства и возрастающей антропогенной нагрузки на агроэкосистемы особую актуальность приобретает поиск экологически безопасных и ресурсосберегающих источников питания растений. Широкое применение минеральных удобрений, несмотря на их высокую эффективность, сопровождается рядом негативных последствий, включая деградацию почв, снижение биологической активности и ухудшение экологического состояния агроландшафтов [14]. В этой связи в последние годы активно развивается направление биологизации земледелия, предполагающее использование органических и органоминеральных удобрений, способных обеспечивать устойчивое функционирование агроэкосистем [17].

Одним из перспективных направлений является использование побочных продуктов аквакультуры, в частности активного ила, формирующегося в системах интенсивного выращивания гидробионтов. Биофлок технология основана на переработке органических отходов (корма, экскременты) микроорганизмами с образованием биомассы, богатой питательными веществами, что делает данный продукт потенциально ценным в качестве источника питательных веществ органической и минеральной природы для растений [4]. Важным преимуществом микробного флока является его способность аккумулировать азот и другие элементы питания в доступной форме за счет активной микробной трансформации веществ, а также поддерживать устойчивые биогеохимические циклы [16].

Наряду с продуктами аквакультуры, значительный интерес представляет сапропель – природное органоминеральное сырье, образующееся на дне пресноводных водоемов в результате длительных биохимических и микробиологических процессов. Сапропель отличается высоким содержанием органического вещества, а также обладает способностью улучшать водно-физические свойства почвы, повышать ее структурность, влагоемкость и аэрацию. Современные исследования подтверждают, что органические удобрения подобного типа способствуют увеличению содержания углерода в почве, активизации микробных сообществ и росту урожайности сельскохозяйственных культур [8].

Несмотря на значительный объем исследований, посвященных использованию органических удобрений и биологических отходов, сравнительная агрохимическая оценка микробного флока и сапропеля остается недостаточно изученной. В частности, требует

уточнения их сравнительная эффективность как источников макро- и микроэлементов, а также их влияние на агрохимические и биологические свойства почвы в условиях различных агроэкосистем.

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к органоминеральным удобрениям как важному элементу устойчивого сельского хозяйства. Это связано с необходимостью повышения эффективности использования ресурсов, снижения антропогенной нагрузки на почвы и поддержания их биологической активности. Современные исследования показывают, что применение органических и органоминеральных удобрений способствует увеличению содержания органического углерода, активизации микробных сообществ и улучшению агрофизических свойств почвы [8, 13]. Особое внимание уделяется вторичным ресурсам и природным материалам, способным выполнять функции как источников питания, так и почвоулучшителей [4].

Исследования последних лет показывают, что биофлок обладает высокой питательной ценностью и может рассматриваться как источник органического вещества, макро- и микроэлементов. В его составе обнаружены белки, липиды, аминокислоты, а также широкий спектр минералов, что обуславливает его потенциальное использование не только в кормлении гидробионтов, но и в качестве удобрения [5]. Кроме того, микробный флок выполняет функцию биологически активной системы, содержащей полезные микроорганизмы, способные оказывать пробиотическое воздействие и стимулировать рост растений через улучшение микробиологической активности почвы [12].

Особое значение имеет способность биофлора влиять на азотный цикл. Микробные сообщества, входящие в его состав, участвуют в процессах нитрификации и денитрификации, обеспечивая трансформацию азота в формы, доступные для растений [16]. Это делает его перспективным источником азотного питания, особенно в условиях дефицита органического вещества в почвах. Дополнительным преимуществом является возможность переработки избыточного биофлора, образующегося в аквакультуре, с последующим использованием в сельском хозяйстве, что соответствует принципам циркулярной экономики [7].

Наряду с микробным флоком, значительное внимание в научной литературе уделяется сапропелю как природному органоминеральному ресурсу. Современные исследования подтверждают, что сапропель оказывает комплексное воздействие на почву. Его внесение способствует улучшению структуры почвы, увеличению влагоудерживающей способности, снижению кислотности и повышению биологической активности [8]. Благодаря высокой сорбционной способности сапропель способен удерживать элементы питания и постепенно высвобождать их в почвенный раствор, обеспечивая пролонгированное действие удобрения. Кроме того, гуминовые вещества сапропеля играют ключевую роль в формировании почвенной структуры и стабилизации органического вещества [1].

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных как биофлок технологии, так и применению сапропеля, их сравнительная агрохимическая оценка остается недостаточно разработанной. Большинство работ рассматривает данные объекты изолированно, без учета их потенциального совместного или альтернативного использования в агротехнологиях. В связи с этим актуальным является проведение комплексных исследований, направленных на сопоставление их химического состава, биологической активности и эффективности в качестве органоминеральных удобрений. Таким образом, анализ современной литературы свидетельствует о высокой перспективности как микробного флора, так и сапропеля в качестве источников органического вещества и элементов питания растений. Однако недостаточная изученность их сравнительных характеристик определяет необходимость дальнейших исследований в данном направлении.

Цель исследования. В связи с этим целью настоящего исследования является сравнительная агрохимическая оценка микробного флора и сапропеля как органоминеральных удобрений. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: определить химический состав исследуемых объектов, провести сравнительный анализ содержания макро- и микроэлементов, а также оценить их потенциал в качестве источников питания растений и факторов повышения плодородия почв.

Материалы и методы

В рамках настоящего исследования в качестве объектов изучения были выбраны два вида органоминеральных удобрений, различающихся по происхождению и механизму формирования: микробный флок (активный или биофлок систем) и сапропель. Выбор данных объектов обусловлен их высокой потенциальной агрономической ценностью, а также возрастающим интересом к их применению в системах устойчивого земледелия и циркулярной экономики [4, 7].

Активный или был получен из донных слоев системы биофлок путем процеживания через мельничный газ. После извлечения микробной массы в количестве 1,5 литров, образец был отправлен на исследование в агрономическую лабораторию «Август». Агрономическая лаборатория «Август» (г. Ростов-на-Дону) осуществляет комплексные исследования в области агрохимии и почвоведения, включая определение макро- и микроэлементного состава органических удобрений, анализ токсичности и биологической активности образцов. Для оценки агрохимических свойств исследуемых объектов был использован комплекс стандартных лабораторных методов анализа, применяемых в агрохимии и почвоведении. Определение кислотности (pH) проводилось потенциометрическим методом с использованием водной вытяжки. Массовая доля влаги и сухого вещества определялась гравиметрическим методом путем высушивания образцов до постоянной массы.

Содержание органического вещества оценивалось методом прокаливании, а также расчетом на основе содержания органического углерода. Определение общего азота проводилось методом Кьельдаля, позволяющим учитывать как органические, так и аммонийные формы азота. Содержание фосфора и калия определялось с использованием фотометрических и пламенно-фотометрических методов соответственно.

Анализ микроэлементного состава (Zn, Fe, Mn, Cu, Mo, B) осуществлялся с применением атомно-абсорбционной спектроскопии, обеспечивающей высокую точность определения концентраций элементов в образцах. Данный метод широко используется в современных агрохимических исследованиях благодаря своей чувствительности и воспроизводимости [11].

Соотношение углерода и азота (C:N) рассчитывалось на основе полученных данных о содержании органического углерода и общего азота. Этот показатель является важным индикатором скорости минерализации органического вещества и доступности элементов питания для растений [6].

Сравнительная агрохимическая оценка микробного флора и сапропеля проводилась на основе анализа их химического состава и содержания элементов питания. Основное внимание уделялось следующим показателям: содержание органического вещества, концентрация макроэлементов (N, P, K, S), содержание микроэлементов, реакция среды (pH), соотношение C:N.

Сопоставление данных осуществлялось с использованием табличного метода, что позволило наглядно отразить различия в составе исследуемых объектов. Оценка агрономической ценности проводилась с учетом не только количественного содержания элементов питания, но и их потенциальной доступности для растений, а также способности исследуемых материалов влиять на свойства почвы. При этом учитывались современные

представления о роли органического вещества в формировании плодородия почв и функционировании агроэкосистем [8, 16].

Результаты исследования

Исходя из результатов исследований микробный флок (активный ил) (табл. 1) обладает высокой агрономической ценностью благодаря значительному содержанию органического вещества (78,1%), что подтверждает его способность улучшать плодородие почвы. Материал характеризуется нейтрально-слабощелочной реакцией среды ($\text{pH} \approx 7,9$), что позволяет применять его на различных типах почв без риска нарушения кислотно-щелочного баланса. Влажность флока достигает 94%, а соотношение углерода к азоту ($\text{C:N} \approx 4:1$) указывает на высокую биодоступность азота и быструю минерализацию органического вещества.

Таблица 1 – Результаты исследования микробного ила

Номер п/п	Определяемые показатели	Ед. изм.	Результаты испытаний
1	Кислотность (pH)	Ед.	7,90
2	Массовая доля влаги	%	94,0
	Массовая доля сухого вещества	%	6,0
3	Массовая доля золы	%	21,9
	Массовая доля органического вещества	%	78,1
4	Массовая доля органического вещества в пересчете на углерод	%	39,1
5	Соотношение C:N	%	4:1
Массовая доля макроэлементов на исходную влажность		%	
6	Массовая доля общего азота	%	0,55
	В том числе содержание аммонийного азота	%	0,03
7	Содержание общего фосфора	%	0,28
8	Содержание общего калия	%	0,08
9	Содержание серы	%	5,7
Массовая доля микроэлементов на исходную влажность			
10	Массовая концентрация цинка	мг/кг	24,4
11	Массовая концентрация меди	мг/кг	0,07
12	Массовая концентрация марганца	мг/кг	5,0
13	Массовая концентрация молибдена	мг/кг	0,04
14	Массовая концентрация бора		0,24
15	Массовая концентрация железа	мг/кг	30,5
Массовая доля макроэлементов на сухой продукт			
16	Массовая доля общего азота	% св	9,2
	В том числе содержание аммонийного азота	% св	0,5
17	Содержание общего фосфора	% св	4,6
18	Содержание общего калия	% св	1,3

В составе микробного флока на сухое вещество выявлены макроэлементы: общий азот (9,2%), фосфор (4,6%), калий (1,3%), а также значительное содержание серы (5,7%). Присутствуют микроэлементы (цинк, железо, марганец, медь, молибден, бор),

необходимые для метаболизма растений и функционирования ферментных систем. Высокая концентрация элементов питания обусловлена интенсивными микробиологическими процессами в биофлок-системах. Соотношение углерода и азота (C:N $\approx$ 4:1) указывает на высокую степень разложения органического вещества и быструю доступность азота для растений, что является важным фактором при использовании удобрения в период активной вегетации [16]. Кроме того, наличие гуминовых и фульвовых кислот повышает биодоступность элементов питания, стимулирует развитие корневой системы и активирует почвенную микробиоту, что в целом способствует повышению продуктивности агроценозов [9].

Содержание макроэлементов в микробном флоке существенно превышает показатели сапропеля. Так, массовая доля общего азота достигает 9,2% на сухое вещество, фосфора – 4,6%, калия – 1,3%. Дополнительно отмечается высокое содержание серы (около 5,7%), что является важным фактором для почв с дефицитом данного элемента. Высокая концентрация элементов питания обусловлена интенсивными микробиологическими процессами, происходящими в биофлок-системах, в результате которых происходит аккумуляция биогенных элементов в биомассе микроорганизмов [10].

Анализ состава сапропеля показал (таблица 2), что данный материал также обладает значительной агрохимической ценностью, однако его характеристики существенно отличаются от микробного флока. Массовая доля органического вещества составляет не менее 50%, что подтверждает его принадлежность к органоминеральным удобрениям. Согласно имеющимся данным, сапропель содержит не менее 50% органического вещества, а также макроэлементы (азот – около 1,5%, фосфор – 0,3%, калий – 0,1%), однако их концентрация значительно ниже по сравнению с микробным флором. При этом сапропель отличается высокой влагоудерживающей способностью и выраженными структурообразующими свойствами, что делает его эффективным средством улучшения агрофизических характеристик почвы.

Таблица 2 – Состав сапропеля и микробного флока

Массовая доля питательных веществ %	Сапропель	Микробный флок
Общий азот, не менее, %	1,5	9,2
Общий фосфор, не менее, %	0,3	4,6
Общий калий, не менее, %	0,1	1,3
Органическое вещество, не менее, %	50	78,1
pH	5,0	7,9

Содержание макроэлементов в сапропеле значительно ниже: азот – около 1,5%, фосфор – 0,3%, калий – 0,1%. Это указывает на его меньшую концентрацию питательных веществ и, соответственно, более слабый эффект как источника непосредственного минерального питания растений. Вместе с тем, сапропель отличается более стабильной формой органического вещества, что обеспечивает его пролонгированное действие [8].

Реакция среды сапропеля, как правило, слабокислая (около pH 5,0), что позволяет использовать его для нейтрализации щелочных почв и улучшения условий питания растений. Кроме того, сапропель обладает высокой влагоемкостью и низкой фильтрационной способностью, что способствует улучшению водного режима почвы и снижению потерь влаги [3].

Сопоставление химического состава микробного флока и сапропеля показало существенные различия в их агрохимических характеристиках. Наиболее выраженные различия наблюдаются по содержанию макроэлементов. Микробный ил значительно превосходит сапропель по концентрации азота, фосфора и калия, что делает его более эффективным источником быстродоступных элементов питания. Содержание

органического вещества также выше у микробного флора (78,1% против $\geq 50\%$), что обуславливает его высокую биологическую активность. Однако сапропель, несмотря на более низкую концентрацию органического вещества, характеризуется его большей стабильностью и способностью к длительному накоплению в почве [8].

Сравнение реакции среды показало, что микробный флок имеет нейтральную или слабощелочную реакцию, тогда как сапропель – слабокислую. Это позволяет рассматривать данные удобрения как взаимодополняющие средства, способные корректировать кислотно-щелочной баланс почв в зависимости от их исходных свойств. Особое значение имеет различие в механизме действия: активный ил обеспечивает быстрое поступление элементов питания благодаря высокой степени минерализации органического вещества, тогда как сапропель оказывает более длительное воздействие за счет постепенного высвобождения питательных веществ и улучшения структуры почвы [8, 16].

Анализ состава микробного флора показал наличие биологически активных веществ, включая гуминовые и фульвовые кислоты, которые играют важную роль в повышении эффективности питания растений. Фульвовые кислоты характеризуются высокой растворимостью и биодоступностью, что способствует транспортировке микроэлементов в растительные ткани и улучшению их усвоения. Гуминовые кислоты, в свою очередь, способствуют улучшению структуры почвы, увеличению ее влагоемкости и активизации полезной микрофлоры. Они также обладают способностью связывать микроэлементы и предотвращать их вымывание, обеспечивая более стабильное питание растений [15]. В сапропеле также присутствуют гуминовые вещества, однако их действие проявляется преимущественно в долгосрочной перспективе. Они способствуют формированию устойчивой почвенной структуры и накоплению органического углерода, что является важным фактором повышения плодородия почв [8].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что микробный флок и сапропель обладают различными, но взаимодополняющими агрохимическими свойствами. Микробный флок характеризуется высокой концентрацией доступных элементов питания и быстрым действием, тогда как сапропель обеспечивает пролонгированное улучшение почвенных свойств. Это создает предпосылки для их дифференцированного или комбинированного применения в сельском хозяйстве.

На основании проведенного сравнительного анализа агрохимических свойств микробного флора и сапропеля можно сформулировать ряд практических рекомендаций по их применению в сельском хозяйстве с учетом особенностей состава, механизма действия и агрономической эффективности. Активный ил из системы биофлок рекомендуется рассматривать как высокоэффективное органоминеральное удобрение быстрого действия. Благодаря высокому содержанию доступных форм азота, фосфора и калия, а также оптимальному соотношению C:N (~4:1), данный материал может использоваться для оперативной коррекции питания растений, особенно в периоды интенсивного роста и развития [16]. Высокая степень минерализации органического вещества обеспечивает быстрое высвобождение элементов питания и их доступность для корневой системы. С учетом высокой влажности (до 94%) микробный ил целесообразно применять в виде жидких подкормок (в том числе листовых); при внесении в почву в предпосевной период или в фазе активной вегетации; на почвах с низким содержанием органического вещества; при дефиците серы, учитывая ее значительное содержание в составе. Дополнительным преимуществом микробного флора является наличие микроэлементов (Zn, Fe, Mn и др.), способствующих активизации ферментативных процессов и повышению устойчивости растений к стрессовым факторам. Однако при его применении следует учитывать высокую биологическую активность, что может приводить к быстрому разложению и, как следствие, кратковременному эффекту. В связи с этим рекомендуется сочетать его использование с более стабильными органическими удобрениями.

Сапропель, в свою очередь, следует рассматривать преимущественно как почвоулучшитель пролонгированного действия. Его внесение способствует улучшению структуры почвы, повышению влагоудерживающей способности, а также увеличению содержания органического вещества и гумуса. Особенно эффективен сапропель на легких, песчаных и деградированных почвах, где требуется повышение влагоемкости и структурности [13]. Несмотря на более низкое содержание элементов питания по сравнению с микробным илом, сапропель обеспечивает их постепенное высвобождение, что способствует длительному поддержанию плодородия почвы и снижению потерь питательных веществ [8].

Комбинированное применение микробного флора и сапропеля представляется наиболее перспективным направлением. В этом случае достигается синергетический эффект: микробный флок обеспечивает быстрое питание растений, тогда как сапропель выполняет функцию стабилизации органического вещества и улучшения почвенной структуры. Такой подход соответствует современным принципам устойчивого земледелия и позволяет оптимизировать агрохимические свойства почвы [2].

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что микробный флок и сапропель представляют собой перспективные органоминеральные удобрения, обладающие различными агрохимическими свойствами и механизмами воздействия на почву и растения. Сравнительный анализ показал, что данные удобрения имеют взаимодополняющие свойства: микробный флок обеспечивает быстрый агрохимический эффект, тогда как сапропель оказывает длительное воздействие на почвенные характеристики. Это позволяет рекомендовать их дифференцированное или совместное применение в зависимости от агроэкологических условий.

Таким образом, использование микробного флора как вторичного ресурса аквакультуры и сапропеля как природного органоминерального сырья соответствует современным тенденциям развития устойчивого сельского хозяйства и циркулярной экономики. Полученные результаты подтверждают целесообразность дальнейших исследований, направленных на оптимизацию технологий их применения, а также оценку эффективности в различных почвенно-климатических условиях.

Список литературы

1. Лоскутов, С.И. Влияние различных фракций ультрадисперсной гумато-сапропелевой суспензии на рост, развитие и качество продукции базилика (*Ocimum basilicum* L.) в сравнении с химическими удобрениями / С.И. Лоскутов, Я.В. Пухальский, А.С. Митюков [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. — 2023. — № 5. — С. 43–48. — DOI 10.31857/S2500262723050083.
2. Abdulraheem, M.I. Advances in the Use of Organic and Organomineral Fertilizers in Sustainable Agricultural Production / M.I. Abdulraheem, J. Hu, S. Ahmed [et al.] // Organic Fertilizers — New Advances and Applications [Working Title]. — London: IntechOpen, 2023. — P. 1–25. — DOI 10.5772/intechopen.1001465.
3. Guo, L. Effects of Different Organic Amendments on Soil Improvement, Bacterial Composition, and Functional Diversity in Saline-Sodic Soil / L. Guo, Z. Nie, J. Zhou [et al.] // Agronomy. — 2022. — Vol. 12, № 10. — 2294. — DOI 10.3390/agronomy12102294.
4. Iber, B.T. Exploring carbon sources in biofloc technology for enhanced aquaculture and environmental sustainability / B.T. Iber, D. Torsabo, A.S. Kamaruzzan [et al.] // Discover Food. — 2025. — Vol. 5. — 207. — DOI 10.1007/s44187-025-00495-3.
5. Khanjani, M.H. Biofloc: A sustainable dietary supplement, nutritional value and functional properties / M.H. Khanjani, M.T. Mozanzadeh, M. Sharifinia [et al.] // Aquaculture. — 2023. — Vol. 562. — 738757. — DOI 10.1016/j.aquaculture.2022.738757.

6. *Kishokumar, S.* Review on Impact of C:N Ratio of Organic Manure on Soil Nutrients Availability. — Batticaloa: Eastern University of Sri Lanka, 2021. — 45 p. — URL: <http://www.digital.lib.esn.ac.lk//handle/1234/15545> (дата обращения: 11.04.2026).
7. *Lyu, X.* Evaluation of short-term anaerobic fermentation using bioflocs waste and performance assessment / X. Lyu, H. Kuang, W. Liu [et al.] // *Aquaculture*. — 2023. — Vol. 577. — 739929. — DOI 10.1016/j.aquaculture.2023.739929.
8. *Ma, M.* Year-to-year variation in organic fertilization effects on soil carbon stabilization and microbial networks / M. Ma, H. Yang, J. Yang [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. — 2025. — Vol. 16. — 1707995. — DOI 10.3389/fmicb.2025.1707995.
9. *Maffia, A.* Humic Substances: Bridging Ecology and Agriculture for a Greener Future / A. Maffia, M. Oliva, F. Marra [et al.] // *Agronomy*. — 2025. — Vol. 15. — 410. — DOI 10.3390/agronomy15020410.
10. *Rajeev, M.* Genome-centric metagenomics provides insights into the core microbial community and functional profiles of biofloc aquaculture / M. Rajeev, I. Jung, I. Kang [et al.] // *mSystems*. — 2024. — Vol. 9, № 10. — e00782-24. — DOI 10.1128/msystems.00782-24.
11. *Rawat, H.* Emerging techniques for the trace elemental analysis of plants and food-based extracts: A comprehensive review / H. Rawat, S.A. Bhat, D.S. Dhanjal [et al.] // *Talanta Open*. — 2024. — Vol. 10. — 100341. — DOI 10.1016/j.talo.2024.100341.
12. *Raza, B.* A Review on Biofloc System Technology, History, Types, and Future Economical Perceptions in Aquaculture / B. Raza, Z. Zheng, W. Yang // *Animals*. — 2024. — Vol. 14, № 10. — 1489. — DOI 10.3390/ani14101489.
13. *Shu, X.* Organic amendments enhance soil microbial diversity, microbial functionality and crop yields: A meta-analysis / X. Shu, J. He, Z. Zhou [et al.] // *Science of The Total Environment*. — 2022. — Vol. 829. — 154627. — DOI 10.1016/j.scitotenv.2022.154627.
14. *Su, J.Y.* Organic Amendment Types Influence Soil Properties, the Soil Bacterial Microbiome, and Tomato Growth / J.Y. Su, C.H. Liu, K. Tampus [et al.] // *Agronomy*. — 2022. — Vol. 12, № 5. — 1236. — DOI 10.3390/agronomy12051236.
15. *Vikram, N.* Properties of Humic Acid Substances and Their Effect in Soil Quality and Plant Health / N. Vikram, A. Sagar, C. Gangwar [et al.] // *Humus and Humic Substances — Recent Advances* / ed. by A.B. Matichenkov. — London: IntechOpen, 2022. — P. 1–20. — DOI 10.5772/intechopen.105803.
16. *Xu, W.* Impact of Biochar Addition on Biofloc Nitrifying Bacteria and Inorganic Nitrogen Dynamics in an Intensive Aquaculture System of Shrimp / W. Xu, D. Zhang, H. Su [et al.] // *Microorganisms*. — 2024. — Vol. 12, № 12. — 2581. — DOI 10.3390/microorganisms12122581.
17. *Zhang, N.* Effects of organic material addition on carbon cycling and soil fertility in paddy soil / N. Zhang, L. Bai, X. Wei [et al.] // *Journal of Environmental Management*. — 2025. — Vol. 379. — 124898. — DOI 10.1016/j.jenvman.2025.124898.

УДК 598.2:591.5

АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ СИЗОГО ГОЛУБЯ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

А.А. Полякова

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.
Новосибирск, Россия, nastya100707@gmail.com*

Аннотация. В работе представлены результаты изучения пищевых предпочтений сизого голубя (*Columba livia*) в условиях парка Березовая роща в весенний период 2026 г.. Методом временных проб оценена частота выбора пяти типов кормов (гречка, перловка, пшено, семена подсолнечника, хлеб). Установлено, что голуби практически полностью

игнорируют твердые крупы, а основными конкурирующими кормами выступают хлеб и семена подсолнечника. Выявлена зависимость выбора от территориального фактора: в зонах с высокой антропогенной нагрузкой доминирует хлеб, в удаленных участках – семена подсолнечника. Полученные данные согласуются с концепцией пищевой пластичности и формирования искусственных пищевых стереотипов у сизого голубя в городе.

Ключевые слова: сизый голубь (*Columba livia*); пищевые предпочтения; урбанизированная среда; парковая зона; корм.

ANALYSIS OF THE BLUE PIGEON'S FOOD PREFERENCES IN AN URBAN ENVIRONMENT

A.A. Polyakova

Siberian State Institute of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The paper presents the results of studying the food preferences of the blue pigeon (*Columba livia*) in the Berezovaya Roshcha park during the spring season. The frequency of choosing five types of feed (buckwheat, pearl barley, millet, sunflower seeds, and bread) was estimated using the method of temporary samples. It was found that pigeons almost completely ignore hard cereals, and bread and sunflower seeds are the main competing feed options. The dependence of the choice on the territorial factor was revealed: bread dominates in areas with a high anthropogenic load, while sunflower seeds dominate in remote areas. The obtained data are consistent with the concept of food plasticity and the formation of artificial food stereotypes in the city.

Keywords: blue pigeon; *Columba livia*; food preferences; urban environment; park area; feed.

Введение

Адаптация животных к жизни в современном городе вызывает интерес у многих ученых, занимающихся изучением птиц. Сизый голубь (*Columba livia*) – яркий пример синантропного вида, который изменил свое поведение и экологию в городских условиях. Вопрос о том, какие пищевые ресурсы являются наиболее привлекательными для голубей в условиях постоянного воздействия человека и обилия легкодоступной пищи, остается открытым.

Анализ литературных данных показывает, что пищевые предпочтения сизого голубя в урбанизированной среде характеризуются высокой пластичностью и ориентацией на легкодоступные антропогенные корма. В зимний период основу рациона составляют корма с прикормочных площадок [4], при этом голуби формируют устойчивые стереотипы, отдавая предпочтение крупным кускам хлеба [8]. При недостатке прикорма птицы осваивают альтернативные источники – плоды деревьев и семена сорняков [4]. В летне-осенний период они переключаются на семена спорыш [4]. На кормушках голуби демонстрируют конкурентное доминирование [9].

В ряде работ отмечается, что в городе голуби нередко переходят к всеядному образу жизни. В Великом Новгороде, как показали исследования [5], голуби питаются на помойках и тем, что дают люди, охотно поедая колбасу и сухой кошачий корм. Одновременно голуби осваивают новые растительные корма: в Алматы – семена амброзии [7] и ягоды девичьего винограда [2], в городе Алтай – плоды черёмухи [3]. Таким образом, в городской среде сизый голубь предпочитает высококалорийный, легко заглатываемый корм, но при необходимости способен переключаться между разными типами ресурсов.

Характер питания существенно различается в зависимости от местообитания. В Абакане городские голуби питаются у мусорных контейнеров и в местах подкормки, тогда как пригородные кормятся зерном, что отражается на их физиологических показателях [6]. В парке «Победы» в Уфе голуби приспособились к пищевым отходам и бросовому зерну;

зимой конкуренция обостряется, при этом голуби доминируют над воробьями, но избегают столкновений с воронами [10].

В общем контексте изучения синантропизации важны и исследования в г. Казани [1], которые подчеркивают, что кормовая база сизого голубя полностью производна от хозяйственной деятельности человека, а успех вида в урбанизированной среде обеспечивается высокой экологической пластичностью и способностью переключаться между естественными и антропогенными кормами.

Несмотря на обширную базу знаний о питании голубей, остаются открытыми вопросы о том, как птицы распределяют предпочтения внутри предлагаемого ассортимента в парковых зонах, где прикорм носит нерегулярный, но разнообразный характер. Целью данной работы является определение наиболее предпочтительного типа корма для сизого голубя в условиях городского парка.

Задачи исследования:

1. Провести количественную оценку выбора кормов (гречка, перловка, пшено, семечки, хлеб) методом временных срезов.
2. Выявить зависимость предпочтений от территориального фактора.
3. Сравнить полученные результаты с данными других авторов по пищевой специализации сизого голубя.

Материалы и методы исследования

Объект исследования: сизый голубь (*Columba livia*) в условиях парковой зоны.

Исследование проводили в период с 26 марта по 28 марта в парке Березовая роща, г. Новосибирск. Для эксперимента использовалась стандартизированная кормовая смесь, включающая пять компонентов: гречневая крупа, перловая крупа, пшено, семена подсолнечника и мелкие кусочки пшеничного хлеба. В каждой из десяти выбранных точек парка, удалённых друг от друга на расстояние не менее 50 м для обеспечения независимости выборок, высыпали равное количество смеси (приблизительно 100 г). Начиная с момента первой фиксации корма птицей, каждые 30 сек регистрировался компонент, который склёвывался наибольшим количеством особей в данный момент. Время наблюдения в каждой точке составляло 5 минут.

Результаты исследования

В ходе обработки полевых данных была составлена таблица, отражающая частоту выбора того или иного корма в разных точках парка.

Полученные в ходе полевого наблюдения данные демонстрируют выраженную избирательность сизых голубей в отношении предлагаемых кормов.

Ни в одной из точек наблюдения голуби не проявили интереса к гречневой и перловой крупе. Этот результат на первый взгляд противоречит литературным данным о том, что голуби способны употреблять зерновые корма. Однако городские голуби в условиях обилия антропогенного корма проходят жесткий отбор в сторону предпочтения крупных, легко заглатываемых кусков [8]. Перловка и гречка требуют значительных физических затрат на склёвывание и уступают по скорости потребления хлебу и семечкам, что делает их неконкурентоспособными.

Средний показатель по выборке разделился практически поровну, однако наблюдалось четкое географическое и поведенческое различие. В точках с высокой проходимостью людей (центральная аллея, у скамейки, детская площадка) голуби отдавали предпочтение хлебу. В удаленных точках (вход, тропинка, роща), где влияние человека минимально или люди реже предлагают именно хлеб, склёвывали семена подсолнечника. Семечки обладают наибольшей энергетической ценностью. Пшено появлялось в рационе только на начальных этапах кормления, когда птицы активно пробовали смесь.

Таблица 1 – Распределение пищевых предпочтений голубей по точкам наблюдения

Показатель	Кусочки хлеба, %	Семена подсолнечника, %	Пшено, %	Перловка, %	Гречка, %
Центральная аллея	70	20	10	0	0
Скамейка	80	15	5	0	0
Фонтан	40	55	5	0	0
Детская площадка	90	5	5	0	0
Вход	20	75	5	0	0
Клумба	30	65	5	0	0
Тропинка	10	85	5	0	0
Памятник	60	35	5	0	0
Сцена	50	45	5	0	0
Роща	15	85	0	0	0
М	46,5	48,5	5	0	0
±m	±7,51	±7,82	±0,63	±0,00	±0,00
σ	28,09	29,25	2,36	0	0

Выводы

1. Вопреки распространенному мнению о всеядности голубей, на урбанизированной территории парка Березовая роща г. Новосибирск при наличии выбора они практически полностью исключают твердые крупы, концентрируясь на семенах подсолнечника и хлебе.

2. В зонах активного отдыха граждан доминирует выбор хлеба, что подтверждает теорию о формировании искусственных пищевых стереотипов. В зонах, удаленных от постоянного прикорма, голуби демонстрируют физиологически обоснованный выбор в пользу высокоэнергетических семян подсолнечника, что сходится с данными о гибкости пищевого поведения.

Список литературы

1. Басыров, А.М. К изучению синантропизации сизого голубя в г. Казани / А.М. Басыров, И.И. Рахимов // В мире научных открытий. — 2010. — № 2-4 (8). — С. 121–123.
2. Березовиков, Н.Н. Городские сизые голуби *Columba livia* – новые потребители ягод девичьего винограда *Parthenocissus quinquefolia* в городе Алматы / Н.Н. Березовиков // Русский орнитологический журнал. — 2014. — Т. 23, № 1072. — С. 3677–3678.
3. Березовиков, Н.Н. Городские сизые голуби *Columba livia* продолжают использовать в пищу плоды черёмухи *Padus avium* / Н.Н. Березовиков, Г.В. Розенберг // Русский орнитологический журнал. — 2020. — Т. 29, № 1970. — С. 4096–4098.
4. Гармс, О.Я. О городском сизом голубе *Columba domestica livia* J.F. Gmelin, 1789 в Барнауле // Русский орнитологический журнал. — 2018. — Т. 27, № 1642. — С. 3445–3462.
5. Ефимов, Д.В. Экологические проблемы, связанные с ростом численности городской популяции голубя *Columba livia* / Д.В. Ефимов, А.С. Сотникова // Молодежная наука: инновации и технологии: сборник материалов региональной научно-практической конференции. — Великий Новгород: Новгородский государственный университет, 2022. — С. 127–131.
6. Злотникова, Т.В. Некоторые физиологические показатели городской формы сизого голубя *Columba livia* в условиях города Абакана и его окрестностей / Т.В. Злотникова, М.В. Букванова // Русский орнитологический журнал. — 2019. — Т. 28, № 1812. — С. 3919–3923.
7. Казенас, В.Л. Городские сизые голуби *Columba livia* и седоголовые щеглы *Carduelis caniceps* – новые потребители семян амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* в

Алматы / В.Л. Казенас, Н.Н. Березовиков // Русский орнитологический журнал. — 2021. — Т. 30, № 2138. — С. 5407–5410.

8. Скрынникова, Е.Б. Особенности городских и сельских популяций сизых голубей // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. — 2008. — № 2. — С. 56.

9. Терёхина, М.Д. Особенности распределения птиц на кормушках в Лефортовском парке и парке 1 Мая г. Москвы // Шаг в науку. — 2026. — С. 273-276.

10. Узорова, Б.А. Сизый голубь (*Columba livia*) как синантропный вид в городе Уфа на примере парка «Победы» (Республика Башкортостан) / Б.А. Узорова, А.А. Кулагин // Актуальные проблемы науки и техники: сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции. — Уфа: Научно-издательский центр «Вестник науки», 2022. — С. 18–20.

УДК 712.4

ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ СОСТАВА РАСТЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА БИОТЕХНОЛОГИЙ

Ю.С. Петрова, В.В. Преснецов

Научный руководитель - Моружи И. В.

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.

Новосибирск, Россия, vladimirpresnetsovv@gmail.com

Аннотация: в условиях нарастающей урбанизации и увеличения антропогенной нагрузки кампусы высших учебных заведений выступают не только образовательными центрами, но и значимыми элементами экологической части города. Озеленение помещений общего пользования ВУЗов выполняет полифункциональную роль: от создания комфортной и здоровой среды для интеллектуальной деятельности ов и сотрудников до поддержания устойчивости биоразнообразия комнатных растений. Однако на практике озеленение часто сводится к упрощенным решениям, игнорирующим необходимость поддержания высокого уровня биоразнообразия, что снижает рекреационный потенциал помещений.

Ключевые слова: индекс Шеннона; биоразнообразие; озеленение ВУЗов; урбоэкология; растения; озеленение интерьеров.

ASSESSMENT OF THE BIODIVERSITY OF PLANT COMPOSITION IN COMMON AREAS OF THE UNIVERSITY OF BIOTECHNOLOGY

Yu.S. Petrova, V.V. Presnetsov. Scientific supervisor - Moruzi I. V.

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
vladimirpresnetsovv@gmail.com

Abstract. in conditions of increasing urbanization and increasing anthropogenic load, campuses of higher educational institutions act not only as educational centers, but also as significant elements of the ecological part of the city. Landscaping of common areas of universities performs a multifunctional role: from creating a comfortable and healthy environment for the intellectual activity of students and staff to maintaining the sustainability of indoor plant biodiversity. However, in practice, landscaping is often reduced to simplified solutions that ignore the need to maintain a high level of biodiversity, which reduces the recreational potential of the premises.

Keywords: Shannon index; biodiversity; university landscaping; urban ecology; plants; interior landscaping.

Комнатные растения составляют неотъемлемую часть нашей повседневной жизни. Люди настолько привыкли к растениям в интерьерах, что зачастую перестают их замечать, что в корне неправильно, ведь они выполняют разнообразные функции, такие как: эстетическая – внешний вид растений и красота создаваемых с их участием композиций оказывает сильное эмоциональное воздействие на человека, поднимая его жизненный тонус; санитарно-гигиеническая – и выработка кислорода [1], поглощение пыли, увлажнение и охлаждение воздуха [2]. В условиях глобальной урбанизации и нарастания экологических рисков университетские помещения общего пользования перестают быть лишь образовательными площадками и становятся важнейшими элементами городской «зеленой» инфраструктуры [1]. В среднем мы проводим около 5 часов в сутки по будням в стенах университета [4], что является значительной частью дня, исключая время на сон. Именно поэтому важно повысить рекреационный потенциал университетов. В российском контексте эта задача приобретает особую актуальность, поскольку зачастую экологический и рекреационный потенциалы отечественных вузов реализованы недостаточно [5].

Ключевым активом любых помещений общего пользования являются его зеленые насаждения. Комнатные растения играют решающую роль в формировании благоприятного микроклимата и очищении воздуха внутреннего пространства кампуса университета [2].

Однако не менее важным является качество озеленения. Биоразнообразие выступает здесь в качестве критического показателя устойчивости создаваемой экосистемы. Для количественной оценки этого параметра широко используется индекс видового разнообразия Шеннона (H'), который позволяет объективно сравнить состояние различных участков и выявить зоны с обедненным видовым составом [6].

Целью данной работы является попытка оценки текущего уровня биоразнообразия растительности на примере кампуса Университета Биотехнологий для обоснования рекомендаций по оптимизации системы озеленения с акцентом на повышение рекреационного потенциала территорий.

В связи с поставленной целью выполняли следующие задачи:

- проведение инвентаризации видового состава зеленых насаждений в помещениях общего пользования на территории университетского кампуса,
- расчет индекса видового разнообразия Шеннона для различных
- выявление доминирующих видов, определение ключевых экосистемных услуг, предоставляемых существующим озеленением, разработка рекомендаций по увеличению биоразнообразия с целью повышения рекреационной способности.

Материалы и методы исследования

Учет растений производился в помещениях общего пользования Сибирского государственного университета инженерии и биотехнологий. Для точной записи вида был использован «Определитель комнатных растений» К. Д. Титовой [8].

Для оценки биоразнообразия был выбран индекс Шеннона из-за своей универсальности, точности отображения биоразнообразия и хорошей интерпретации.

Индекс Шеннона: $H = - \sum p_i \ln p_i$ где, p_i - доля особей i -го вида
 $\ln$ - натуральный логарифм.

Результаты исследования и их обсуждения

Нами были осмотрены все учебные помещения вуза, при этом выявлено, что для озеленения используются растения принадлежащие к 27 родам. Чаще всего это растения семейства Asphodelaceae -18,24%, Asparagaceae – 10,81, Moraceae -14,18 % (таблица1). Роль растений других родов лежит в пределах от 0,67 до 8,78%. Наибольшее количество цветов содержится в корпусах: физкультурном – 39 экз., главном – 38, зооинженерном – 32 экз.

Таблица – Семейства растений встречаемые в университете

	Семейства	Корпус							Все го
		Зооинженерный	Аудиторный	Главный	Переход из главного в зооинженерный	Новый	Инженерный	Физкультурный	
1	Malpighiaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
2	Begoniaceae	1	0	0	1	0	0	2	4
3	Phyllanthaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
4	Malvaceae	4	1	1	0	1	2	1	10
5	Amaryllidaceae	2	0	0	2	1	0	1	6
6	Arecaceae	1	1	5	0	1	0	0	8
7	Asparagaceae	5	1	4	2	0	2	2	16
8	Verbenaceae	0	0	1	0	0	0	1	2
9	Araliaceae	1	1	3	3	0	0	3	11
10	Primulaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
11	Anacardiaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
12	Euphorbiaceae	2	0	0	1	1	1	8	13
13	Oxalidaceae	0	0	0	0	1	0	0	1
14	Corynocarpaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
15	Pandanaceae	0	0	0	1	1	1	0	3
16	Piperaceae	0	0	3	0	0	0	0	3
17	Nephrolepidaceae	0	0	1	1	0	0	0	2
18	Crassulaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
19	Bignoniaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
20	Orchidaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
21	Moraceae	2	1	4	0	5	0	9	21
22	Vitaceae	0	0	1	0	0	0	0	1
23	Asphodelaceae	10	0	15	2	0	0	0	27
24	Apocynaceae	1	0	0	0	0	0	2	3
25	Solanaceae	0	0	0	0	3	0	1	4
26	Acanthaceae	0	0	0	0	0	0	1	1
27	Cactaceae	3	0	0	1	0	0	0	4
	Итого	32	5	38	14	14	6	39	148

Кроме того, в помещения детских учреждений запрещены в озеленении: фикус, диффенбахия, молочай, агавы — в их соке содержится яд, прикасаться к ним запрещено. Все виды кактусов — имеют шипы и колючки, которые могут поранить детей. Олеандр, лилии — их запах может вызвать сильную головную боль. Аглаонема — опасна ядовитым клеточным соком и ягодами; сок может вызывать отёк и болезненность слизистой рта и горла, а при контакте с глазами — конъюнктивит и изменения роговицы. Азалия — листья и стебли содержат алкалоиды; при разжевывании возможны симптомы интоксикации: слюнотечение, выделения из носа, слезотечение, тошнота, рвота, угнетение центральной нервной системы, спутанное сознание, кома и судороги. Алоэ (некоторые виды — полосатое и устрашающее) — могут вызывать кишечное и маточное кровотечения, выкидыш. Алоказия — опасны все части растения, вызывают раздражение слизистых оболочек. Антуриум — сок содержит кристаллы оксалата кальция, которые при контакте с кожей вызывают раздражение, а также сильный яд, вызывающий воспаление слизистых оболочек с разрушением тканей; приём внутрь может спровоцировать аритмию, а попадание в глаза — конъюнктивит.

Амариллис — луковицы богаты алкалоидом ликорином, который стимулирует рвотный центр; симптомы отравления: рвота, депрессия, диарея, боли в животе, судороги, слюноотделение, потеря аппетита, тремор конечностей, явления паралича, воспаление желудка и кишечника. Аспарагус — опасны ягоды, вызывают раздражение слизистых оболочек. Бересклет японский — опасны все части растения: тошнота, кровавый понос, судороги, паралич. Филодендрон — опасны все части растения; сок является сильным ядом, вызывающим воспаление всех слизистых оболочек с разрушением ткани, образованием кровавистых выделений, приводит к сильному расстройству желудка. Цикламен (альпийская фиалка) — содержащиеся в листьях и цветках токсичные вещества могут вызывать тошноту, головную боль и диарею.

Однако, некоторые из этих растений используются в озеленении нашего вуза. Например, растения семейства *Asparagaceae* занимают 10,8% , Амариллис (*Amaryllis belladonna*) 4,06% в видовом составе.

Зафиксированы:

- Ядовитые растения с едким соком: представители семейства *Araceae* — *Dieffenbachia seguine* (1 экз.), *Monstera deliciosa* (4 экз.), *Syngonium podophyllum* (2 экз.), *Philodendron hederaceum* (1 экз.), *Zamioculcas zamiifolia* (2 экз.); семейство *Euphorbiaceae* — *Euphorbia milii* (6 экз.), *E. lactea* (5 экз.).

- Колючие растения: семейство *Cactaceae* — *Opuntia monacantha* (1 экз.), *Schlumbergera sp.* (3 экз.).

Обнаруженные растения, представляют потенциальную опасность для участников образовательного процесса, что противоречит санитарно-гигиеническим рекомендациям для учебных заведений. Наличие данных видов требует пересмотра их дислокации с целью исключения свободного доступа ов и сотрудников к токсичным или травмоопасным экземплярам.

В прочем, во внутреннем озеленении преобладают декоративно-лиственные теневыносливые растения. Высокая доля *Chlorophytum comosum* (27 экз.) оправдана с точки зрения его фитонцидной активности и способности к очистке воздуха от формальдегидов [7]. В то же время выявлен недостаток красивоцветущих видов (единичные экземпляры *Phalaenopsis*, *Hibiscus*, *Begonia*), что снижает эстетическую и рекреационную привлекательность зеленых зон.

Для повышения устойчивости и безопасности экосистемы кампуса рекомендуется некоторые изменения в стратегии озеленения вуза. Провести ротацию растений: переместить ядовитые и колючие виды в закрытые от общего доступа помещения. Увеличить видовое разнообразие за счет введения безопасных декоративно-цветущих

растений (сенполии, бегонии, спатифиллумы) с целью выравнивания индекса Шеннона и повышения устойчивости сообщества к болезням и вредителям.

Таблица 2 - Значение Индекса Шеннона

Корпус	n	Индекс Шеннона (H)
Зооинженерный	32	2,32
Аудиторный	5	1,61
Главный	38	2,36
Переход	14	2,23
Новый	14	2,05
Инженерный	6	1,56
Физкультурный	39	2,48

Изучение биоразнообразия растений с использованием Индекса Шеннона, применяемых озеленения интерьеров вуза показало, что наименьшие его показатели видны в аудиторном (1,61) и инженерном корпусах (1,56), что напрямую связано с низким количеством растений, соответственно и их видов. Обратная ситуация в физкультурном (2,48), главном (2,36) и зооинженерном (2,32) корпусах.

Выводы

1. В обследованных учебных аудиториях зафиксировано 148 экземпляров комнатных растений, относящихся к 27 ботаническим семействам.

2. В вузе отсутствует единая политика фитодизайна. Озеленение ведется сотрудниками стихийно. Распределение растений по корпусам крайне неравномерно: наибольшее количество сосредоточено в Физкультурном корпусе (39 экз.) и Главном корпусе (34 экз.), в то время как Инженерный (6 экз.) и Аудиторный (5 экз.) корпуса демонстрируют минимальные показатели озеленения. Наибольшее биоразнообразие продемонстрировали физкультурный (2,48), главный (2,36) и зооинженерный (2,32) корпуса. Худший индекс оказался в аудиторном (1,61) и инженерном корпусах (1,56).

3. Обнаружены растения, представляющие потенциальную опасность для участников образовательного процесса, что противоречит санитарно-гигиеническим рекомендациям для учебных заведений. Наличие данных видов требует пересмотра их дислокации с целью исключения свободного доступа студентов и сотрудников к токсичным или травмоопасным экземплярам.

4. В озеленении внутренних помещений вуза преобладают декоративно-лиственные теневыносливые растения. Высокая доля *Chlorophytum comosum* (27 экз.) оправдана с точки зрения его фитонцидной активности и способности к очистке воздуха от формальдегидов [7]. В то же время выявлен недостаток красивоцветущих видов (единичные экземпляры *Phalaenopsis*, *Hibiscus*, *Begonia*), что снижает эстетическую и рекреационную привлекательность зеленых зон.

Список литературы

1. Косуха, С.Б. Функциональное назначение, особенности восприятия и размещения элементов озеленения в интерьерах школьных учреждений образования / С.Б. Косуха, Т.М. Бурганская // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2015. — № 41. — С. 67-71.
2. Хитрова, Е.А. Экологические аспекты современного озеленения интерьера (обзор) / Е.А. Хитрова, К.В. Фролов // Вестник ОмГАУ. — 2011. — № 3 (3).
3. Ламехова, Н.В. Роль эколого-средового подхода в процессе учебного проектирования // Архитектура и современные информационные технологии. — 2024. — № 2 (67). — С. 272-282.
4. Рогачева, О.А. Бюджет времени ов университета // Известия Байкальского государственного университета. — 2025. — Т. 35, № 4. — С. 569–575.
5. Попов, А.В. Проектирование кампусов вузов в аспекте устойчивого развития / А.В. Попов, П.А. Потапова // Экология урбанизированных территорий. — 2020. — № 4.
6. Худайназаров, С.А. Методы оценки биоразнообразия / С.А. Худайназаров, А.А. Шамурадов // Молодой ученый. — 2023. — № 17 (464). — С. 163-166.
7. Чуенко, Н.Ф. Влияние хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum*) на качество воздуха в закрытых помещениях / Н.Ф. Чуенко, И.И. Новикова, Г.Г. Дульцева [и др.] // Самарский научный вестник. — 2023. — № 2. — С. 102-105.
8. Титова, К.Д. Комнатные растения. Определитель / К.Д. Титова. — М.: Эксмо, 2023. — 256 с.

БИОТЕХНОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ИННОВАЦИИ

УДК 636.2.082.4

ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ЭМБРИОНОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УСКОРЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

А.А. Бреев

Научный руководитель: О.И. Себезжко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, breev.03@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается роль трансплантации эмбрионов (ТЭ) в мясном скотоводстве как метода интенсификации селекционного процесса. Проведён анализ ключевых этапов технологии — отбора доноров и реципиентов, гормональной стимуляции, извлечения и оценки эмбрионов, криоконсервации и пересадки, — а также её эффективности в сравнении с искусственным осеменением. Выявлены основные ограничивающие факторы: высокая стоимость процедур, зависимость результата от квалификации специалистов и вариабельность приживляемости эмбрионов. На основе анализа литературных данных обоснованы перспективы ТЭ для ускоренного тиражирования импортного генофонда и импортозамещения в отечественном мясном скотоводстве.

Ключевые слова: трансплантация эмбрионов; мясное скотоводство; генетический прогресс; криоконсервация; доноры; реципиенты; импортозамещение.

EMBRYO TRANSFER AS A TOOL FOR ACCELERATING GENETIC PROGRESS IN BEEF CATTLE BREEDING

A.A. Breev

Scientific supervisor: O.I. Sebezsko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article examines the role of embryo transfer (ET) in beef cattle production as a method of intensifying the selection process. The key technological stages are analysed — donor and recipient selection, hormonal stimulation, embryo collection and evaluation, cryopreservation and transfer — as well as the technology's effectiveness compared with artificial insemination. The main limiting factors are identified: high procedural costs, dependence of outcomes on specialist qualifications, and variability in embryo survival rates. Based on an analysis of published data, the prospects of ET for the rapid multiplication of imported genetic material and import substitution in domestic beef cattle production are substantiated.

Keywords: embryo transfer; beef cattle; genetic progress; cryopreservation; donors; recipients; import substitution.

Актуальность проблемы. В современном мясном скотоводстве одним из ключевых вызовов является низкая скорость генетического прогресса при использовании традиционных методов воспроизводства. Естественная биология крупного рогатого скота ограничивает количество потомства от одной коровы в течение её жизни, что замедляет тиражирование ценных генотипов. Искусственное осеменение (ИО) позволяет использовать генетику выдающихся быков-производителей, однако не решает проблему эффективного воспроизводства от выдающихся коров [4; 8]. Оценка быков по качеству потомства и воспроизводительной способности остаётся базой селекции, но для ускорения прогресса необходимо задействовать маточный потенциал [4].

Цель обзора: проанализировать роль трансплантации эмбрионов в ускорении генетического прогресса в мясном скотоводстве, выявить технологические и экономические барьеры и определить перспективы метода для распространения высокопродуктивной генетики, включая адаптацию импортного генофонда.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2010–2025 гг.

Результаты

Искусственное осеменение эффективно раскрывает отцовскую составляющую генетического прогресса, обеспечивая широкое использование лучших быков-производителей, однако маточная половина селекционного уравнивания остаётся практически незадействованной из-за биологических ограничений воспроизводства коров [2, 7]. Как отмечают А.И. Желтиков с соавторами, оценка быков по качеству потомства и их воспроизводительной способности остается базой селекции, но для ускорения прогресса необходимо задействовать маточный потенциал [2].

Технология трансплантации эмбрионов (ТЭ) позволяет многократно увеличить количество потомков от высокоценной коровы-донора за счет индукции множественной овуляции и последующего переноса эмбрионов в менее ценных реципиентов. Цель данного обзора – проанализировать роль ТЭ в ускорении генетического прогресса в мясном скотоводстве, выявить технологические и экономические барьеры и определить перспективы метода для распространения высокопродуктивной генетики, включая адаптацию импортного генофонда.

Процесс ТЭ представляет собой сложный комплекс биотехнических мероприятий, требующий высокой квалификации персонала и четкого соблюдения временных регламентов. Ключевые этапы включают:

1. Отбор и подготовка доноров и реципиентов. В качестве доноров отбирают коров с исключительными племенными качествами, подтвержденной продуктивностью и крепкой конституцией. Важным аспектом является оценка их гормонального и метаболического статуса. Исследования гормонального фона коров сибирских популяций показывают, что уровень кортизола и половых стероидов напрямую коррелирует с успешностью оплодотворения и последующей стельностью, что критично как для доноров после осеменения, так и для реципиентов [6, 10]. Подготовка реципиентов заключается в синхронизации полового цикла с циклом донора, что достигается применением гормональных препаратов.

2. Гормональная стимуляция и осеменение. Донору вводят гонадотропные препараты для суперовуляции, вызывая рост и созревание множества фолликулов. Хотя представленные источники [1] описывают способ стимуляции репродуктивных качеств у свиноматок, физиологический принцип гормонального воздействия на множественную овуляцию един для всех видов сельскохозяйственных животных. Осеменение донора проводят несколько раз высококачественной спермой. Качество спермопродукции быков, оцененное в работах сибирских ученых, является фундаментальным фактором успеха, причем выявлены межпородные различия в устойчивости гамет к криоконсервации [3, 8].

3. Извлечение и оценка эмбрионов. На 6–8 день после осеменения эмбрионы нехирургическим способом вымывают из матки донора. Проводится их микроскопическая оценка по стадии развития и качеству. Только эмбрионы, соответствующие стандартам (отличного и хорошего качества), пригодны для криоконсервации или пересадки.

4. Криоконсервация и пересадка. Эмбрионы подвергают замораживанию (медленным или витрификация) для создания долгосрочного генетического резерва. Этот этап сопряжен

с рисками, аналогичными криоконсервации спермы, где, как показано в исследованиях, генотип производителя влияет на сохранность биоматериала [8]. Размороженные или свежие эмбрионы пересаживают реципиентам, у которых наступление охоты синхронизировано с моментом вымывания.

Сравнение технологий трансплантации эмбрионов (ТЭ) и искусственного осеменения (ИО) демонстрирует различия в их применении и эффективности. ИО представляет собой основной метод массового улучшения поголовья скота, обеспечивая коэффициент размножения одной коровы примерно в 1 теленка в год. Использование генофонда ограничивается собственным потомством животных, при этом генетический вклад каждой самки составляет 50%. Однако при межгосударственном обмене спермой существует риск передачи инфекционных заболеваний. Напротив, ТЭ позволяет значительно повысить эффективность воспроизводства, увеличивая ежегодный выход телят от одной самки до 5–20 голов благодаря тиражированию генетического материала лучших особей. Генетическое влияние самок остается неизменным (50%), однако распространение стерильных эмбрионов обеспечивает безопасный трансграничный обмен генетическими ресурсами.

Экономическая эффективность ТЭ оценивается не немедленной прибылью, а долгосрочным генетическим выигрышем. Стоимость получения одного теленка методом ТЭ значительно выше, чем при ИО. Однако если рассматривать стоимость создания нового генотипа или ускоренной замены малоценного поголовья, ТЭ может быть оправдана. Особенно это актуально при импорте генетики, когда стоимость транспортировки и карантина живого скота многократно превышает затраты на импорт замороженных эмбрионов. Это напрямую способствует импортозамещению: вместо завоза животных с неизвестной адаптационной способностью, завозятся эмбрионы от проверенных родителей, а полученное потомство уже рождается и адаптируется в местных эколого-климатических условиях [5, 9].

Несмотря на высокий потенциал, широкое применение ТЭ в мясном скотоводстве России сдерживается рядом факторов. Высокая цена процедур, включая гормоны, работу специалистов и оборудование, ограничивает использование технологии крупными заводами и центрами. Эффективность трансплантации эмбрионов сильно зависит от опыта ветеринара и эмбриолога, что требует долгого обучения. Низкая приживаемость эмбрионов обусловлена качеством биологического материала и состоянием реципиента, что подчеркивает важность строгого отбора животных по гормональному статусу.

Пути преодоления ограничений лежат в плоскости научных исследований и технологической модернизации. Перспективным направлением является внедрение систем точного животноводства для мониторинга физиологического состояния реципиентов и доноров в реальном времени, что позволяет оптимизировать момент гормональных обработок и пересадок [4]. Также необходимы дальнейшие исследования по улучшению составов сред для криоконсервации с учетом межпородных и индивидуальных особенностей, аналогично тому, как это делается для спермы быков [3, 8]. Использование данных геномной оценки на ранних этапах, например, биопсия эмбриона позволит отбирать для пересадки только носителей желательных аллелей, повышая рентабельность технологии.

Заключение

Трансплантация эмбрионов является высокотехнологичным инструментом, способным многократно ускорить генетический прогресс в мясном скотоводстве, раскрывая генетический потенциал маточного поголовья. Основным барьером для массового внедрения остаётся экономический фактор и нестабильность результатов, связанная с биологией реципиентов и качеством криоконсервации. Для устойчивого развития отрасли необходима государственная поддержка программ внедрения трансплантацию эмбрионов в племенных хозяйствах и развитие научных школ в области

репродуктивной физиологии и криобиологии. Использование импортных эмбрионов в сочетании с адаптацией молодняка к местным условиям [2] позволит создать высокопродуктивные стада, устойчивые к региональным эколого-климатическим факторам.

Список литературы

1. Желтиков, А.И. Влияние генотипа производителей и генофонда пород крупного рогатого скота на устойчивость семени к криоконсервации / А.И. Желтиков, Т.В. Коновалова, Н.М. Костомахин [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. — 2025. — № 3. — С. 139-150. — DOI 10.26897/0021-342X-2025-3-139-150. — EDN CRQPTI.
2. Осадчук, Л.В. Гормональный и метаболический статус бычков голштинской породы в эколого-климатических условиях Кемеровской области / Л.В. Осадчук, О.И. Себежко, Н.Г. Шишин [и др.] // Вестник НГАУ. — 2017. — № 2(43). — С. 52-61. — EDN YUAAAYL.
3. Горелова, А.М. Потенциал систем точного животноводства (PLF) в молочном скотоводстве / А.М. Горелова, О.И. Себежко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник X Всероссийской (национальной) науч. конф. — Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. — С. 381-384. — EDN CWFYIP.
4. Желтиков, А.И. Качество спермопродукции и воспроизводительная способность бычков-производителей красной степной породы ОАО племпредприятие «Барнаульское» / А.И. Желтиков, О.И. Себежко, О.С. Короткевич [и др.] // Вестник НГАУ. — 2017. — № 3(44). — С. 125-135. — EDN ZHRBPT.
5. Мазурина, Е.П. Гормональный статус коров симментальской породы Алтайского края / Е.П. Мазурина, А.В. Назаренко, Е.В. Фихман // МНСК-2017: Сельскохозяйственные науки: материалы 55-й Международной науч. студ. конф. — Новосибирск: НГУ, 2017. — С. 47. — EDN YXGRSZ.
6. Мазурина, Е.П. Уровень кортизола и эстрадиола у осеменённых и стельных коров симментальской породы / Е.П. Мазурина, Е.В. Фихман, А.В. Назаренко // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов конф., посвящ. 80-летию Новосибирского ГАУ. — Новосибирск: Золотой колос, 2016. — С. 206-209. — EDN XDJNOH.
7. Петухов, В.Л. Способ стимуляции репродуктивных качеств свиноматок / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, О.И. Себежко [и др.]. — Патент РФ № 2377772 С1. — 2010. — EDN ZFVAAP.
8. Фихман, Е.В. Молочная продуктивность коров-доноров эмбрионов голштинской породы / Е.В. Фихман, Е.П. Мазурина, А.В. Назаренко // МНСК-2017: Сельскохозяйственные науки. — Новосибирск: НГУ, 2017. — С. 57. — EDN WDIVRR.
9. Sebežko, O.I. Effect of a cattle breed on bull sperm quality after cryopreservation / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, N.I. Shishin [et al.] // 3rd International Symposium for Agriculture and Food – ISAF 2017. — Ohrid, Macedonia, 2017. — P. 90. — EDN ZVOTOL.
10. Petukhov, V.L. Genetics, Biotechnology, Breeding: English-Russian Dictionary / V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, T.V. Konovalova [et al.]. — Новосибирск: Прометей, 2010. — 903 p. — EDN VXTKAQ.

СНИЖЕНИЕ АНТИБИОТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ: ПРОБИОТИКИ И ПРЕБИОТИКИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА КОРМОВЫМ СТИМУЛЯТОРАМ РОСТА

Е.А. Горбунова

Научный руководитель: О.И. Себежко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, gorunovakat2711@gmail.com*

Аннотация. В статье представлен систематический обзор применения пробиотиков и пребиотиков в промышленном животноводстве как альтернативы кормовым антибиотикам. Рассмотрены основные механизмы действия — конкурентное исключение патогенов, модуляция иммунного ответа и продукция антимикробных веществ, — а также сравнительная эффективность препаратов в птицеводстве, свиноводстве и скотоводстве. Особое внимание уделено метапробиотикам на основе метаболитов *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* и перспективным направлениям — синбиотикам и иммобилизованным формам. Показана роль пробиотических добавок в реализации концепции «Единое здоровье» (One Health) через снижение антибиотикорезистентности и получение экологически безопасной продукции. Обозначены проблемы стандартизации штаммов и перенесения лабораторных результатов в промышленные условия.

Ключевые слова: пробиотики; пребиотики; синбиотики; метапробиотики; антибиотикорезистентность; промышленное животноводство.

REDUCING ANTIBIOTIC LOAD IN INDUSTRIAL ANIMAL HUSBANDRY: PROBIOTICS AND PREBIOTICS AS ALTERNATIVES TO FEED GROWTH STIMULANTS

E.A. Gorbunova

Scientific supervisor: O.I. Sebezko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article presents a systematic review of the use of probiotics and prebiotics in industrial animal husbandry as alternatives to feed antibiotics. The main mechanisms of action are examined — competitive exclusion of pathogens, modulation of the immune response and production of antimicrobial substances — along with the comparative effectiveness in poultry, pig and cattle production. Special attention is given to metaprobiotics based on metabolites of *Bifidobacterium longum* and *Lactobacillus plantarum* and to promising trends such as synbiotics and immobilised forms. The role of probiotic supplements in the One Health concept through reducing antibiotic resistance and producing ecologically safe products is demonstrated. Problems of strain standardisation and translation of laboratory findings to industrial scale are outlined.

Keywords: probiotics; prebiotics; synbiotics; metaprobiotics; antibiotic resistance; industrial animal husbandry.

Актуальность проблемы. Современное промышленное животноводство столкнулось с серьезным вызовом — глобальным распространением антибиотикорезистентности. Многолетняя практика бесконтрольного использования антибиотиков в субтерапевтических дозах для стимуляции роста и профилактики заболеваний привела к селекции устойчивых штаммов микроорганизмов. Это создает угрозу не только для сельского хозяйства, но и для здоровья человека в рамках концепции «Единое здоровье» (One Health), поскольку резистентные бактерии и гены устойчивости передаются через пищевую цепь и окружающую среду [8].

В Евросоюзе, в Китае уже действует запрет на использование антибиотиков в качестве кормовых стимуляторов, аналогичные тенденции наблюдаются и в России [3, 5]. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск эффективных и безопасных альтернатив. Наиболее перспективным направлением признано использование кормовых добавок на основе пробиотиков, пребиотиков и их комбинаций – синбиотиков, а также метапробиотиков (пробиотиков метаболитного типа) [1, 5].

Цель обзора: систематизировать данные о механизмах действия и эффективности пробиотиков и пребиотиков в птицеводстве, свиноводстве и скотоводстве, охарактеризовать перспективные направления и барьеры их внедрения в промышленное животноводство.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных источников, опубликованных в период 2001–2025 гг.

Результаты

Пробиотики представляют собой живые непатогенные микроорганизмы, которые при введении в рацион оказывают благоприятное воздействие на организм хозяина через нормализацию кишечной микрофлоры [1, 7]. К наиболее распространенным пробиотическим культурам относятся лакто- и бифидобактерии, а также некоторые штаммы *Bacillus* и *Enterococcus*. Механизмы действия пробиотиков включают: конкурентное исключение – пробиотические штаммы колонизируют кишечный эпителий, препятствуя адгезии патогенных бактерий (сальмонелл, эшерихий, клостридий) [1]; продукция антимикробных веществ – синтез органических кислот (снижение pH), бактериоцинов, перекиси водорода, подавляющих рост условно-патогенной микрофлоры; модуляция иммунитета – стимуляция фагоцитарной активности, увеличение продукции иммуноглобулинов (особенно IgA), регуляция цитокинового профиля [5, 8]; участие в метаболизме – синтез витаминов группы В, витамина К, повышение усвояемости аминокислот и минеральных веществ [2, 8].

Отдельного внимания заслуживают метаболитные пробиотики (метапробиотики), основой которых является культуральная жидкость пробиотических бактерий, содержащая продукты их метаболизма. Как показано в исследованиях Швыдкова А.Н. с соавторами, метапробиотик «Биосиб МЕТАПРО» на основе комплекса *Bifidobacterium longum* и *Lactobacillus plantarum* оказывает выраженное положительное влияние на белковый и минеральный обмен у цыплят-бройлеров [1, 2, 8].

Преимущество метапробиотиков заключается в стандартизации состава, более длительном сроке хранения и отсутствии риска диссеминации живых бактерий у ослабленных животных [7].

Пребиотики – это неперевариваемые компоненты корма (олигосахариды, инулин, лактулоза, клетчатка), которые избирательно стимулируют рост и активность полезной микрофлоры в толстом отделе кишечника [5]. Для признания вещества пребиотиком оно должно: не гидролизироваться в верхних отделах ЖКТ, быть селективным субстратом для полезных бактерий и оказывать благоприятное системное или местное действие [5].

Синбиотики же, представляют собой рациональную комбинацию пробиотиков и пребиотиков, обеспечивающую синергический эффект. Пребиотический компонент способствует более эффективной колонизации кишечника вводимыми пробиотическими штаммами [3, 5]. Перспективным направлением является также иммобилизация пробиотических культур на природных минералах (цеолиты, бентониты), что позволяет создать препараты комплексного действия, сочетающие пробиотические, сорбционные и ионообменные свойства [3].

Обзор эффективности для различных видов животных. Птицеводство: Наибольшее количество исследований по применению пробиотиков выполнено в птицеводстве. Это связано с интенсивным характером производства и высокой восприимчивостью птицы к желудочно-кишечным инфекциям. В работе Ткачева А.Д. с соавторами (2025) установлено положительное влияние метаболитного пробиотика «Биосиб МЕТАПРО» на минеральный обмен у цыплят-бройлеров кросса Росс 308 [1]. Исследования Швыдкова А.Н. (2024) показали, что выпаивание данного препарата в дозе 0,05% способствует достоверному повышению уровня общего белка на 9,97 г/л, нормализации активности аминотрансфераз (АлТ, АсТ) и увеличению уровня креатинина, что свидетельствует об активации белкового обмена [2, 4, 6, 8]. Применение пробиотиков в птицеводстве позволяет: повысить сохранность поголовья на 2-5%, увеличить среднесуточные приросты на 5-12%, улучшить конверсию корма, снизить колонизацию кишечника сальмонеллами и кампилобактериями [1, 8].

Свиноводство: В свиноводстве пробиотики особенно эффективны в критические периоды – отъем, откорм. Исследования, проведенные на базе Университета Биотехнологий (НГАУ), показали эффективность применения физиотерапевтических методов (ультразвук, лазерное излучение) в комплексе с биологически активными добавками для лечения бронхопневмонии и повышения сохранности поросят [6, 9, 10]. Хотя прямого отношения к пробиотикам эти работы не имеют, они демонстрируют важность комплексного подхода к здоровью молодняка, где пробиотики играют ключевую роль в профилактике желудочно-кишечных расстройств. Пробиотики у свиней: снижают частоту послеотъемной диареи, модулируют кишечный иммунитет, улучшают переваримость клетчатки.

Крупный рогатый скот: У крупного рогатого скота пробиотики используются преимущественно для профилактики кетозов, ацидозов рубца и повышения молочной продуктивности. Особенно эффективны пробиотики на основе дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*), которые стабилизируют рубцовое пищеварение. В работах Себежко О.И. с соавторами исследовалось влияние природных цеолитов на мясные качества бычков и экологическую безопасность получаемой продукции [3, 4]. Хотя цеолиты относятся скорее к кормовым добавкам минерального происхождения, их часто включают в состав синбиотических композиций как сорбционную основу и источник микроэлементов [3]. Эффекты пробиотиков у КРС включают: увеличение переваримости клетчатки, стабилизацию рубцового пищеварения, повышение молочной продуктивности (на 5-10%), улучшение качества молока (повышение жирности и белка).

Связь с концепцией устойчивого развития. Стратегия «Единое здоровье», показывает что, применение пробиотиков и пребиотиков в животноводстве напрямую коррелирует с целями устойчивого развития ООН и концепцией «Единое здоровье», которая признает неразрывную связь здоровья человека, животных и окружающей среды. Снижение антибиотической нагрузки в животноводстве позволяет: уменьшить селекционное давление на патогенные микроорганизмы и снизить распространение генов резистентности, сократить поступление остаточных количеств антибиотиков в окружающую среду с навозом и сточными водами, обеспечить получение экологически безопасной продукции животноводства [4, 8].

Экологические аспекты, указывают на то, что пробиотики способствуют снижению эмиссии аммиака и других вредных газов в птичниках и животноводческих помещениях за счет уменьшения гнилостных процессов в кишечнике. Это улучшает условия труда персонала и снижает нагрузку на окружающую среду. Экологическая оценка мяса, полученного с использованием природных добавок (цеолитов), подтверждает отсутствие вредных веществ и высокое качество продукции [4].

Экономическая эффективность показывает динамику применения пробиотиков экономически оправдано: затраты на добавки окупаются снижением падежа, улучшением

конверсии корма и сокращением расходов на ветеринарные препараты. По некоторым данным, использование пробиотиков позволяет повысить рентабельность производства на 15-20% [3, 5].

Несмотря на очевидные преимущества, широкое внедрение пробиотиков сдерживается рядом факторов: штаммовая специфичность – эффекты, доказанные для одного штамма, не могут быть автоматически перенесены на другие штаммы того же вида; нестабильность при хранении – особенно для жидких форм живых культур; устойчивость к технологическим факторам – многие пробиотики не выдерживают температурной обработки при гранулировании кормов.

Требуется проведение более масштабных контролируемых исследований с использованием современных методов (метагеномный анализ, транскриптомика) для объективной оценки эффективности. Важно учитывать, что результаты, полученные в лабораторных условиях, не всегда воспроизводятся в промышленных масштабах [5].

Перспективные направления, такие как: авто-пробиотики – препараты на основе аутогенных (выделенных от тех же животных) штаммов микроорганизмов, обладающих максимальной адаптацией к конкретному хозяину; иммобилизованные синбиотики – включение пробиотиков в матрицу природных минералов (цеолиты, бентониты) для защиты бактерий в ЖКТ и пролонгированного действия [3]; фагопробиотики – комбинация бактериофагов и пробиотических культур; постбиотики – очищенные метаболиты и структурные компоненты пробиотических клеток с гарантированной безопасностью и стандартизованным составом.

Заключение

Пробиотики и пребиотики являются реальной и эффективной альтернативой кормовым антибиотикам. Их применение в промышленном животноводстве позволяет не только поддерживать здоровье и продуктивность животных на высоком уровне, но и вносит существенный вклад в глобальную борьбу с антибиотикорезистентностью в рамках концепции «Единое здоровье». Исследования российских авторов, включая работы на базе Университета Биотехнологий (НГАУ), демонстрируют высокую эффективность метаболитных пробиотиков (например, «Биосиб МЕТАПРО») в птицеводстве [1, 2, 8], а также перспективность использования природных минералов в составе кормовых добавок для КРС [3, 4].

Дальнейшее развитие этого направления связано с разработкой синбиотических композиций, иммобилизованных форм пробиотиков и совершенствованием системы стандартизации и контроля качества. Только комплексный подход, объединяющий усилия ученых, производителей и ветеринарных специалистов, позволит полностью реализовать потенциал пробиотических технологий для устойчивого развития животноводства.

Список литературы

1. Влияние метаболитового пробиотика «Биосиб МЕТАПРО» на минеральный обмен у цыплят-бройлеров кросса Росс 308 / А.Д. Ткачев, А.Н. Швыдков, О.И. Себежко [и др.] // Зоотехния. — 2025. — № 10. — С. 22-26. — DOI 10.25708/ZT.2025.23.36.006. — EDN FMJRWY.
2. Евстратенко, А.Л. Антибактериальная активность растительных экстрактов в отношении условно-патогенных микроорганизмов у зараженных лабораторных мышей / А.Л. Евстратенко, И.Н. Морозов, О.И. Себежко // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : материалы XI Национальной научно-практической конференции. — Кемерово: Кузбасский ГАУ, 2023. — С. 78-81. — EDN NLVYO.
3. Котомина, Г.А. Влияние лазерного излучения инфракрасного спектра на скорость роста поросят / Г.А. Котомина, О.И. Себежко // Вестник НГАУ. — 2011. — № 4(20). — С. 67-71. — EDN PAJILB.

4. Себежко, О.И. Оценка влияния использования цеолитов на откормочные качества бычков голштинской фризской породы в условиях Кузбасса / О.И. Себежко, И.Н. Морозов, Е.И. Тарасенко [и др.] // Теория и практика современной аграрной науки : сборник научных материалов Международной конференции. — Новосибирск: Золотой колос, 2022. — С. 916-918. — EDN DMDJJD.

5. Швыдков, А.Н. Оценка влияния метаболитового пробиотика Биосиб МЕТАПРО на показатели белкового обмена у цыплят-бройлеров / А.Н. Швыдков, О.И. Себежко, А.И. Калмыкова [и др.] // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2024. — № 6. — С. 89-96. — DOI 10.31857/S2500208224060194. — EDN WSNCSK.

6. Себежко, О.И. Использование низких интенсивностей ультразвука при лечении бронхопневмонии поросят // Вестник НГАУ. — 2010. — № 3(15). — С. 98-102. — EDN OZEMLN.

7. Себежко, О.И. Клинический эффект лазерного излучения низкой интенсивности у поросят с бронхопневмонией / О.И. Себежко, Г.А. Котомина // Вестник НГАУ. — 2011. — № 3(19). — С. 90-94. — EDN OYHZUT.

8. Себежко, О.И. Эффект воздействия ультразвука на биологически активные точки поросят : дис. ... канд. биол. наук / О.И. Себежко. — Новосибирск, 2001. — 183 с. — EDN ONQFUN.

9. Сержантова, А.И. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биохимические и физиологические показатели поросят с различными поведенческими реакциями / А.И. Сержантова, О.И. Себежко // Современные наукоёмкие технологии. — 2004. — № 2. — С. 3. — EDN IJFWXH.

10. Себежко, О.И. Экологическая оценка мяса, полученного при использовании цеолитов в рационах кормления молодняка крупного рогатого скота голштинской фризской породы / О.И. Себежко, И.Н. Морозов, Е.И. Тарасенко [и др.] // Теория и практика современной аграрной науки : сборник научных материалов Международной конференции. — Новосибирск: Золотой колос, 2022. — С. 919-921. — EDN DENMST.

УДК 636.2.082.12:577.21

ПРОБЛЕМЫ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

П.А. Димитришин

Научный руководитель: О.И. Себежко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Росси, pavelx02@inbox.ru*

Аннотация. В обзоре проанализированы принципы и эффективность геномной селекции в молочном скотоводстве, основанной на массовом SNP-генотипировании и геномной оценке племенной ценности (GEBV). Рассмотрены ключевые компоненты технологии: формирование референтной популяции, стандартизированный фенотипический учёт, контроль воспроизводства и наследственных патологий, а также применение корректных статистических моделей для признаков с негауссовским распределением. Систематизированы основные барьеры масштабирования геномной оценки в Российской Федерации — стоимость генотипирования, дефицит репрезентативной референтной базы, фрагментация данных и кадровый дефицит. Показана роль интеграции с системами точного животноводства как ключевого условия устойчивого роста продуктивности.

Ключевые слова: геномная селекция; геномная оценка племенной ценности; SNP-генотипирование; референтная популяция; молочное скотоводство; точное животноводство; племенной учёт.

CHALLENGES OF GENOMIC SELECTION IN DAIRY CATTLE BREEDING

P.A. Dimitrishin

Scientific supervisor: O.I. Sebezsko,

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The review analyses the principles and effectiveness of genomic selection in dairy cattle breeding based on high-throughput SNP genotyping and genomic estimated breeding value (GEBV). Key components of the technology are examined: reference population formation, standardised phenotypic recording, reproductive and hereditary disease control, and the application of appropriate statistical models for traits with non-Gaussian distributions. The main barriers to scaling genomic evaluation in the Russian Federation are systematised — genotyping costs, lack of a representative reference population, data fragmentation and workforce deficits. The role of integration with Precision Livestock Farming (PLF) systems as a key condition for sustainable productivity growth is demonstrated.

Keywords: genomic selection; genomic estimated breeding value; SNP genotyping; reference population; dairy cattle; precision livestock farming; breeding records.

Актуальность проблемы. Геномная селекция стала базовой технологией ускорения генетического прогресса в молочном скотоводстве за счёт раннего отбора животных по геномной оценке племенной ценности (GEBV) и сокращения генерационного интервала. В мировых программах племенной работы она опирается на массовое генотипирование, стандартизированный фенотипический учёт, строгий контроль родословных и устойчивые референтные популяции. В условиях Российской Федерации внедрение геномной оценки осложняется стоимостью генотипирования, дефицитом валидных фенотипов, фрагментацией данных и рисками недостоверности первичного зоотехнического учёта, что прямо снижает точность прогноза и экономическую отдачу.

Цель обзора: Проанализировать принципы и эффективность геномной селекции в молочном скотоводстве, систематизировать ключевые барьеры её масштабирования в РФ и оценить роль технологии в устойчивом развитии отрасли.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2005–2025 гг.

Результаты

Технологическое ядро геномной селекции составляет высокопроизводительное SNP-генотипирование с использованием ДНК-чипов. В отличие от подходов, опирающихся на ограниченное число кандидатных маркёров, здесь анализируются десятки тысяч маркёров по всему геному, что позволяет учитывать полигенную природу продуктивности и функциональных признаков. Применимость SNP-анализа для региональных популяций молочного скота показана на материале Западной Сибири [1].

Практически значимым остаётся высокий разброс воспроизводительных показателей, включая качество спермопродукции и оплодотворяемость быков-производителей, что подчёркивает ценность отбора по функциональным признакам, трудно улучшаемым только фенотипически [5]. В этой логике геномная селекция служит инструментом более раннего и точного прогнозирования племенной ценности при наличии референтной базы и развитой инфраструктуры данных. Единый терминологический аппарат и согласованное понятийное поле при взаимодействии генетиков, зоотехников и биоинформатиков рассматриваются как необходимое условие внедрения, что отражено в специализированных справочных изданиях [6].

Геномная оценка племенной ценности строится как последовательный технологический контур: формирование референтной популяции, контроль качества генотипирования и идентификации животных, биоинформатическая обработка, затем включение результатов в селекционные индексы и управленческие решения. На практике узким местом часто становится не лабораторная часть, а зрелость информационной системы, обеспечивающей сбор, валидацию и хранение фенотипических и генеалогических данных; значимость цифровых решений для селекции подчёркивается в работах по информационным технологиям в племенном деле [7].

Даже при доступном генотипировании точность GEBV ограничивается качеством фенотипов. Поэтому требуется стандартизированный массовый учёт не только удоя и состава молока, но и показателей здоровья, воспроизводства и долголетия. Потенциал систем точного животноводства (PLF) в молочном скотоводстве рассматривается как технологическая база для улучшения мониторинга и расширения набора признаков, повышающая ценность референтной популяции в геномной селекции [8].

Известно, что традиционная селекция в молочном скотоводстве надёжна при хорошем массиве данных, но ограничена длительным генерационным интервалом и слабой эффективностью по поздно проявляющимся и трудноизмеримым признакам. Геномная селекция переносит прогноз племенной ценности на ранние этапы жизни, повышая интенсивность отбора и ускоряя обновление племенного ядра. Тенденция к ускорению и стандартизации отбора прослеживается и в прикладных разработках по ранжированию молодняка КРС по темпам роста [3]. Хотя это решение не относится к GEBV, оно отражает общий курс на ранние предикторы в селекционных программах.

Функциональные признаки отличаются высокой изменчивостью и сильной зависимостью от среды. Практический пример — разброс показателей качества спермопродукции и воспроизводительной способности быков-производителей, что подчёркивает значимость системного контроля воспроизводства и селекции по этим параметрам [5]. Геномная селекция позволяет включать такие признаки в индексы при наличии сопоставимых массовых фенотипов. Методически важна корректная работа с признаками, имеющими негауссовское распределение и событийный характер. В региональных материалах акцентирована необходимость адекватной оценки изменчивости таких показателей [10]; для геномной селекции это означает применение подходящих моделей для бинарных и пороговых событий, иначе снижается точность и интерпретируемость GEBV [10].

Отдельное направление – контроль наследственных патологий. Обзор по молекулярно-генетическим заболеваниям КРС подчёркивает необходимость выявления и учёта генетических дефектов в племенной работе [9]. Геномные данные позволяют снижать частоты неблагоприятных аллелей за счёт управляемого подбора.

Ключевой барьер внедрения геномной оценки в РФ – высокая стоимость генотипирования при недостаточной численности и неоднородности референтной популяции. При дефиците данных снижается переносимость оценок между стадами и регионами и падает точность по функциональным признакам. Региональные исследования SNP-вариабельности показывают научную реализуемость генотипирования в российских популяциях [1], однако переход к национальной системе требует иной организационной и финансовой модели. Помимо прочего, формирование референтной популяции остаётся центральной задачей: важны не только объём, но и репрезентативность по породам, линиям, технологиям содержания и природно-климатическим зонам. Значимость системного подхода к популяционной структуре и селекционным ресурсам подчёркивается работами по сохранению и описанию генофонда в других направлениях животноводства [2; 4].

Отдельный барьер – кадровый дефицит на стыке количественной генетики, биоинформатики и управления данными. Недостаток междисциплинарных команд повышает риск методических ошибок, что делает актуальными цифровую поддержку

селекционных решений [7] и унификацию терминологического аппарата [6]. Перспективным направлением является интеграция геномной селекции с PLF-технологиями для расширения и удешевления фенотипирования, повышения полноты данных и, как следствие, устойчивого роста продуктивности и здоровья стада без пропорционального увеличения поголовья [7;8].

Заключение

Геномная селекция, основанная на массовом SNP-генотипировании и референтной популяции с качественными фенотипами, уже методически реализуема в российских популяциях, повышает эффективность отбора по функциональным и трудноизмеримым признакам при одновременном контроле воспроизводства и наследственных патологий, требует корректных моделей для негауссовских и событийных показателей, а её внедрение в РФ сдерживается стоимостью генотипирования, дефицитом репрезентативной референтной базы и кадрово-цифровыми ограничениями, что делает интеграцию с PLF-фенотипированием ключевым условием устойчивого роста продуктивности без пропорционального увеличения поголовья и ресурсной нагрузки.

Список литературы

1. Братчикова, М.О. Молекулярно-генетические заболевания крупного рогатого скота / М.О. Братчикова, О.И. Себежко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сборник трудов научно-практической конференции, Новосибирск, 18 декабря 2017 года. — Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. — С. 83-85. — EDN XNOCPRZ.
2. Петухов, В.Л. Генофонд скороспелой мясной породы свиней / В.Л. Петухов, В.Н. Тихонов, А.И. Желтиков [и др.]. — Новосибирск: Издательско-полиграфическое объединение «Юпитер», 2005. — 631 с. — ISBN 5-9657-0039-3. — EDN QKYINT.
3. Горелова, А.М. Потенциал систем точного животноводства (PLF) в молочном скотоводстве / А.М. Горелова, О.И. Себежко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник X Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск, 04–05 декабря 2025 года. — Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. — С. 381-384. — EDN CWFYIP.
4. Дементьев, В.Н. Информационные технологии в селекции свиней Западной Сибири / В.Н. Дементьев, В.А. Бекенев, О.И. Себежко [и др.] // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сборник докладов XX Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 04–06 октября 2017 года. Ч. 2. — Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. — С. 241-244. — EDN ZUPSMТ.
5. Камалдинов, Е.В. Уровень выраженности и изменчивости количественных признаков, характеризующихся негауссовским распределением / Е.В. Камалдинов, О.И. Себежко // Аграрная наука — сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сборник докладов XX Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 04–06 октября 2017 года. Ч. 1. — Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. — С. 194-196. — EDN ZRPOSF.
6. Желтиков, А.И. Качество спермопродукции и воспроизводительная способность быков-производителей красной степной породы ОАО племпредприятие «Барнаульское» / А.И. Желтиков, О.И. Себежко, О.С. Короткевич [и др.]. Вестник НГАУ. — 2017. — № 3(44). — С. 125-135. — EDN ZHRBPT.
7. Короткевич, О.С. Способ отбора молодняка крупного рогатого скота по скорости роста / О.С. Короткевич, М.П. Люханов, К.Н. Нарожных [и др.]. — Патент РФ № 2600889 С1. — 2016. — EDN ZEYFGX.

8. *Petukhov, V.L.* Genetics, Biotechnology, Breeding : English-Russian Dictionary / V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich, T.V. Konovalova [et al.]. — Новосибирск: Издательский дом «Прометей», 2010. — 903 p. — EDN VXTKAQ.

9. *Korotkevich, O.S.* Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O.S. Korotkevich, M.P. Lyukhanov, V.L. Petukhov [et al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, 17–22 August 2014. — Vancouver: Promega, 2014. — EDN TADEVH.

10. *Sebezko, O.I.* The Romanov breed of sheep in Siberia / O.I. Sebezko, E.V. Kamaldinov, Y.I. Fedyaev [et al.] // Proceeding of the 2nd World Conference on Sheep, Nanjing, China, 15–18 October 2018. — Nanjing: The International Society of Zoological Sciences, 2018. — P. 11-12. — EDN YZWGYH.

УДК 636.082.12:577.21

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНОФОНДА ЛОКАЛЬНЫХ ПОРОД ЖИВОТНЫХ

Л.В. Заяханова

Научный руководитель: О.И. Себезко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, Larisazaahanova733@gmail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются различные типы ДНК-маркеров для оценки генетического разнообразия локальных пород животных, их чистопородности и выявления уникальных аллелей на фоне стремительного исчезновения местных пород в результате интенсификации животноводства. На основе анализа исследований, выполненных преимущественно на популяциях Западной Сибири, показана эффективность применения однонуклеотидного полиморфизма (SNP), микросателлитов и аллотипических систем белков крови для паспортизации генофондов, контроля генетической целостности пород и выявления аллелей, ассоциированных с хозяйственно полезными признаками. Предложены пути сохранения генофонда малочисленных локальных пород на основе полногеномного SNP-генотипирования и формирования криобанков генетического материала.

Ключевые слова: молекулярно-генетические маркеры; генофонд; локальные породы животных; SNP; микросателлиты; крупный рогатый скот; свиньи; овцы.

MOLECULAR GENETIC MARKERS AS A TOOL FOR CONSERVATION AND RATIONAL USE OF LOCAL ANIMAL BREED GENE POOLS

L.V. Zayakhanova

Scientific supervisor: O.I. Sebezko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article examines various types of DNA markers for assessing the genetic diversity of local animal breeds, their purity and the identification of unique alleles against the background of the rapid disappearance of indigenous breeds due to the intensification of animal husbandry. Based on an analysis of studies conducted predominantly on populations of Western Siberia, the effectiveness of single nucleotide polymorphism (SNP), microsatellites and blood protein allotypic systems for gene pool passportisation, breed genetic integrity control and detection of alleles associated with economically useful traits is demonstrated. Ways to conserve the gene pool of small local breeds based on whole-genome SNP genotyping and the formation of cryobanks of genetic material are proposed.

Keywords: molecular genetic markers; gene pool; local animal breeds; SNP; microsatellites; cattle; pigs; sheep.

Актуальность проблемы. Ценность каждой локальной породы заключается в присутствии специфических генов, отвечающих за адаптацию к суровым климатическим условиям, сопротивляемость эндемичным болезням и паразитарным инвазиям, а также за эффективное усвоение кормов низкого качества. Кроме того, продукция, получаемая от таких пород, отличается превосходными качественными показателями. Они сформировались вследствие продолжительного развития, подвергаясь естественному и целенаправленному отбору в особых экологических условиях. С точки зрения рыночной экономики, ориентированной на максимальную продуктивность, местные породы не могут конкурировать с более высокими показателями у импортных пород, что приводит к утрате ценного генофонда.

Цель обзора: систематизировать данные о применении молекулярно-генетических маркеров для оценки и сохранения генофонда локальных пород крупного рогатого скота, овец и свиней Западной Сибири, а также определить перспективные направления мониторинга генетического разнообразия.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2012–2023 гг.

Результаты

В настоящее время локальные породы стремительно исчезают с территории Российской Федерации вследствие замещения или скрещивания с высокопродуктивными породами в процессе интенсификации животноводства. Главным фактором является беспорядочный кроссбридинг и оценка генофондных пород по критериям индустриального животноводства, где основной показатель - максимальная продуктивность, а не сохранение генетической структуры породы.

Кровь играет неотъемлемую роль в организме, служа ключевым индикатором скорости протекания метаболических реакций. Исследование вариаций генов, ответственных за синтез казеинов (Cn) и лактоглобулинов (α - и β -лактоглобулин), выявило следующую закономерность у овец. Особи, обладающие гомозиготным генотипом A/A по β -лактоглобулину, демонстрировали концентрацию лейкоцитов в крови, превышающую в 1,5 раза (при $p < 0,01$) ту, что наблюдалась у гетерозиготных животных. При этом, гетерозиготные особи не имели статистически значимых отличий по данному показателю от гомозигот по генотипу B/B. Полученные данные указывают на выраженную способность к адаптации и интенсивный обмен веществ у исследуемой группы романовских овец [4].

В обзорной работе Е.А. Климановой с соавторами проанализировано влияние мутаций в гене FGF-5 на показатели шерсти у овец. FGF-5 выполняет ключевую роль как регулятор цикла роста волос во время развития волосяных фолликулов млекопитающих, а также участвует в развитии скелетных мышц и его полиморфизм может быть использован для селекции на улучшение шерстной продуктивности. В ходе исследований выявлено 10 SNP, но успешно генотипировать удалось лишь пять: SNP1 (105914953 G>A), SNP2 (105922232 T>C), SNP3 (105922244 A>G), SNP4 (105922334 A>T) и SNP5 (105922340 G>T) [5].

Фактор некроза опухоли TNF- α у скота красной степной возможно использовать в качестве ДНК-маркера в некоторых популяциях, но только со сложными генотипами TNF- α -824 A/G и TNF-R1-1703T/C, так как надой молока не были связаны с генотипами по TNF-R1 -1703T/C SNP. Вариации в однонуклеотидном полиморфизме гена TNFR1 у крупного рогатого скота черно-пестрой породы коррелируют с показателями молочной

продуктивности. Было выявлено, что конкретные однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) ассоциируются с уровнем надоев и биохимическим составом молока, что создает основу для разработки селекционных программ, ориентированных на маркеры. В отношении черно-пестрой породы, SNP гена TNF- α 824 A/G предполагает, что при отборе телочек предпочтение следует отдавать особям с гомозиготным генотипом A/A. Такой подход, учитывающий уникальные генетические характеристики конкретной популяции, может способствовать повышению эффективности селекционного процесса и улучшению молочной продуктивности [3,7,8,9].

Исследования маркеров, ассоциированных с резистентностью к болезням, заслуживают особого внимания. В. Л. Петухов и его соавторы провели исследование ассоциаций полиморфизмов одиночных нуклеотидов (SNP) в генах TNF- α (вариация - 824A/G) и TNFR1 (вариация -1703C/T) с уровнем перинатальной смертности у молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы. Полученные в ходе данного исследования данные свидетельствуют о перспективности использования данных генетических маркеров для предсказания выживаемости новорожденного молодняка и проведения селекционной работы по отбору особей с улучшенной сопротивляемостью к заболеваниям [10].

Значительный объем исследований по применению ДНК-маркеров выполнен на свиньях. В работах под авторством Е. В. Камалдинова и соавторами установлены закономерности наследования конкретных аллелей различных аллотипических систем, проявляющиеся в виде обособленных аллогрупп у ряда сибирских свинопород. Выявленные частоты аллелей, таких как AM, IgG, G1, G4, G5, G7, Lpr, LpB, Lp3, Lp4, Lp5, Lp6 и Lp9, служат основой для проведения дифференциации между породами, а также для оценки степени генетического родства в популяциях свиней северо-сибирской, кемеровской и крупной белой пород [1].

У свиней линии СМ-1 галотановый метод анестезии используется как показатель для выявления наследственной предрасположенности к стрессу, известной как синдром свиного стресса (PSS) и злокачественной гипертермии (MHS). Эти состояния классифицируются как маркеры III порядка, что позволяет идентифицировать свиней, склонных к стрессовым реакциям, уже в раннем возрасте. У человека мутация происходит в гене рецептора рианодина (RYR-локус). Сходные мутации происходят и у свиней в гене RYR-1. В ходе исследования было выявлено, что частота нежелательного аллеля, ассоциированного со стресс-чувствительностью, может существенно изменяться в процессе селекции, что требует постоянного молекулярно-генетического мониторинга [6].

В работе выполненной А.В. Назаренко и др., детально исследовалось содержание свинца в волосяном покрове пород кемеровских свиней и пород RM-1, обитающих в Сибири. В условиях одинакового кормления и условий содержания, было установлено, что свиньи породы RM-1 демонстрируют концентрацию свинца, превышающую показатель у кемеровских свиней в 8,7 раза. Эта разница является статистически значимой ($p < 0,001$) и объясняется высокой фенотипической вариабельностью. Данное исследование выявило потенциал применения анализа элементного состава покровных тканей в качестве дополнительного маркера их способности к адаптации в условиях окружающей среды [2].

Главным фактором исчезновения уникальных отечественных пород является беспорядочный кроссбридинг, что составляет почти половину поголовья животных. Это является следствием племенной оценки дочерей быков только по высокомолочности. Именно по этой причине, например, голштинские породы занимают лидирующие позиции. Ключевая проблема - оценка генофондных пород по критериям индустриального животноводства, где главный показатель – прибыль и максимальная продуктивность, в то время как главной целью является сохранение генетической структуры породы. Также сказывается нехватка опытных специалистов в области селекции и генетики.

Для обеспечения сохранения малочисленных локальных пород, нужно внедрить полногеномное SNP-генотипирование всех генофондных пород. Это позволит

сформировать генетические паспорта, выявить специфические для каждой породы аллели, а также идентифицировать уникальные геномные участки, ассоциированные с адаптивностью и качественными характеристиками продукции. В перспективе возможно создание централизованной федеральной базы данных и криобанков, содержащих генетический материал местных пород.

Заключение

Молекулярно-генетические маркеры: SNP, микросателлиты, аллотипические системы белков крови - являются эффективными инструментами паспортизации генофондов и контроля генетической целостности локальных пород. Для обеспечения сохранения малочисленных пород необходимо внедрить полногеномное SNP-генотипирование всех генофондных пород, сформировать генетические паспорта и выявить специфические аллели, ассоциированные с адаптивностью. В перспективе целесообразно создание централизованной федеральной базы данных и криобанков генетического материала местных пород.

Список литературы

1. Ассоциация генотипов β -лактоглобулина у овец романовской породы с гематологическими показателями крови / Е. А. Климанова, З. Т. Поповский, Т. В. Коновалова [и др.] // Вестник НГАУ. – 2021. – № 4(61). – С. 126-136. – DOI 10.31677/2072-6724-2021-61-4-126-136. – EDN UGZKJH.
2. Влияние мутаций в гене FGF-5 на показатели шерсти у овец (обзор) / Е. А. Климанова, Д. А. Александрова, О. И. Себежко [и др.] // Вестник НГАУ. – 2023. – № 3(68). – С. 225-235. – DOI 10.31677/2072-6724-2023-68-3-225-235. – EDN VJAUPR.
3. Гарт, В. В. Динамика галотан-чувствительности свиней породы СМ-1 на этапах ее создания и совершенствования / В. В. Гарт, О. И. Себежко // Вестник НГАУ. – 2012. – № 1-2(22). – С. 31-33. – EDN PAJJVF.
4. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNP по гену TNFR1 у крупного рогатого скота черно-пёстрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью / М. П. Люханов, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко // Зоотехния. – 2015. – № 3. – С. 2-3. – EDN TKJUUV.
5. Однонуклеотидный полиморфизм в популяции крупного рогатого скота красной степной породы / М. П. Люханов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко, Н. С. Юдин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 326. – EDN SBKWZX.
6. Связь SNP гена TNF- α у черно-пёстрого скота Западной Сибири с показателями молочной продуктивности / М. П. Люханов, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов, О. И. Себежко // Главный зоотехник. – 2014. – № 10. – С. 21-26. – EDN SNXNPR.
7. Сопряжённость SNP TNF- α -824A/G и TNFR1-1703C/T с перинатальной смертностью телят черно-пёстрой породы Западной Сибири / В. Л. Петухов, М. П. Люханов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-26. – С. 5827-5831. – EDN UBHRAT.
8. Genetic similarity of Siberian pig breeds in allele frequencies of serum protein allotype systems / E. V. Kamaldinov, V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich [et al.] // Indian Veterinary Journal. – 2018. – Vol. 95, No. 2. – P. 47-49. – EDN XXQQDB.
9. Lead content in bristle in aboriginal pigs of Siberia / A. V. Nazarenko, O. A. Zaiko, T. V. Konovalova [et al.] // Trace Elements and Electrolytes. – 2021. – Vol. 38, No. 3. – P. 150. – EDN TXAGTN.
10. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, 17–22 August 2014. – Vancouver: Promega, 2014. – EDN TADEVH.

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ
ПРОДУКЦИИ**

А.С. Огнева

Научный руководитель: О.И. Себежко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, nastas2120@mail.ru*

Аннотация. Рост товарных потоков, усложнение цепочек поставок и экономические стимулы к подмене сырья поддерживают актуальность независимых методов контроля происхождения животных и аутентичности продукции. Документарная прослеживаемость, основанная на маркировке и учетных системах, необходима, но уязвима к ошибкам ввода, разрывам данных и целенаправленной фальсификации. ДНК-паспортизация формирует биологический уровень контроля, при котором идентификатор животного и его продукция могут быть сопоставлены с генетическим профилем, полученным стандартизованными методами. В статье кратко рассмотрены микросателлитные технологии и генотипирование посредством однонуклеотидных полиморфизмов как базовые инструменты ДНК-идентификации, их применение в племенном деле для верификации происхождения и в пищевой отрасли для выявления незадекларированных компонентов. Отдельное внимание уделено отечественной практике: развитию метрологического обеспечения молекулярных измерений, внедрению контрольных процедур на основе полимеразной цепной реакции и барьерам перехода от точечных проверок к системной ДНК-прослеживаемости. Показаны направления адаптации зарубежного опыта к российским условиям.

Ключевые слова: ДНК-паспортизация; микросателлиты; однонуклеотидный полиморфизм; генотипирование; подтверждение происхождения; фальсификация продукции.

**MOLECULAR GENETIC PASSPORTISATION OF FARM ANIMALS IN
PRODUCT CONTROL SYSTEMS**

A.S. Ogneva

Scientific supervisor: O.I. Sebezko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The growth of commodity flows, the complexity of supply chains and economic incentives for the substitution of raw materials support the relevance of independent methods for controlling the origin of animals and the authenticity of products. Documentary traceability based on labeling and accounting systems is necessary, but vulnerable to input errors, data breaks, and targeted falsification. DNA certification forms a biological level of control at which the animal's identifier and its products can be compared with the genetic profile obtained by standardized methods. The article briefly discusses microsatellite technologies and genotyping by means of single nucleotide polymorphisms as basic tools of DNA identification, their application in breeding to verify origin and in the food industry to identify undeclared components. Special attention is paid to domestic practice: the development of metrological support for molecular measurements, the introduction of control procedures based on polymerase chain reaction and barriers to the transition from point checks to systemic DNA traceability. The directions of adaptation of foreign experience to Russian conditions are shown..

Keywords: DNA passportisation; microsatellites; single nucleotide polymorphism; genotyping; proof of origin; falsification of products..

Актуальность проблемы. Рост товарных потоков, усложнение цепочек поставок и экономические стимулы к подмене сырья поддерживают актуальность независимых методов контроля происхождения животных и аутентичности продукции. Документарная прослеживаемость, основанная на маркировке и учётных системах, необходима, но уязвима к ошибкам ввода, разрывам данных и целенаправленной фальсификации. ДНК-паспортизация формирует биологический уровень контроля, при котором идентификатор животного и его продукция могут быть сопоставлены с генетическим профилем, полученным стандартизованными методами.

Цель обзора: систематизировать современные методы ДНК-паспортизации сельскохозяйственных животных, охарактеризовать их применение в племенном деле и пищевом контроле, а также проанализировать барьеры и перспективы внедрения в российской практике.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2003–2022 гг.

Результаты

Исторически идентификация и сравнение популяций опирались на полиморфизм белков и иммуногенетические системы. Такие подходы полезны для популяционных выводов и селекционно-генетических наблюдений (в том числе по породам свиней и локальным популяциям), но в прикладных задачах контроля происхождения они уступают ДНК по разрешающей способности, воспроизводимости и масштабируемости [1;3;7]. Переход к однонуклеотидным полиморфизмам (Single Nucleotide Polymorphism, или SNP) и микросателлитам (Short Tandem Repeats, или STR) закономерен: генетический профиль становится цифровым объектом, пригодным для обмена, хранения и статистической проверки.

Практическая схема ДНК-паспортизации обычно включает в себя следующие этапы:

1. Отбор пробы и цепочка сохранности: кровь, ушная ткань, волосы с луковицей, сперма, эмбрионы; для продукции – мясо, молоко, фарш, колбасные изделия (с поправкой на деградацию ДНК и смешение).
2. Экстракция ДНК с контролем чистоты и концентрации.
3. Генотипирование выбранной платформой (STR или SNP).
4. Контроль качества: доля пропусков, проверка на контаминации, дубли, согласованность пола, проверки на наличие менделевских ошибок в данных маркеров или родословной (Mendelian checks) для пар «родитель-потомок».
5. Интерпретация и отчет: совпадение профилей, расчет вероятностей, заключение.
6. Занесение в реестр: база генотипов, привязка к идентификаторам животного, партии, хозяйства, событиям (рождение, осеменение, убой).

В отечественных исследованиях показано активное применение однонуклеотидных полиморфизмов для изучения молочного скота Западной Сибири, включая выявление полиморфизмов и их связей с продуктивностью по кандидатным генам, например ген, кодирующий рецептор фактора некроза опухоли первого типа (TNFR1) и фактор некроза опухоли-альфа (TNF- α) [2;4-6]. Это важный организационный аргумент: инфраструктура SNP-генотипирования, где она уже существует ради селекционных задач, может стать фундаментом паспортизации.

Для региональных популяций КРС и свиней, где накоплены данные по генетическим маркерам и структуре популяций, следующим логичным шагом становится не просто публикация о частотах аллелей, а создание референтных баз, пригодных для прикладного контроля [1-7]. В частности, работы по SNP у молочного скота Западной Сибири

демонстрируют методическую готовность и прикладную направленность исследований [2; 4-6]. Это облегчает переход от научной генетики к регламентированной паспортизации, если будет решен вопрос единых панелей, реестра генотипов и юридически значимых процедур.

В пищевом контроле ДНК-методы обычно работают на двух уровнях.

1. Видовая идентификация. Задача: выявить подмену вида в мясе, молочных продуктах, полуфабрикатах. Здесь чаще применяют видоспецифические ПЦР-тесты, ДНК-баркодирование, панели SNP или ампликонное секвенирование. Это наиболее массовый и экономически оправданный сегмент, потому что проверка отвечает на простой вопрос и не требует всеобщего генотипирования животных.

2. Источник и происхождение. Задача: привязать продукт к хозяйству, линии, иногда к индивиду. Тут начинаются ограничения реальной технологической цепочки: если сырье смешано (особенно молоко в танках, фарш от многих туш), индивидуальная привязка резко усложняется и может стать вероятностной задачей; при сохранении раздельности партий и корректной маркировке на этапах уояа и разделки индивидуальная идентификация реальнее, особенно для премиальных цепочек.

В Европейском Союзе прослеживаемость закреплена на уровне базового пищевого законодательства. Регламент ЕС №178/2002 задает принцип, согласно которому оператор должен обеспечивать возможность отследить продукт и его компоненты на стадиях производства, переработки и распределения, минимально по логике один шаг назад и один шаг вперед.

Для говядины действует специфическая инфраструктура идентификации и маркировки, закреплённая Регламентом ЕС № 1760/2000, где прослеживаемость строится вокруг индивидуальной идентификации животных и связи маркировки с идентификаторами. Отдельный слой составляет цифровая платформа TRACES (TRAdе Control and Expert System), обеспечивающая электронную сертификацию и прослеживаемость перемещений животных и ряда категорий продукции в контексте торговли и ветеринарно-санитарных требований.

Таким образом, в ЕС ядро прослеживаемости является документарно-цифровым и обязательным, а ДНК-методы чаще выступают как инструмент доказательной проверки в риск-ориентированном контроле и расследованиях, а не как тотальная ежедневная процедура для каждого килограмма продукта.

В России уже существует цифровой контур ветеринарной прослеживаемости. ФГИС Меркурий (часть системы «ВетИС») предназначена для электронной сертификации и обеспечения прослеживаемости подконтрольных грузов животного происхождения при производстве и обороте. В племенной сфере РФ правовой базой выступает Федеральный закон №123-ФЗ о племенном животноводстве. Однако ДНК-паспортизация как единый обязательный стандарт для происхождения и одновременно как компонент контроля пищевой продукции пока не стала повсеместной практикой. Научная и лабораторная компетенция по маркерам и популяционной генетике у ряда школ присутствует [1-10], но масштабирование упирается в стандартизацию и экономику.

Барьерами внедрения методов ДНК-паспортизации служат необходимость межлабораторной сопоставимости и аккредитации, поскольку международная практика движется через требования к лабораториям и сертификации процедур по принципу ISO 17025 и отраслевых правил, а также выбор панелей маркеров под виды и задачи. Помимо этого, порог окупаемости зависит от масштаба и риска фальсификации. Массовая ДНК-проверка дешевых продуктов экономически выглядит нерелевантно, а точечный контроль в группах риска – рационально. В данном случае положительным сценарием для России является интеграция с существующими цифровыми контурами: ветсертификация и прослеживаемость партий через ФГИС Меркурий, товарные потоки отдельных групп через

маркировку. В таком случае ДНК-паспортизация предоставляет возможность независимой верификации в спорных случаях.

Заключение

ДНК-паспортизация на основе однонуклеотидных полиморфизмов и микросателлитов уже позволяет надежно подтверждать происхождение животных и выявлять фальсификацию продукции, причем однонуклеотидный полиморфизм удобнее для массовых реестров и интеграции с геномной селекцией. Максимальный эффект достигается, когда ДНК-профили встроены в систему учета и прослеживаемости, а не существуют отдельно в виде лабораторных протоколов. В Европейском союзе ДНК чаще служит доказательной проверкой поверх обязательной цифровой прослеживаемости, а в России рационально внедрять такие решения поэтапно, с упором в стандартизацию, экономику и нормативное оформление генетических данных.

Список литературы

1. *Петухов, В. Л.* Генофонд скороспелой мясной породы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, А. И. Желтиков [и др.]. – Новосибирск : Издательско-полиграфическое объединение «Юпитер», 2005. – 631 с. – ISBN 5-9657-0039-3. – EDN QKYINT.
2. *Петухов, В. Л.* Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 5. – С. 38-40. – EDN PFTXJN.
3. *Люханов, М. П.* Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNP по гену TNFR1 у крупного рогатого скота черно-пёстрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью / М. П. Люханов, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко // Зоотехния. – 2015. – № 3. – С. 2-3. – EDN TKJUUV.
4. *Люханов, М. П.* Однонуклеотидный полиморфизм в популяции крупного рогатого скота красной степной породы / М. П. Люханов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко, Н. С. Юдин // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 326. – EDN SBKWZX.
5. *Люханов, М. П.* Связь SNP гена TNF-α у черно-пёстрого скота Западной Сибири с показателями молочной продуктивности / М. П. Люханов, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов, О. И. Себежко // Главный зоотехник. – 2014. – № 10. – С. 21-26. – EDN SNXNPR.
6. *Желтиков, А. И.* Иммуногенетическая характеристика быков-производителей разных пород в ОАО «Племпредприятие «Барнаульское» / А. И. Желтиков, Н. М. Костомахин, Д. С. Адушинов [и др.] // Главный зоотехник. – 2022. – № 4(225). – С. 3-13. – DOI 10.33920/sel-03-2204-01. – EDN DUVJEZ.
7. *Желтиков, А. И.* Иммуногенетическая характеристика крупного рогатого скота красных пород Алтайского края разной линейной принадлежности / А. И. Желтиков, В. В. Ильин, В. Г. Маренков [и др.] // Вестник НГАУ. – 2016. – № 2(39). – С. 141-153. – EDN WIQSCN.
8. *Kamaldinov, E. V.* Genetic similarity of Siberian pig breeds in allele frequencies of serum protein allotype systems / E. V. Kamaldinov, V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich [et al.] // Indian Veterinary Journal. – 2018. – Vol. 95, No. 2. – P. 47-49. – EDN XXQQDB.
9. *Korotkevich, O. S.* Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et al.] // Proceeding of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, 17–22 August 2014. – Vancouver: Promega, 2014. – EDN TADEVH.
10. *Petukhov, V. L.* Genetics, Biotechnology, Breeding: English-Russian Dictionary / V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich, T. V. Konovalova [et al.]. – Новосибирск: Издательский дом «Прометей», 2010. – 903 p. – EDN VXTKAQ.

МОЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ У КОШЕК: РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ФАКТОРЫ РИСКА, ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ

А.А. Решотко

М.В. Стрижкова, научный руководитель

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, resotkoalina693@gmail.com*

Аннотация. В данной работе представлена информация о мочекаменной болезни у котов, а именно причины, симптомы, диагностика и лечение, рекомендации по профилактике. Также описаны породы, у которых МКБ встречается чаще, а у каких маловероятно возникновение болезни.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; коты; кошки; анатомические особенности; породы.

URINARY STONE DISEASE IN CATS: PREVALENCE, RISK FACTORS, AND TREATMENT APPROACHES

A.A. Reshotko

Scientific supervisor: M.V. Strizhkova

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract: This work presents information about urolithiasis in cats, namely causes, symptoms, diagnostics and treatment, recommendations for prevention. Also described breeds in which urolithiasis occurs more often, and in which the disease is unlikely to occur.

Keywords: urolithiasis; cats; cats; anatomical features; breeds.

Актуальность проблемы заключается в том, что заболевание такое как мочекаменная болезнь (МКБ) распространено среди кошачьих. По статистике ветеринарных клиник, это заболевание становится причиной обращения каждого десятого владельца. МКБ причиняет животному сильную боль, может привести к острой задержке мочи, интоксикации организма и даже гибели питомца. В последние годы отмечается рост числа случаев МКБ, особенно в крупных городах, где кошки часто лишены естественных условий содержания и подвергаются высококонцентрированному типу кормления на фоне недостаточного водопотребления. Заболевание занимает одно из ведущих мест среди урологических патологий у кошек и котов, представляет серьёзную угрозу для здоровья и жизни домашних животных.

Целью данного обзора является анализ современных данных о причинах, симптомах, диагностике и лечении, а также о рекомендациях по профилактике МКБ.

Результаты исследования

Мочекаменная болезнь – хроническое заболевание, характеризующееся образованием мочевых камней в мочевыводящей системе, нарушением эндокринного, минерального, витаминного обменов и кислотно-щелочного равновесия. Это заболевание также известно, как уретрит, уролитиаз, нефролитиаз, почечнокаменная болезнь, камни мочевого пузыря [4]. Причины мочекаменной болезни различны. Рассмотрим основные причины развития МКБ:

- неправильное питание: избыток минералов (кальций, магний, фосфор) и недостаточное потребление жидкости приводят к образованию кристаллов и камней;
- генетика: некоторые породы кошек предрасположены к развитию МКБ;
- инфекции мочевых путей: бактериальные инфекции способствуют формированию конкрементов;

- стресс: эмоциональные нагрузки влияют на работу почек и мочеполовой системы.

Мочекаменная болезнь (МКБ) у кошек имеет ряд особенностей, обусловленных анатомическими, физиологическими и поведенческими характеристиками кошачьих.

Анатомия мочевыводящей системы включает:

- узкий уретральный канал: уретра котов значительно уже и длиннее, чем у кошек, что повышает риск закупорки мочевых путей камнями или песком;

- форма мочевого пузыря: самки имеют специфическое строение мочевого пузыря, способствующее застою мочи и образованию кристаллов.

Физиология:

- высокая концентрация мочи: кошки способны концентрировать мочу сильнее, чем собаки, что способствует формированию камней;

- особенности диеты: необходима высокобелковая диета, которая влияет на кислотно-щелочной баланс мочи.

Все животные ведут себя по-разному. Также и у кошек существуют свои особенности поведения, к ним относятся недостаточное потребление воды и низкая активность. Дело в том, что домашние кошки часто ведут малоподвижный образ жизни, что увеличивает риск развития МКБ. Не секрет, что они склонны пить меньше жидкости, особенно если вода расположена далеко от места кормления. Такие особенности могут привести к заболеванию. Мочекаменная болезнь характеризуется образованием отложений (уролитов или камней) в мочевыделительной системе. Мочевые камни могут формироваться в любой части мочевой системы, но наиболее часто это происходит в мочевом пузыре. Чаще всего уrolиты, образовавшиеся в мочевом пузыре, состоят из струвитов (аммонийно-магниевого фосфата) или оксалата кальция [4].

Образование мочевых камней — это следствие неправильного кормления и поения, нарушения деятельности обмена веществ, кислотно-щелочного равновесия в организме, физико-химического состояния защитных коллоидов, поддерживающих соли мочи в растворённом состоянии [2].

Предрасполагающими факторами являются: генетика, возраст и пол животного. Породы, склонные к развитию мочекаменной болезни это кошки сиамской, персидской, британской, шоттиш-фолд (шотландская вислоухая), экзотической короткошерстной, русской голубой породы.

Некоторые породы имеют генетическую предрасположенность к развитию мочекаменной болезни (аббисинская порода).

Животные, которые подвержены данному заболеванию имеют склонность к избыточному весу, чаще всего у них низкий уровень активности, они подвержены высокому уровню стресса. Все это является предрасполагающими факторами.

Для диагностики мочекаменной болезни кошек применяются следующие методы: анализ мочи (общий и биохимический), обязательно необходимо УЗИ органов брюшной полости, рентгенография (при наличии крупных камней), цитоскопия (осмотр мочевого пузыря специальным прибором).

Клинические признаки мочекаменной болезни разнообразны и зависят от размера и локализации камней: частое и болезненное мочеиспускание (дизурия), наличие крови в моче (гематурия), затрудненное мочеиспускание (странгурия), беспокойство и мяуканье при попытке помочиться, уменьшение объема выделяемой мочи, общее ухудшение состояния животного. При обнаружении подобных симптомов необходимо немедленно обратиться к ветеринарному врачу.

Синдром мочекаменной болезни может быть определен как возникновение врожденных или приобретенных патофизиологических факторов, которые, в сочетании, прогрессивно увеличивают риск осаждения экскреторных метаболитов в моче с образованием камней или уrolитов [6].

Мочевые камни (уролиты) образуются в мочевыделительном тракте животных из плохо растворимых кристаллоидов, и если их можно разглядеть только под микроскопом, то их называют кристаллами, видимые же невооруженным глазом называют уролитами.

Множество факторов влияет на перенасыщение мочи кристаллами, а в будущем и на образование уролитов: сниженная жажда, неправильно подобранный рацион, избыточный вес, рН, плотность и температура мочи, наличие в ней предшественников кристаллизации - белка, эритроцитов, мертвого эпителия, бактерий или других кристаллов. Интенсивность роста уролитов зависит также от минерального состава, воспалительного процесса и наличия инфекционных/бактериальных агентов [5].

Наиболее часто встречающиеся камни — это струвитные (фосфаты магния и аммония) и оксалат кальция. Также могут встречаться карбонаты кальция. Установлено, что струвитный уролитиаз у кошек достаточно распространен [1].

К процессу лечения животных нужно подходить индивидуально. Лечение представляет собой длительный процесс, необходимо следовать назначениям ветеринарного врача. Специалист может скорректировать питание, назначить определенную диету (специальные лечебные корма), посоветует скорректировать потребление жидкости. При необходимости назначают лекарственные препараты (антибиотики, спазмолитики, противовоспалительные препараты). В некоторых случаях требуются хирургические манипуляции, направленные на удаление камней (литотрипсия, уретростомия).

Для того чтобы предотвратить развитие МКБ, рекомендуется соблюдать следующие меры профилактики: регулярное кормление качественным сбалансированным питанием, обеспечение достаточного количества свежей питьевой воды, контроль веса питомца. Важно своевременно выявлять болезнь, так как она может привести к долгосрочным последствиям и приобрести хроническую форму [3].

При мочекаменной болезни (МКБ) употребление достаточного количества воды играет ключевую роль в поддержании здоровья мочеполовой системы кошки. Важность потребления большого объема жидкости при данном заболевании состоит в следующем:

Повышенное потребление воды ведет к увеличению объема выделяемой мочи, что снижает концентрацию минералов и солей в ней. Чем менее концентрирована моча, тем ниже вероятность осаждения минеральных веществ и формирования камней.

Обильное питье помогает поддерживать нормальный ток мочи, предотвращая её застой в почках и мочевом пузыре. Застоявшаяся моча создает благоприятные условия для роста бактерий и камнеобразования.

Регулярное поступление воды поддерживает оптимальный рН мочи, снижая риск образования определённых типов камней. Например, кислая среда препятствует росту струвитов, тогда как слабощелочная - защищает от появления оксалатов кальция.

Поддерживая адекватный водный баланс, организм лучше выводит продукты распада белков и других веществ, препятствуя накоплению токсичных элементов, влияющих на развитие МКБ.

Поскольку кошки, будучи хищниками, получают большую часть влаги из пищи, многие домашние питомцы плохо приспособлены к самостоятельному потреблению необходимого объёма жидкости. Рекомендуется добавлять влажный корм в рацион кошки, предпочтительно специализированный диетический продукт. Обеспечивать постоянный доступ к свежей, прохладной питьевой воде (например, с помощью специальных фонтан-поилок, которые привлекают внимание кошек движением и шумом воды).

Для всех пород важно обеспечить правильное питание. Животным необходимо потреблять достаточное количество чистой воды, для предотвращения мочекаменной болезни. Периодически необходимо менять воду, используя фильтрованную или бутилированную жидкость, свободную от примесей. Важны и регулярные ветеринарные

осмотры для того, чтобы заметить начальный этап болезни и избежать хирургических вмешательств. Это позволит снизить вероятность развития мочекаменной болезни.

Выводы

1. Мочекаменная болезнь у кошек проявляется рядом характерных симптомов, таких как болезненное и затруднённое мочеиспускание, кровь в моче, беспокойство и снижение объёма мочи.

2. Своевременная диагностика и правильное лечение позволяют значительно повысить качество жизни домашних питомцев и избежать серьезных осложнений.

Список литературы

1. *Ватников, Ю.А.* Факторы риска развития струвитного уролитиаза у домашних кошек / Ю.А. Ватников, А.А. Руденко, П.А. Руденко, В. И. Кузнецов, С.А. Ягников // Вестник КрасГАУ. – 2020. №11– (164). – С. 122-129.
2. *Гертман, А. М.* Болезни почек и органов мочевыделительной системы животных: учебное пособие для вузов / А.М. Гертман, Т. С. Самсонова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2026. – 388 с.
3. *Гречкина, В.В.* Биохимические показатели сыворотки крови и мочи при мочекаменной болезни у кошек / В.В. Гречкина, А.А. Торшков, В.В. Герасименко, К.А. Чернова // под общей редакцией М.С. Сеитов. – Оренбург: Оренбургский ГАУ. – 2025. – С. 181-183.
4. *Клейменова, К.А.* Мочекаменная болезнь кошек / К.А. Клейменова // Научный журнал молодых ученых. – 2021. – №4 (25). – С. 33-37.
5. *Лаврова, Е.А.* Клинический случай мочекаменной болезни у кота / Е.А. Лаврова // VetPharma. – 2016. – №6 (34). – С. 16-17.
6. *Рахимжанова, Д.Т.* Распространенность болезней мочевыводящих путей у кошек / Д.Т. Рахимжанова, А. Джуман, А. Алдабергенова // Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина. – 2022. – № 1. – С. 279-288.

УДК 636.2.082.12:577.21

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ МОЛОЧНОГО СКОТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ

О.С. Ужайкина

Научный руководитель: О.И. Себежко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, Oksasna.uzh@icloud.com*

Аннотация. В статье проведён анализ мирового опыта применения геномных технологий в селекции молочного скота на устойчивость к заболеваниям, включая мастит и метаболические нарушения. Рассмотрены ключевые SNP-маркеры генов TNF-α и TNFR1, ассоциированные с иммунным ответом и продуктивным долголетием животных, а также подходы к формированию референтных популяций и точность геномного прогнозирования в США, Канаде и странах ЕС. Дана характеристика современных систем геномной оценки племенной ценности и их применимости для российского молочного скотоводства. Выявлены основные барьеры для внедрения геномной селекции в России — отсутствие крупной референтной популяции, недостаточная инфраструктура и дефицит квалифицированных кадров — и определены перспективные направления их преодоления, включая создание национальной базы данных генотипов, субсидирование генотипирования и подготовку кадров в области биоинформатики.

Ключевые слова: геномная селекция; молочный скот; SNP-маркеры; устойчивость к заболеваниям; референтная популяция; маркер-ассистированная селекция; генетический прогресс.

MODERN GENOMIC TECHNOLOGIES IN DAIRY CATTLE BREEDING FOR DISEASE RESISTANCE

O.S. Uzhaikina

Scientific supervisor: O.I. Sebezsko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article presents an analysis of international experience in applying genomic technologies to dairy cattle breeding for disease resistance, with a focus on mastitis and metabolic disorders. Key SNP markers of TNF- α and TNFR1 genes associated with immune response and productive longevity are reviewed, along with approaches to reference population formation and genomic prediction accuracy in the USA, Canada and EU countries. Current genomic estimated breeding value (gEBV) systems are characterised in terms of their applicability to Russian dairy cattle breeding. The main barriers to genomic selection implementation in Russia are identified — lack of a large reference population, insufficient infrastructure and shortage of qualified personnel — and promising directions for overcoming them are outlined, including the creation of a national genotype database, subsidising genotyping and training specialists in bioinformatics.

Keywords: genomic selection; dairy cattle; SNP markers; disease resistance; reference population; marker-assisted selection; genetic progress.

Актуальность проблемы. Заболеваемость молочного скота, прежде всего мастит и метаболические нарушения, наносит значительный экономический ущерб отрасли и обуславливает необходимость разработки эффективных селекционных решений. Только мастит ежегодно приводит к потерям в размере 100–200 долларов на корову в развитых странах, а совокупные потери от всех болезней могут составлять до 10–15% от валового дохода молочной фермы. В связи с этим, внедрение геномных технологий для отбора животных с повышенной устойчивостью к заболеваниям становится не просто перспективным направлением, а критически важным инструментом для снижения издержек и повышения рентабельности молочного животноводства в долгосрочной перспективе.

Цель обзора: проанализировать мировой опыт применения геномных технологий в селекции молочного скота на устойчивость к заболеваниям, выявить основные барьеры для внедрения в России и определить перспективные пути их преодоления.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2010–2025 гг.

Результаты

Использование геномных технологий позволяет отбирать животных с повышенной устойчивостью к заболеваниям на ранних этапах, что повышает экономическую эффективность молочного скотоводства [2;7].

Анализ мирового опыта. Анализ мирового опыта применения геномной селекции для улучшения здоровья молочного скота, показал, что в развитых странах данные технологии активно внедряются в практику животноводства. В США и Канаде разработаны и функционируют системы геномной оценки племенной ценности, которые учитывают устойчивость животных к заболеваниям на основе использования панелей SNP-маркеров

для прогнозирования генетического потенциала. В странах Европейского союза геномная селекция интегрирована в национальные программы племенного учёта, при этом особое внимание уделяется поиску и валидации маркеров устойчивости к маститам и метаболическим нарушениям [3;4]. Анализ научных источников позволил выделить наиболее значимые гены-маркеры, используемые в селекции: SNPs гена TNF- α , ассоциированные с воспалительными процессами и показателями молочной продуктивности у черно-пёстрого скота [8]; SNPs TNFR1 (-1703C/T), связанные с ростом и развитием молодняка черно-пёстрой породы [6]; гены иммунного ответа, исследуемые в контексте устойчивости к инфекционным заболеваниям [1]; а также маркеры метаболических процессов, анализируемые для снижения риска кетоза и других обменных нарушений [7; 9].

Подходы к геномной оценке в разных странах. Точность геномного прогнозирования зависит от размера референтной популяции, количества используемых маркеров и степени наследуемости признака. В оптимальных условиях достоверность оценок может достигать 60–70%, что существенно выше традиционных методов селекции [3; 8]. Дальнейшее повышение точности прогнозирования связано с расширением референтных популяций и включением в анализ дополнительных SNP-маркеров, выявляемых методами полногеномного поиска ассоциаций (GWAS). Коммерческое внедрение геномных оценок уже сегодня позволяет сократить интервал между поколениями и ускорить генетический прогресс по признакам здоровья. В перспективе разработка комплексных племенных индексов, объединяющих маркеры устойчивости к различным заболеваниям, станет основой для создания высокопродуктивных и резистентных

Барьеры для внедрения в России геномных технологий в селекции скота на устойчивость к заболеваниям обусловлены комплексом взаимосвязанных причин. На передний план здесь выходит отсутствие крупной референтной популяции, располагающей полными фенотипическими и генотипическими данными, которые были бы специфичны именно для российских пород [3]. Ситуация усугубляется высокой стоимостью генотипирования, что закономерно ограничивает возможность массового применения этих технологий в рядовых хозяйствах [4]. Кроме того, серьезным препятствием выступает недостаточная интеграция данных между производителями и исследовательскими центрами, что приводит к разрозненности критически важной информации о происхождении, продуктивности и здоровье животных [4;9]. Значительное влияние оказывает и ограниченное количество лабораторий молекулярно-генетической экспертизы, способных проводить высокоточные исследования [2-4]. Замыкают этот круг проблем низкая осведомленность самих сельхозпроизводителей о преимуществах геномной селекции [4], а также острый дефицит квалифицированных кадров в таких узких областях, как биоинформатика и генетика животных [10].

Для успешного внедрения геномных технологий в молочное животноводство необходим комплексный подход, включающий организационные, инфраструктурные и образовательные меры. Преодоление существующих ограничений требует консолидации усилий научного сообщества, государства и бизнеса по следующим ключевым направлениям: создание национальной референтной базы данных по генотипам и фенотипам молочного скота с учётом региональных особенностей [3]. Формирование репрезентативной выборки животных, включающей как высокопродуктивных, так и аборигенных представителей пород, разводимых в различных климатических и хозяйственных условиях России, является фундаментальным условием для повышения точности геномной оценки. Такая база должна содержать не только генетические профили (SNP-генотипы), но и максимально полные фенотипические данные, включая показатели здоровья, продуктивности и воспроизводства за ряд поколений, что позволит выявлять достоверные ассоциации между маркерами и хозяйственно полезными признаками.

Значимым направлением поддержки должно стать субсидирование генотипирования и развитие инфраструктуры лабораторий [4;9], поскольку высокая стоимость оборудования и реагентов для проведения полногеномного анализа остается одним из главных сдерживающих факторов для широкого внедрения технологий. В связи с этим необходима разработка программ софинансирования затрат племенных хозяйств на генотипирование поголовья, а также целевое финансирование модернизации ветеринарных и зоотехнических лабораторий и создание региональных центров компетенций по геномной селекции, что в комплексе позволит сделать услуги по генотипированию доступными для широкого круга сельхозтоваропроизводителей.

Эффективное использование геномных данных невозможно без создания унифицированной информационной среды, обеспечивающей сбор, хранение, обработку и обмен информацией между всеми участниками процесса селекции. Интеграция специализированных баз данных с уже действующей Федеральной государственной информационно-аналитической системой (ФГИС) в области племенного животноводства позволит автоматизировать расчет племенных ценностей, вести электронный учет происхождения и продуктивности, а также обеспечить прозрачность и прослеживаемость генетического материала.

Дефицит квалифицированных кадров, способных интерпретировать результаты геномной оценки и принимать на их основе селекционные решения, требует пересмотра учебных планов в аграрных вузах и центрах дополнительного профессионального образования. Необходима подготовка зоотехников-селекционеров новой формации, владеющих методами популяционной генетики, биоинформатического анализа и цифровыми технологиями управления стадом [10], что обеспечит грамотное практическое применение научных разработок непосредственно на фермах.

Несмотря на необходимость учета национальных особенностей, активное взаимодействие с зарубежными генетическими центрами (США, Канада, страны ЕС), обладающими многолетним опытом практического применения геномной селекции, позволит ускорить развитие отечественных программ. Это включает участие в совместных исследовательских проектах, гармонизацию методов оценки племенной ценности, адаптацию зарубежного программного обеспечения и референтных панелей для российских пород скота.

Для преодоления психологического барьера и недоверия со стороны практикующих животноводов необходима наглядная демонстрация экономической эффективности геномной селекции. Популяризация геномных технологий среди сельхозпроизводителей может происходить через демонстрационные проекты и кейс-стадии. Создание пилотных ферм и демонстрационных стад, где на практике показано увеличение продуктивного долголетия, снижение затрат на ветеринарные препараты и ускорение генетического прогресса за счет использования геномных индексов, позволит убедить аграриев в целесообразности инвестиций в новые технологии и сформировать спрос на геномные услуги.

Заключение

Современные геномные исследования в селекции молочного скота, направленные на формирование животных с устойчивостью к заболеваниям, имеют высокую практическую значимость и могут быть использованы для создания референтных популяций, снижения заболеваемости маститом и метаболическими нарушениями, повышения продуктивного долголетия стада, а также улучшения качества и безопасности животноводческой продукции. Для успешного внедрения в России необходим комплексный подход: создание национальной референтной базы данных генотипов и фенотипов; субсидирование генотипирования и развитие инфраструктуры лабораторий; интеграция баз данных с ФГИС в области племенного животноводства; подготовка специалистов нового поколения, владеющих методами популяционной генетики и биоинформатики; международное

сотрудничество с ведущими генетическими центрами Таким образом, перечисленные аспекты формируют научную основу для развития современных подходов к селекции молочного скота, сочетающих достижения молекулярной генетики, биохимии и цифровых технологий.

Список литературы

1. Братчикова, М. О. Молекулярно-генетические заболевания крупного рогатого скота / М. О. Братчикова, О. И. Себежко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сборник трудов научно-практической конференции, Новосибирск, 18 декабря 2017 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. – С. 83-85. – EDN XNOCРZ.
2. Братчикова, М. О. Химеризм. Химерные гены, транскрипты, белки / М. О. Братчикова, О. И. Себежко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : сборник трудов научно-практической конференции, Новосибирск, 18 декабря 2017 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. – С. 86-88. – EDN XNOSTJ.
3. Генотипическая структура, метаболический статус и качество молока коров симментальской породы / Г. М. Гончаренко, Е. Ю. Заборских, О. И. Себежко [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54, № 12(313). – С. 89-98. – DOI 10.26898/0370-8799-2024-12-10. – EDN JYCNVF.
4. Горелова, А. М. Потенциал систем точного животноводства (PLF) в молочном скотоводстве / А. М. Горелова, О. И. Себежко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : сборник X Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск, 04–05 декабря 2025 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 381-384. – EDN CWFYIP.
5. Коркина, А. А. Амплификация РНК методом ПЦР / А. А. Коркина, О. И. Себежко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : сборник трудов научно-практической конференции, Новосибирск, 10–14 декабря 2018 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 107-110. – EDN VSNFIO.
6. Люханов, М. П. Ассоциация SNP TNF- α -824A/G и TNFR1-1703C/T с некоторыми показателями роста и развития молодняка черно-пёстрой породы / М. П. Люханов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 500. – EDN SDMYJL.
7. Роль наследственных факторов в уровне аланинаминотрансферазы у сельскохозяйственных животных / О. И. Себежко, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39, № 12. – С. 43-49. – DOI 10.53859/02352451_2025_39_12_43. – EDN UMRXUS.
8. Связь SNP гена TNF- α у черно-пёстрого скота Западной Сибири с показателями молочной продуктивности / М. Люханов, О. Короткевич, В. Петухов, О. Себежко // Сборник научных трудов Ставропольского НИИЖК. – 2014. – Т. 3, № 7. – С. 236-240. – EDN TBIVEV.
9. Себежко, О. И. Оценка протеинового статуса крупного рогатого скота при получении экологически безопасной продукции животноводства / О. И. Себежко // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы III Международной научно-практической конференции, Барнаул, 18 апреля 2024 года. – Барнаул: Алтайский ГАУ, 2024. – С. 184-188. – EDN CSGLKA.
10. Genetics, Biotechnology, Breeding : English-Russian Dictionary / V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich, T. V. Konovalova [et al.]. – Новосибирск: Издательский дом «Прометей», 2010. – 903 p. – EDN VXTKAQ.

РОЛЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСКОРЕНИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

П.Д. Халманская

Научный руководитель: О.И. Себежко

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, polina.paranorma07@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются основные вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ): искусственное осеменение, трансплантация эмбрионов, производство эмбрионов *in vitro*, получение эмбрионов посмертно. Проведён анализ роли ВРТ в ускорении генетического прогресса в животноводстве: интенсификации воспроизводства стада, сокращении интервала между поколениями и сохранении генофонда ценных пород. Определены перспективы развития технологий, включая интеграцию с геномным редактированием и формирование криобанков генетических ресурсов.

Ключевые слова: вспомогательные репродуктивные технологии; трансплантация эмбрионов; искусственное осеменение; генетический прогресс; животноводство; генофонд; криобанк.

THE ROLE OF ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES IN ACCELERATING GENETIC PROGRESS IN ANIMAL HUSBANDRY

P.D. Khalmanskaya,

Scientific supervisor: O.I. Sebezko

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The paper examines the main assisted reproductive technologies (ART): artificial insemination, embryo transfer, *in vitro* embryo production, and post-mortem embryo recovery. The role of ART in accelerating genetic progress in animal husbandry is analysed, including intensification of herd reproduction, reduction of the generation interval and preservation of the gene pool of valuable breeds. Prospects for further development of the technologies are outlined, including integration with genome editing and the establishment of cryobanks of genetic resources.

Keywords: assisted reproductive technologies; embryo transfer; artificial insemination; genetic progress; animal husbandry; gene pool; cryobank.

Актуальность проблемы. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) играют важную роль в ускорении генетического прогресса в животноводстве. Они позволяют интенсифицировать воспроизводство стада, получать потомство от животных с желаемыми генетическими характеристиками и сокращать интервал между поколениями [5]. Актуальность вспомогательных репродуктивных технологий обусловлена необходимостью повышения продуктивности животных, быстрого формирования высокоценных стад, сохранения генофонда редких пород и обеспечения биологической безопасности при международном обмене генетическим материалом — эмбрионы исключают передачу инфекций и позволяют хранить материал в криобанках.

Цель обзора: систематизировать данные об основных методах ВРТ, применяемых в животноводстве, охарактеризовать их роль в ускорении генетического прогресса и определить перспективы развития.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 11 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2020–2025 гг.

Результаты

Изучением возможностей вспомогательных репродуктивных технологий занимаются многие отечественные [3; 5-7; 9-10] и зарубежные исследователи [10;11], как с точки зрения биологических наук, так и с точки зрения экономической эффективности.

Некоторые методы вспомогательные репродуктивные технологии, используемые в животноводстве:

- Искусственное оплодотворение (в том числе с использованием семян, разделенных по полу). Позволяет генетически превосходящему самцу производить много высокопродуктивного потомства.

- Перенос (трансплантация) эмбрионов. Позволяет генетически превосходящей самке делать то же самое более эффективно. Например, технология МОЕТ (множественная овуляция и перенос эмбрионов): у коров-доноров индуцируется суперовуляция, проводится искусственное осеменение, и на 6-7-й день после искусственного оплодотворения эмбрионы вымываются и пересаживаются коровам-реципиентам. Технология используется для ускоренного выведения животных с ценными племенными и продуктивными качествами. Например, трансплантация эмбрионов позволяет получать десятки эмбрионов в год от одной коровы-донора [6; 9].

- Производство эмбрионов *in vitro*. Эмбрионы производятся в лабораторных условиях: незрелые яйцеклетки собираются, хранятся и созревают в лабораторных условиях, а после оплодотворения помещаются в инкубатор [9].

- Получение эмбрионов посмертно от особо ценного животного после её гибели. Полученные эмбрионы могут быть пересажены реципиенту, который выносит и родит потомство этой особи. Технически процедура включает извлечение яичников у самок или семенников у самцов в первые часы после гибели с последующим выделением ооцитов или сперматозоидов. Извлечённые половые клетки оплодотворяют *in vitro* с использованием методов экстракорпорального оплодотворения или интрацитоплазматической инъекции сперматозоидов. Полученные зиготы культивируют до стадии бластоцисты, после чего криоконсервируют или немедленно пересаживают синхронизированному реципиенту. Ключевым условием успеха является максимально быстрое извлечение тканей в течение 2–4 часов после гибели и строгое соблюдение холодовой цепи.

Повышение эффективности разведения при использовании вспомогательных репродуктивных технологий происходит за счет использования животных с ценными генетическими качествами, их интенсивного отбора и точной племенной оценки матерей-быков. Сокращается интервал между поколениями, например, за счет использования для разведения 9–месячных телок и молодых коров, что повышает эффективность племенной работы на 20-25% по сравнению с традиционной системой воспроизводства стада, которая предполагает репродуктивное использование старых животных. Создание племенного ядра из особо ценных животных — группы особей с необходимыми генетическими характеристиками, например, устойчивостью к болезням [3;8]. Такие животные предназначены для воспроизводства высококачественного молодняка.

Роль вспомогательных репродуктивных технологий в ускорении генетического прогресса в животноводстве заключается в том, что они позволяют:

- Ускорить разведение животных: закрепить желаемые генетические и фенотипические признаки в поголовье.

- Воссоздавать ценных особей на основе генетического материала, хранящегося в криобанке.

- Планировать пол будущего потомства.

Перспективы дальнейших исследований и применения ВРТ можно видеть в следующих основных направлениях:

1) Развитие производства эмбрионов и трансплантации *in vitro*. Это открывает новые возможности: получение эмбрионов от ценных доноров и пересадка их малоценным реципиентам, создание криобанка для редких и мелких пород крупного рогатого скота, а также межпородные трансферты, при необходимости, для плавного перехода фермы от одной породы животных к другой.

2) Интеграция технологии геномного редактирования в программы селекции. Вспомогательные репродуктивные технологии помогают получать и воспроизводить генеративный материал для геномного редактирования от животных с желаемыми генетическими характеристиками.

Заключение

ВРТ позволяют ускорить закрепление желаемых генетических и фенотипических признаков в поголовье, воссоздавать ценных особей на основе материала из криобанков и планировать пол потомства. Перспективными направлениями являются: развитие производства эмбрионов *in vitro* и их трансплантации, создание криобанков для редких пород, а также интеграция ВРТ с технологиями геномного редактирования. Получение эмбрионов посмертно позволяет сохранить потомство особо ценной особи после её гибели.

Список литературы

1. Влияние мутаций в гене FGF-5 на показатели шерсти у овец (обзор) / Е. А. Климанова, Д. А. Александрова, О. И. Себежко [и др.] // Вестник НГАУ. – 2023. – № 3(68). – С. 225-235. – DOI 10.31677/2072-6724-2023-68-3-225-235. – EDN VJAUPR.
2. Дикарев, А. Г. Определение племенной ценности крупного рогатого скота / А. Г. Дикарев // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар: Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 315-316. – EDN UAKOJC.
3. Дидушина, К. А. Эффективность искусственного осеменения кобыл / К. А. Дидушина // Молодежь и наука. – 2025. – № 3. – EDN VQHNLJ.
4. Зайко, О. А. Влияние генотипа свиноматок на значение цветного показателя у потомства / О. А. Зайко, О. И. Себежко, И. К. Бирюля // Модернизация аграрного образования : сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции, Томск, 14 декабря 2021 года. – Томск-Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 986-988. – EDN TZGUVG.
5. Зиновьева, Н. А. Вспомогательные репродуктивные технологии: история становления и роль в развитии генетических технологий в скотоводстве (обзор) / Н. А. Зиновьева, С. В. Позябин, Р. Ю. Чинаров // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 2. – С. 225-242. – DOI 10.15389/agrobiology.2020.2.225rus. – EDN ZMUEJF.
6. Казанцева, А. А. Трансплантация эмбрионов / А. А. Казанцева // Генетика в системе сельскохозяйственных наук и практике : материалы I Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Уссурийск, 29 апреля 2025 года. – Уссурийск: Приморский ГАУ, 2025. – С. 43-48. – EDN IAUWCE.
7. Лукьянов, А. А. Современные геномные технологии в животноводстве / А. А. Лукьянов // Современные подходы к развитию агропромышленного, химического и лесного комплексов : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Великий Новгород, 17 марта 2021 года. – Великий Новгород: НГУ им. Ярослава Мудрого, 2021. – С. 233-237. – DOI 10.34680/978-5-89896-744-4/2021.AIC.39. – EDN MIEIYF.
8. Тарасенко, Е. И. Особенности андрогенного статуса овцематок романовской породы на территории Кузбасса / Е. И. Тарасенко, И. Н. Морозов, О. И. Себежко // Теория и практика современной аграрной науки : сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции, Новосибирск, 27 февраля 2023 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 1209-1211. – EDN CWOLTI.

9. Чинаров, Р. Ю. Производство эмбрионов крупного рогатого скота с использованием прижизненно получаемых ооцитов: мировые тренды и перспективы (обзор) / Р. Ю. Чинаров, В. А. Луканина // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 9. – С. 31-38. – DOI 10.53859/02352451_2023_37_9_31. – EDN LBFYXG.

10. Advancing genome editing to improve the sustainability and resiliency of animal agriculture / D. Wray-Cahen, A. Bodnar, C. Rexroad [et al.] // CABI Agriculture and Bioscience. – 2022. – Vol. 3, No. 1. – P. 1-17. – DOI 10.1186/s43170-022-00091-w. – EDN ALSGPK.

11. Ali, B. M. The effect of farm genetics expenses on dynamic productivity growth / B. M. Ali, Y. De Mey, A. G. J. M. Oude Lansink // European Journal of Operational Research. – 2021. – Vol. 290, No. 2. – P. 701-717. – DOI 10.1016/j.ejor.2020.08.030. – EDN SPTAWM.

УДК 636.294.082

РАЗВЕДЕНИЕ ОЛЕНЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РОССИИ.

С.А. Чиркова

Научный руководитель: Степаненко Ж.Р., к.б.н., доцент

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологии

Аннотация. Оленеводство представляет собой исторически сложившуюся отрасль животноводства в рамках традиционной и комплексной системы использования природных ресурсов Крайнего Севера. Оленеводство в различных регионах России выполняет важную функцию как в экономической, так и в культурной жизни северных территорий. Основные центры оленеводства расположены в Ямало-Ненецком автономном округе, Ненецком автономном округе, Республике Саха (Якутия), Мурманской области и Камчатском крае.

Ключевые слова: оленеводство; разведение; маралы; селекционно-племенная работа; северные олени; пятнистые олени.

REINDEER BREEDING IN RUSSIA'S AGRICULTURAL SECTORS.

S.A. Chirkova

Scientific supervisor: Stepanenko Zh.R.

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. Reindeer herding is a historically established branch of animal husbandry within the traditional and comprehensive system of using natural resources in the Far North. Reindeer herding plays an important role in the economic and cultural life of the northern regions of Russia. The main centers of reindeer herding are located in the Yamalo-Nenets Autonomous District, the Nenets Autonomous District, the Republic of Sakha (Yakutia), the Murmansk Region, and the Kamchatka Territory.

Keywords: reindeer herding; breeding; marals; selection and breeding work; reindeer; spotted deer.

Введение. Цель исследования. Оленеводство в России — это давняя и стратегически важная отрасль сельского хозяйства. Она играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности арктических и субарктических регионов, одновременно поддерживая традиционные источники дохода и культурное наследие коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока. В условиях современных экономических вызовов, в частности геополитических ограничений и необходимости обеспечения самообеспечения за счет внутреннего производства, развитие оленеводства приобретает особую важность как для увеличения внутреннего потребления, так и для укрепления экспортного потенциала страны. Основная цель данной статьи — провести всесторонний анализ современного состояния оленеводства как подотрасли сельского

хозяйства в Российской Федерации, выявить ключевые факторы, определяющие его эффективность, определить структурные препятствия и наметить перспективы развития в рамках текущей экономической и социальной политики.

Оленеводство является одним из перспективных направлений в производстве продукции сельского хозяйства. В настоящее время в России ведется активное разведение. Значительная часть этих животных выращивается в Ямало-Ненецком автономном округе, Якутии и Алтайском крае. В последние годы наблюдается рост спроса на диетическое оленьё мясо, эндокринное сырьё и субпродукты из северного оленя. Оленеводство постепенно превращается в ориентированный на экспорт сектор сельского хозяйства.

С оленей получают панты, мясо и шкуру. Получение пантов. Собирают рога молодых оленей, пока они еще мягкие и покрыты кожей. Их называют "бархатными рогами" или "пантами", и они ценятся потому, что, как считается, обладают целебными свойствами. Они содержат много полезных веществ, таких как активные соединения и минералы. На протяжении веков продукты из пантов занимали видное место в традиционной восточной медицине Китая, Кореи, Японии, Тайваня и других стран.

Панты, независимо от того, используются ли они в сыром виде или в виде экстрактов, используются в терапевтическом лечении гематологических заболеваний, сердечно-сосудистых заболеваний, иммунодефицита, усталости и истощения нервной системы. В восточных практиках было замечено, что препараты, полученные из пантов, повышают физическую силу, обладают омолаживающими свойствами и потенциально способствуют увеличению продолжительности жизни. Хорошо зарекомендовавший себя фармацевтический препарат "Пантокрин", представляющий собой водно-спиртовой раствор, получаемый из высушенных пантов, служит основой для приготовления многочисленных лекарственных препаратов, пищевых добавок, эликсиров, тоников и косметических средств. Особенно популярны пантовые ванны, приготовленные на отваре свежих пантов и обогащенные лекарственными травами.

Бархатные рога намного дороже обычных оленьих – около 4000 рублей за килограмм по сравнению с 800-900 рублей за килограмм обычных рогов. Оленьи рога в целом также можно продавать с прибылью. [2]

На территории России пантовые хозяйства имеются на Северном Кавказе, Новосибирской, Кемеровской, Калининградских областях, Алтайском крае. Республика Алтай в мараловодстве занимает лидирующее место в Российской Федерации.

Марал, или благородный олень, является крупным копытным животным, взрослые самцы которого обычно весят от 250 до 300 килограммов. Голова пропорционально маленькая, с выступающими предглазничными железами и большими ушами. Шею украшает грива, а спина имеет относительно прямой профиль. Поясничная область удлиненная, что контрастирует с коротким и округлым крупом. Конечности крепкие и мускулистые, заканчиваются маленькими заостренными копытцами, которые сопровождаются двумя рудиментарными пальцами, расположенными сзади. В зимние месяцы шкура приобретает серовато-коричневый оттенок, который подчеркивается темной полосой, проходящей вдоль средней линии спины, и заметным светлым пятном на крупе, известным как "зеркало". Ноги и брюшная поверхность более темного цвета, что создает заметный контраст с общей окраской. Рога крупные, обычно с 6-7 зубцами, и широко раскинуты в стороны.

Оленина представляет собой ценный ресурс, который используется как для пропитания, так и для производства продуктов питания. Мясо северного оленя считается очень желанным диетическим продуктом из-за его нежирного состава и низкого содержания холестерина. Рыночная цена за килограмм оленины начинается от 600 рублей.

Помимо получения мяса, почти все компоненты, полученные из туши животного в процессе переработки, являются экономически выгодными. Сюда входят такие субпродукты, как печень и почки, шкура с голеней (отличается повышенной прочностью),

хвост, сухожилия и репродуктивные органы. Общий вес этих побочных продуктов может на 1 голову достигать 10 килограммов. Обычно эти продукты продаются по средней цене 1 тысячу рублей за килограмм. [2]

Шкура северного оленя также высоко ценится. Его исключительная теплота и длинный густой мех обеспечивают эффективную защиту от сильных холодов. Шкуры северного оленя обладают значительной полезностью, являясь основным сырьем для производства термоэффективной одежды, обуви и покрытий для переносных жилищ, а также других промышленных изделий. Кроме того, кожа северного оленя находит применение в различных отраслях, включая легкую промышленность, производство оптики и авиационную технику. В Российской Федерации годовой объем производства шкур северного оленя составляет около 500 тысяч штук. Значительная часть этой продукции либо непосредственно используется местными сообществами, либо перерабатывается на региональных промышленных предприятиях. Обработанная и выделанная шкура северного оленя может стоить около 10 тысяч рублей.

Результаты

Территория выпаса северных оленей в крайнем Северо-Восточном регионе России охватывает три различные географические зоны: тундру, лесотундру и тайгу, каждая из которых характеризуется уникальными климатическими, природными и экологическими особенностями. В период стабильного развития оленеводческой отрасли на Чукотке и Колыме оленеводство осуществлялось на 39 сельскохозяйственных предприятиях (АПП). В их число входили 20 АПП, расположенных в тундровой зоне, 9 - в таежной зоне и 10 - в лесотундровой зоне. Средняя численность основного стада северных оленей в регионе превысила 665 000 голов. Из этого общего числа 355 693 оленя (53,5%) паслись в тундровой зоне, 228 249 голов (34,3%) - в лесотундровой зоне и 81 471 животное (12,2%) - в таежной зоне [1].

Ямал признан лидером в области оленеводства в России. В регионе насчитывается около 604 тысяч голов северного оленя. Оленеводство представляет собой особый вид экономической деятельности, который исторически в значительной степени практиковался коренными малочисленными народами Севера, что определяет его как отрасль сельского хозяйства, сохраняющую этнокультуру. Практика оленеводства неразрывно связана с образом жизни этих коренных жителей. В отличие от других традиционных форм использования ресурсов, в которых участвуют преимущественно коренные общины, оленеводство имеет относительно скромное коммерческое значение, однако выполняет важную социальную функцию для местного населения. Тем не менее, мясо северного оленя, признанное экологически чистым продуктом, и рога, которые ценятся как источник сырья, открывают дополнительные возможности для развития оленеводства.

Одомашненные северные олени в северных регионах обычно подразделяются на четыре местные породы: ненецкую, эвенкийскую, чукотскую и эвенскую. В пределах этих пород выделяются различные местные разновидности (экотипы), которые отличаются морфологией, продуктивностью, поведенческими характеристиками и географическим распределением.

В традиционном животноводстве воздействие факторов окружающей среды смягчается за счет искусственного содержания и режима кормления. В неблагоприятные сезоны животные содержатся в помещениях с контролируемым микроклиматом и получают сбалансированное питание. В суровых условиях управления зимними пастбищами естественный отбор ведет к отсеву как более мелких и слабых животных, так и более крупных особей, неспособных адекватно удовлетворять свои потребности в питании [7].

На Крайнем северо-востоке чукотская порода является самой многочисленной. Она отличается целым рядом ценных биологических и хозяйственно важных признаков,

включая скороспелость, ранний отел, способность к быстрому набору веса, желаемое качество мяса и адаптацию к специфическим условиям среды обитания.

Северные олени представляют собой полицикличные виды животных, характеризующиеся ограниченным периодом половой активности. У важенок, половые циклы проявляются сезонно. В случае, если оплодотворение не происходит в первую охоту, у самки возобновляются охота и состояние половой восприимчивости через определенные промежутки времени, этот процесс повторяется до наступления беременности. Период проявления полового возбуждения у северных оленей приходится на осеннее время года, однако, даже в пределах Республики Саха (Якутия), его начало варьируется. Это обусловлено факторами питания, и, как следствие, общим физиологическим состоянием животных, а также температурными, световыми и прочими климатическими условиями.

В оленеводстве, как правило, используется вольная случка. На одного хора производителя приходится 12-18 самок. Легко находит важенку в охоте и преследует ее до покрытия. Массовое проявление стадии возбуждения полового цикла и оплодотворение оленей в горно-таежной зоне наблюдается с середины сентября по начало октября, то есть в течение 20 дней. У оленей породы оленей Харгин Нижнеколымского улуса, обитающих в относительно благоприятных тундровых условиях, брачный период начинается в третьей декаде августа и завершается в сентябре. Общая продолжительность гона у всех пород северных оленей составляет от 30 до 45 дней, при этом наиболее интенсивная фаза, когда происходит спаривание у 70-80% животных, занимает всего 15-20 дней [6].

Искусственное осеменение и трансплантация зигот в оленеводстве не применяются. Эффективность процедур отбора в этом секторе снижается из-за нескольких факторов: сезонного характера воспроизводства, низкой выживаемости стада, низкой доли жизнеспособного потомства и системы спаривания на свободном выгуле, в среднем срок жизни составляет 15 лет, но в суровом климате показатели падают. Эти условия препятствуют тщательной оценке племенных особей, основанной на качестве потомства, а короткий срок службы этих животных еще больше снижает ценность таких оценок. Средний выход тугута составляет 60-70%, но выжить удастся около 30-40% [5].

Благодаря методичному отбору и тщательному подбору пар животных, основанному на их экстерьере и конституции, хозяйственно-ценных признаках, а также стандартизации стад, возможно создание внутривидовых типов северных оленей чукотской породы. До разработки стандартизированной методологии оценки северных оленей на предмет их отличительности, однородности и стабильности, выявление селективных достижений в оленеводстве было невозможно. Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства разработал проект соответствующего нормативного документа, который впоследствии был одобрен Государственной комиссией Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений 24 ноября 2015 года под № 26-12-06.

Популяционно-генетические параметры, такие как наследуемость и повторяемость, часто используются в селекционных программах. Однако определение коэффициента наследуемости (h^2) становится несущественным, когда существуют значительные различия между условиями окружающей среды, в которых живут родители и потомство, что является обычным явлением в практике северного оленеводства. Кроме того, рассчитанные коэффициенты наследуемости являются репрезентативными только для конкретной популяции в преобладающих условиях окружающей среды. Наследуемость живой массы телят-самок в возрасте 6 месяцев, на момент первоначальной оценки оленей, составляет от 3,5% до 6,0%. Когда h^2 падает ниже 5%, отбор по данному признаку с помощью массового отбора оказывается неэффективным. Из-за этого низкого значения наследуемости отбор, основанный на живом весе важенок, менее точен. И наоборот, повторяемость, еще один широко используемый популяционно-генетический параметр в селекции, имеет значения 23-40% для живой массы северного оленя в возрасте от 6 до 18 месяцев и 27-66% в возрасте 2,5 лет [5].

В настоящее время созданы предпосылки для совершенствования методов селекции в оленеводстве, что позволит осуществлять ее на более высоком зоотехническом уровне. В частности, выявление зональных экотипов, разработка на их основе внутривидовых типов и их последующее включение в Государственный реестр позволяют структурировать породы северного оленя. В результате скрещивания неродственных групп чукотских северных оленей, отбора, подбора пар и выведения особей желаемого фенотипа в течение нескольких поколений на племенном хозяйстве "Возрождение" в Иультинском районе Чукотского автономного округа был выведен новый тип северного оленя с соответствующим обозначением. Живая масса 5-6-месячных тугутов-самок превышает стандарт чукотской породы (контрольная группа) на 6,9%, самцов - на 12,6%, 2,5-летних самок - на 14,2%, бычков - на 22,2%. Этот новый тип отличается от других пород северных оленей более ранним периодом гона и отела.

Производство мяса в живом массе с учетом ежегодного прироста служит комплексным показателем эффективности оленеводческого предприятия. В пределах отдельных популяций этот показатель колебался от 28 до 31,5 ц на 100 оленей, при среднем значении 29,22 ц для данного экотипа. Это важнейший показатель в отрасли; для сравнения, аналогичный показатель в Чукотском автономном округе составил 16,7 ц [5].

Оленеводческое хозяйство "Суриндинское" - сельскохозяйственное предприятие, расположенное на территории Эвенкийского муниципального района Красноярского края. Основными видами деятельности предприятия являются разведение домашних северных оленей эвенкийского происхождения и переработка их субпродуктов. Эта переработка включает в себя производство мяса и рогов, а также заготовку шкур.

В исследовании Федерального исследовательского центра животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста, рассматривается эвенкийская порода домашних северных оленей, в частности популяции, выращиваемые в двух регионах: Республике Саха (Якутия) и Красноярском крае. Анализ предлагает сравнительную перспективу, сравнивая эвенкийскую породу с другими породами домашних северных оленей, а также с популяциями диких северных оленей. Генетическое разнообразие в красноярской популяции эвенкийских северных оленей характеризовалось средним уровнем вариации. Важно отметить, что у этой группы были самые высокие положительные значения коэффициента инбридинга. Продолжающийся инбридинг потенциально может нарушить местную адаптацию и коадаптированные генные комплексы, что, в конечном счете, может снизить устойчивость популяции к сложным условиям окружающей среды.

Кластерный анализ выявил заметные закономерности в генетической структуре этой породы. Якутская популяция продемонстрировала относительно однородный генетический состав. И наоборот, Красноярская популяция не имела четкой генетической консолидации и демонстрировала генетические компоненты, связанные как с Якутскими эвенкийскими, так и с ненецкими породами. Эта наблюдаемая интеграция может быть связана с интродукцией северных оленей ненецкого и якутского эвенкийского происхождения в Красноярский край с целью обогащения генетических ресурсов местной эвенкийской породы [4].

В настоящее время ферма является единственным племенным репродуктором, занимающимся разведением северных оленей в Красноярском крае.

В 2009 году группа из ста северных оленей, в частности, эвенкийской породы, была перевезена в Республику Тыва. Целью этого переселения было содействие дальнейшим программам разведения и увеличение общей популяции северных оленей в регионе.

В Тоджинском районе оленеводством занимаются два сельскохозяйственных производственных кооператива: сельскохозяйственный производственный кооператив "Тожу" (с поголовьем скота 1035 голов) и сельскохозяйственный производственный кооператив "Шулун" (с поголовьем скота 721 голов). Кроме того, в Кызылском районе действует кооператив "Тапси", а в Тере-Холе находится крестьянское хозяйство "Аяс

Хомушку". Общая численность стада этих последних хозяйств составляет примерно один процент от общей численности северного оленя в республике.

Эвенкийские северные олени характеризуются как высокие животные с хорошо развитым удлинённым телом, широкой грудной клеткой и крепкой мускулатурой и скелетом. Средний вес самцов перед началом гона колеблется от 140 до 170 килограммов. Самки в возрасте 5,5 лет обычно весят от 108 до 120 килограммов во время осеннего загона. Телята в возрасте от 5 до 6 месяцев имеют следующие весовые характеристики: самцы весят примерно от 68 до 70 килограммов, а самки - примерно от 63 до 66 килограммов [8].

Практика разведения марал и других видов оленей в Алтайском крае с целью получения пантов (бархатистых рогов или "трусиков"), мяса, шкур и других продуктов имеет давнюю традицию. В естественных условиях обитания маралы обычно живут 12-14 лет, в то время как в особых условиях при надлежащем уходе их продолжительность жизни может достигать 25-30 лет. По состоянию на 2024 год общая численность оленей в Республике Алтай оценивалась примерно в 55 тысяч голов [5].

В Республике Алтай есть несколько известных ферм по разведению маралов, в том числе сельскохозяйственные производственные кооперативы "Тенгинский", "Надежда", "Талица" и "Кайтанак", а также закрытое акционерное общество "Новый путь" и другие. В целом, разведением марала и других видов оленей по всей республике занимаются около 114 сельскохозяйственных предприятий. Примечательно, что если десять лет назад этот сектор был сосредоточен только в пяти из десяти районов республики, то сейчас он расширился и охватывает восемь районов.

С целью сохранения генофонда алтайского марала и повышения его продуктивности в 1984 году был начат проект по выведению первой местной породы маралов. Это предприятие было основано на базе ведущих Марал-племенных хозяйств, в том числе ЗАО «Фирма Курдюм», СПК «Абайский», СПК «Племхоз Теньгинский», ООО «Верхний Уймон» и ОПХ «Новоталицкое». Основополагающая методология включала в себя чистокровный подход, отказ от межпородного скрещивания и вместо этого использование местной популяции маралов, исторически выращиваемой в горах Алтая. Это местное поголовье было пополнено группой улучшенных животных, полученных в результате традиционных методов селекции.

Продуктивность оленей оценивается по весу рогов, в то время как репродуктивная способность самок оценивается по количеству произведенного потомства.

Выводок племенных самцов был создан в первую очередь путем тщательного отбора и выращивания молодняка из существующего материнского стада.

Первоначальный отбор детенышей маралов проводился в возрасте шести месяцев, исходя из общего развития и живой массы. Особи, которые считались явно непригодными для целей разведения, были удалены из стада.

Вторичная оценка молодых маралов (годовиков) была проведена в возрасте одного года и шести месяцев. Эта оценка включала внешнее развитие, живой массы и длину "шипов" (маленьких неразвитых рогов). Развитие этих "шипов" служит показателем продуктивности рогов оленя в последующие годы; более длинные и толстые шипы, как правило, коррелируют с большим весом рогов (массой бархатистых пантов).

Отбор молодых самцов алтайского марала проводился в возрасте 2 и 3 лет на основе оценки индивидуальных качеств, показателей продуктивности рогов, измерения веса и документации по родословной. Приоритет отдавался животным, у которых были крепкие рога со значительной пористостью при поперечном исследовании, содержанием золы в пределах 38-40% и потерей влаги при консервировании 62-64%.

Максимальные средние размеры рогов самцов оленей линии Абай алтае-саянской породы следующие: длина пучка рогов колеблется от 76,7 до 77,2 см; толщина пучка составляет 22,3 см; длина надбровных дуг колеблется от 39,2 до 40,3 см; длина безымянных дуг колеблется от 38,7 до 40,2 см. длина зубцов трез колеблется от 37,8 до 38,8 см. У особей

с особо высокой урожайностью масса пантов может достигать 14-18 кг, при этом длина пучка достигает 91 см, толщина пучка - 27 см, длина до кончиков рогов - 50,0 см, длина без рогов - 52,0 см и длина без рогов - 55,0 см.

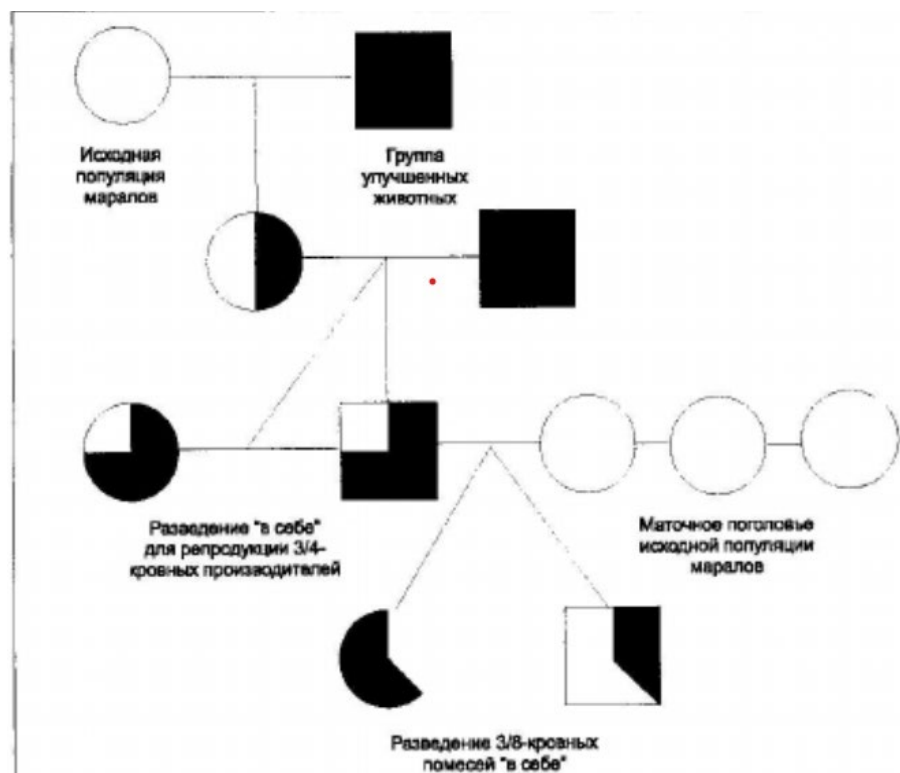


Рис 1. схема выведения алтайских маралов [3].

Отбор племенных самок проводился по принципу "от лучшей к лучшей". Для вязки отбирались самки крепкого телосложения, живой массой не менее 170 кг и возрастом от 4 до 10 лет, демонстрирующие стабильное ежегодное воспроизводство. Брачный период проводился в изолированных вольерах в соотношении 1:20 или 1:25 (самец к самке). Данная методика позволяет определить происхождение детенышей по отцовской линии и оценить племенную ценность самца на основе качеств его потомства. При оценке учитывалась степень передачи последующим поколениям таких качеств, как высокая продуктивность рогов, крепкое телосложение, масса тела и экстерьерные характеристики. Приплод на 100 самок, с учетом условий, составляет 68-72 детенышей.

Взрослые самцы маралы имеют среднюю живую массу $273,6 \pm 6,9$ кг, высоту в холке $147,6 \pm 2,3$ см, высоту в крестце $144,8 \pm 3,4$ см, обхват груди $173,2 \pm 15,8$ см и длину тела в поперечном направлении $122,0 \pm 5,8$ см. Соответствующие размеры самок марала следующие: живая масса - $172,0 \pm 13,9$ кг, высота в холке - $140,5 \pm 4,3$ см, высота в крестце - $138,2 \pm 4,1$ см, обхват груди - $169,2 \pm 8,2$ см, длина тела по косой линии - $112,5 \pm 5,8$ см.

Процент выделки у алтае-саянского марала сильно коррелирует с состоянием организма. Независимо от пола и возраста, животные в отличном состоянии демонстрируют процент выделки от 55,8% до 57,1%, в то время как животные в среднем состоянии дают от 53,2% до 56,2%, а животные в состоянии ниже среднего - от 41,7% до 53,3%. Самый высокий процент перевязок наблюдался у зрелых самцов (старше 8 лет) в превосходном состоянии, достигая 57,1%. И наоборот, самый низкий процент перевязок был обнаружен у молодых самок (в возрасте 1,5 лет) в неудовлетворительном состоянии, составив всего 41,7%.

Заключение

Следовательно, оленеводство в Российской Федерации демонстрирует существенный потенциал для становления высокоэффективным и конкурентоспособным сектором

аграрной экономики. Оно способно не только удовлетворять внутренний спрос, но и вносить вклад в укрепление экспортных позиций страны. Осуществление данного потенциала требует скоординированных усилий со стороны государства, предпринимательского сообщества и академического сектора.

Разведение северных оленей преимущественно сконцентрировано в северо-восточных и сибирских регионах Российской Федерации. Климатические условия этих территорий оптимально соответствуют естественной среде обитания северных оленей, которые обладают высокой степенью адаптации к суровым арктическим условиям. В то же время, в южных регионах с более умеренным климатом, северные олени зачастую демонстрируют меньшую конкурентоспособность, уступая по продуктивности или экономической эффективности другим видам сельскохозяйственных животных.

Список литературы

1. *Брызгалов, Г.Я.* Олени лесотундры Магаданской области / Г.Я. Брызгалов // Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова». — 2024. — С. 51-59.
2. *Королькова, А.И.* Второстепенная продукция пятнистого оленя и ее биологические свойства / А.И. Королькова // Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. — 2021. — С. 544-548.
3. *Луницын, В.Г.* Отечественная порода маралов алтае-саянская / В.Г. Луницын, С.И. Огнев, В.А. Челах // Достижения науки и техники АПК. — 2009. — С. 45-48.
4. *Позябин, С.В.* Новые перспективы развития зоотехнического образования: открытие базовой кафедры "генетических технологий в животноводстве" ФГБОУ ВО МГАВМИБ - МВА Им. К.И. Скрябина на базе Федерального исследовательского центра животноводства - ВИЖ имени Академика Л.К. Эрнста / С.В. Позябин, Н.А. Зиновьева, А.А. Васильев [и др.] // ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия. — 2023. — С. 39-40.
5. *Садовникова, М.А.* Опыт разведения оленей в Удмуртской республике / М.А. Садовникова // ФГБОУ во Ижевская ГСХА. — 2021. — С. 238-239.
6. *Слепцов, Е.С.* Изучение сроков отела и гона домашних северных оленей в различных зонах республики Саха (Якутия) // Аграрный вестник Урала. — 2020. — С. 45-49.
7. *Федоров, В.И.* Морфофизиологические особенности северных домашних оленей по зонам разведения / В.И. Федоров // Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия. — 2024. — С. 182-186.
8. *Харзинова, В.Р.* Оценка генетического разнообразия и генетической структуры популяции эвенкийской породы северного оленя: анализ микросателлитов / В.Р. Харзинова, О.А. Кошкина // МНИЖ. — 2025. — С. 1-6.

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДНК-ДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

Ю.А. Шуришалова

Научный руководитель: О.И. Себежко

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, Iohid18loveyou@mail.com*

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы ДНК-диагностики в контексте обеспечения биобезопасности промышленных животноводческих комплексов. Проведён анализ классических серологических и молекулярно-генетических методов выявления патогенов — полимеразной цепной реакции (ПЦР), ПЦР в реальном времени и петлевой изотермической амплификации (LAMP). На основе данных о микроэлементном составе биологических субстратов и объектов окружающей среды обоснована необходимость комплексного подхода к оценке физиологического статуса животных. Рассмотрены основные барьеры внедрения молекулярных методов диагностики в практику хозяйств и перспективы развития портативных диагностических систем в рамках концепции точного животноводства.

Ключевые слова: биобезопасность; ДНК-диагностика; полимеразная цепная реакция; LAMP-амплификация; микроэлементы; промышленное животноводство; ветеринарно-санитарная экспертиза.

**MODERN DNA DIAGNOSTICS METHODS IN THE BIOSAFETY SYSTEM OF
INDUSTRIAL LIVESTOCK FARMS**

Yu.A. Shurshalova,

Scientific supervisor: O.I. Sebezko, PhD. biol.Sciences, Associate

Abstract. The article examines modern DNA diagnostics methods in the context of biosafety assurance at industrial livestock complexes. Classical serological and molecular genetic approaches to pathogen detection are analysed, including polymerase chain reaction (PCR), real-time PCR and loop-mediated isothermal amplification (LAMP). Based on data on trace element composition of biological substrates and environmental objects, the need for a comprehensive approach to assessing the physiological status of animals is substantiated. The main barriers to the implementation of molecular diagnostic methods on farms and the prospects for portable diagnostic systems within the Precision Livestock Farming (PLF) concept are discussed.

Keywords: biosafety; DNA diagnostics; polymerase chain reaction; LAMP amplification; trace elements; industrial animal husbandry; veterinary-sanitary inspection.

Актуальность проблемы. Обеспечение биобезопасности промышленных животноводческих предприятий является приоритетной задачей современной ветеринарной науки и практики. В условиях высокой концентрации поголовья на крупных комплексах риски возникновения и распространения инфекционных заболеваний возрастают многократно [7]. Экономические потери от вспышек заболеваний складываются из прямого ущерба от падежа животных, затрат на лечебно-профилактические мероприятия и ограничений на реализацию продукции. Важным аспектом безопасности животноводческой продукции является контроль содержания токсичных элементов в кормах, воде, органах и тканях животных [10]. Нарушения микроэлементного обмена крови и тканей могут служить индикаторами снижения резистентности организма и повышенной восприимчивости к инфекционным агентам [3].

Цель обзора: систематизировать современные методы ДНК-диагностики инфекционных заболеваний животных, охарактеризовать их преимущества и ограничения по сравнению с классическими подходами, а также определить перспективы внедрения портативных диагностических систем в практику ветеринарного контроля.

Материалы и методы

Для поиска литературных источников использованы ресурсы: <https://elibrary.ru/>, <https://cyberleninka.ru/>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. В обзор включены 10 отечественных и зарубежных источников, опубликованных в период 2010–2025 гг.

Результаты

Обеспечение биобезопасности промышленных животноводческих предприятий является приоритетной задачей современной ветеринарной науки и практики. В условиях высокой концентрации поголовья на крупных комплексах, таких как свиноводческие предприятия Западной Сибири с поголовьем более 250 тысяч голов, риски возникновения и распространения инфекционных заболеваний возрастают многократно [8]. Экономические потери от вспышек заболеваний складываются не только из прямого ущерба от падежа животных, но и из затрат на вынужденные лечебно-профилактические мероприятия, а также из ограничений на реализацию продукции.

Важным аспектом обеспечения безопасности животноводческой продукции является контроль содержания токсичных элементов в кормах, воде, органах и тканях животных. Исследования, проведенные в различных экологических зонах Новосибирской области, показали, что содержание свинца в почвах, кормах и воде не превышает предельно допустимых концентраций, что создает благоприятные предпосылки для получения экологически безопасной продукции. Аналогичные исследования содержания кадмия в системе почва-корм-животное подтверждают, что территория Западной Сибири пригодна для ведения экологически чистого животноводства [1].

Однако наличие благоприятного экологического фона не исключает необходимости постоянного мониторинга физиологического состояния животных. Нарушения обмена веществ, в том числе микроэлементного состава крови и тканей, могут служить индикаторами снижения резистентности организма и повышенной восприимчивости к инфекционным агентам [3]. В связи с этим система обеспечения биобезопасности должна включать как методы выявления патогенов, так и методы оценки метаболического статуса животных.

Ветеринарно-санитарная экспертиза животноводческой продукции является обязательным этапом ее допуска к реализации. Исследования, проведенные на рынках Кемеровской области, показывают необходимость совершенствования методов контроля для повышения надежности оценки качества и безопасности продуктов питания [6]. Особую актуальность эта проблема приобретает при производстве функциональных продуктов питания, где требования к безопасности сырья максимально высоки [10].

Традиционные методы диагностики инфекционных заболеваний в животноводстве базируются на серологических подходах, среди которых ведущее место занимают иммуноферментный анализ (ИФА) и реакция иммунофлуоресценции (РИФ). Эти методы основаны на выявлении специфических антител или антигенов возбудителя. Их широкое применение в ветеринарной практике обусловлено относительной простотой выполнения, доступностью коммерческих диагностических наборов и возможностью автоматизации при массовых скрининговых исследованиях.

Однако классические методы имеют ряд существенных ограничений. Во-первых, они позволяют выявлять заболевание лишь после того, как иммунная система животного сформировала достаточный уровень антител. В инкубационном периоде, когда животное уже выделяет возбудителя во внешнюю среду, серологические тесты могут давать

ложноотрицательные результаты. Во-вторых, результаты серологических реакций могут искажаться при нарушениях обмена веществ, иммунодефицитных состояниях, а также при дисбалансе микроэлементов в организме.

Исследования биохимических и минеральных параметров крови у свиней разных пород, разводимых в крупных промышленных комплексах Западной Сибири, демонстрируют значительные межиндивидуальные и межпородные различия в содержании альбуминов, глобулинов, активности трансаминаз, уровне фосфора и других показателях [8]. Эти различия могут влиять на иммунный ответ и, следовательно, на результаты серологической диагностики.

Особого внимания заслуживает исследование содержания микроэлементов в волосах сельскохозяйственных животных методом атомно-эмиссионной спектрометрии. Этот метод позволяет проводить неинвазивную диагностику микроэлементозов, которые могут быть причиной снижения продуктивности и резистентности животных [2]. Аналогичные исследования с использованием модифицированных графитовых электродов позволяют проводить прямое определение меди, свинца и кадмия в цельной крови крупного рогатого скота, что существенно упрощает процедуру анализа и сокращает время его выполнения [3].

Современные методы ДНК-диагностики. Принципиально иной подход к диагностике инфекционных заболеваний основан на выявлении генетического материала самого возбудителя. Эти методы получили название ДНК-диагностики или молекулярно-генетической диагностики.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) является методом ферментативной амплификации специфических участков ДНК. За несколько циклов количество копий искомого фрагмента возрастает экспоненциально, что позволяет обнаруживать даже единичные молекулы ДНК возбудителя в исследуемом образце. Особый интерес представляет модификация метода — ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ), которая позволяет не только детектировать наличие патогена, но и проводить его количественную оценку [5].

Метод обратной транскрипции в сочетании с ПЦР позволяет выявлять РНК-содержащие вирусы, многие из которых представляют особую опасность для сельскохозяйственных животных [5]. Высокая чувствительность метода дает возможность диагностировать заболевание на самых ранних стадиях, еще до появления клинических признаков, что критически важно для своевременного введения карантинных мер.

Преимуществами ПЦР-диагностики являются:

- Высокая чувствительность, позволяющая обнаруживать патогены при минимальном содержании в биологическом материале;
- Специфичность, исключаяющая перекрестные реакции с близкородственными микроорганизмами;
- Универсальность, позволяющая использовать одну пробу для исследования на наличие различных патогенов;
- Возможность количественной оценки содержания возбудителя.

К недостаткам метода следует отнести высокую стоимость оборудования, необходимость специальной подготовки персонала и строгие требования к организации лабораторного процесса для исключения контаминации.

Петлевая изотермическая амплификация (LAMP) является альтернативным методом амплификации нуклеиновых кислот, который не требует термоциклирования. Реакция протекает при постоянной температуре, что существенно упрощает аппаратное оформление [5].

Основные преимущества LAMP-диагностики:

- Возможность проведения реакции в простом термостате или водяной бане;
- Высокая скорость анализа (результат может быть получен в течение часа);

- Меньшая чувствительность к ингибиторам ПЦР, присутствующим в биологических образцах;
- Возможность визуальной детекции результата (по помутнению или изменению цвета раствора).

Эти особенности делают LAMP-технология особенно перспективной для создания портативных тест-систем, пригодных для использования непосредственно в животноводческих хозяйствах.

Методы секвенирования, включая секвенирование нового поколения (NGS), позволяют определять нуклеотидную последовательность ДНК возбудителей. Это дает возможность не только идентифицировать патоген, но и изучать его генетическую структуру, выявлять мутации, в том числе связанные с устойчивостью к противомикробным препаратам, и проводить эпидемиологические расследования для установления источников заноса инфекции [9].

Эффективная система обеспечения биобезопасности животноводческих хозяйств должна основываться на комплексном подходе, включающем как выявление патогенов современными молекулярными методами, так и оценку физиологического статуса животных. Это обусловлено тем, что восприимчивость к инфекциям во многом определяется состоянием обменных процессов и резистентностью организма.

Исследования биохимических и минеральных параметров крови у свиней, проведенные на крупных промышленных комплексах Западной Сибири, выявили существенные различия между породами по содержанию альбуминов, глобулинов, активности аспартатаминотрансферазы, уровню мочевины и фосфора [8].

Методы атомно-эмиссионной спектроскопии позволяют проводить анализ содержания микроэлементов в волосах сельскохозяйственных животных, что дает возможность оценивать обеспеченность организма эссенциальными элементами и выявлять накопление токсичных [2]. Аналогичные задачи решаются при прямом определении тяжелых металлов в цельной крови с использованием модифицированных графитовых электродов [3]. Эти методы могут быть интегрированы в систему мониторинга здоровья животных наряду с методами ДНК-диагностики.

Особое значение контроль содержания токсичных элементов приобретает при получении функциональных продуктов питания в мараловодстве и других отраслях животноводства. Экологические аспекты производства такой продукции требуют постоянного мониторинга качества сырья [10].

В Российской Федерации наблюдается неравномерность внедрения методов ДНК-диагностики в практику ветеринарного надзора. Крупные агрохолдинги и племенные заводы активно используют ПЦР-диагностику для контроля эпизоотической ситуации. Однако в средних и мелких хозяйствах преобладают классические серологические методы.

Основными сдерживающими факторами являются:

1. Экономический фактор. Высокая стоимость оборудования и реагентов для ПЦР-анализа ограничивает его доступность для многих хозяйств. Стоимость одного ПЦР-исследования остается выше стоимости ИФА.

2. Инфраструктурный фактор. Для организации ПЦР-лаборатории требуются специальные помещения с разделением на зоны, системами вентиляции и очистки воздуха, что невозможно в условиях обычной ветеринарной лаборатории хозяйства.

3. Кадровый фактор. Дефицит специалистов, владеющих методами молекулярной биологии и способных корректно интерпретировать результаты сложных генетических анализов.

4. Логистический фактор. Необходимость транспортировки проб в удаленные диагностические центры увеличивает время получения результата и требует соблюдения холодовой цепи.

Изучение молекулярно-генетических заболеваний животных является важным направлением, позволяющим прогнозировать риски и вести селекцию на устойчивость к заболеваниям [4]. Создание единой терминологической базы способствует стандартизации подходов к диагностике и обмену информацией между исследователями [9].

Ветеринарно-санитарная экспертиза на рынках и в хозяйствах должна учитывать новые риски и использовать современные методы контроля для обеспечения безопасности продукции [6].

Стратегическим направлением развития диагностики является создание портативных устройств для анализа непосредственно в местах содержания животных (on-farm диагностика). Эта концепция полностью соответствует идеологии точного животноводства (Precision Livestock Farming, PLF), которая предполагает непрерывный мониторинг состояния каждого животного в режиме реального времени [7].

Наиболее перспективными направлениями разработки портативных тест-систем являются:

1. LAMP-технология в портативном исполнении. Благодаря изотермическому режиму амплификации, LAMP-тесты могут быть реализованы в компактных устройствах с автономным питанием. Сочетание LAMP с визуальной детекцией результата делает эту технологию идеальной для ветеринарной службы хозяйства [5].

2. Микрофлюидные чипы (лаборатория-на-чипе). Интеграция всех этапов анализа (выделение нуклеиновых кислот, амплификация, детекция) на одном микрочипе позволяет миниатюризировать диагностическую систему и упростить процедуру анализа.

3. Биосенсоры на основе электрохимических методов. Разработка методов прямого определения различных соединений в биологических жидкостях с использованием модифицированных электродов открывает возможности для создания портативных анализаторов [3].

Системы точного животноводства предполагают интеграцию различных методов мониторинга в единую цифровую систему управления стадом. Это позволяет в режиме реального времени оценивать риски и принимать управленческие решения, направленные на предотвращение заболеваний и повышение эффективности производства [7].

Обеспечение биобезопасности промышленных животноводческих хозяйств требует комплексного подхода, включающего как современные методы ДНК-диагностики инфекционных заболеваний, так и контроль физиологического статуса животных и качества окружающей среды.

Методы ДНК-диагностики, в первую очередь ПЦР в реальном времени и LAMP-амплификация, обладают принципиальными преимуществами перед классическими серологическими методами по чувствительности, специфичности и возможности раннего выявления инфекций. Наибольшими перспективами для массового внедрения обладают технологии, сочетающие высокую чувствительность с возможностью автономного использования непосредственно в хозяйствах.

Мониторинг содержания микроэлементов и токсичных элементов в биологических субстратах и объектах окружающей среды является необходимым компонентом системы обеспечения биобезопасности, позволяющим оценивать экологическое благополучие территорий и физиологический статус животных.

Ветеринарно-санитарная экспертиза продукции животноводства должна базироваться на современных методах контроля, обеспечивающих высокую надежность оценки качества и безопасности продуктов питания.

Заключение

Методы ДНК-диагностики — прежде всего ПЦР в реальном времени и LAMP-амплификация — обладают принципиальными преимуществами перед классическими серологическими методами по чувствительности, специфичности и возможности раннего выявления инфекций. Наибольшими перспективами для массового внедрения обладают

портативные тест-системы на основе LAMP, микрофлюидных чипов и электрохимических биосенсоров, интегрированные в системы точного животноводства (PLF) [3]. Комплексный мониторинг, сочетающий молекулярную диагностику патогенов с контролем микроэлементного статуса животных и ветеринарно-санитарной экспертизой продукции, развитие систем точного животноводства и внедрение портативных диагностических устройств позволит перейти от реактивного управления вспышками заболеваний к проактивному снижению рисков, что существенно повысит экономическую эффективность производства и качество животноводческой продукции.

Список литературы

1. *Андреева, А. И.* Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса на рынках Кемеровской области / А. И. Андреева, И. Н. Морозов, О. И. Себежко // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : материалы XI Национальной научно-практической конференции, Кемерово, 29 декабря 2023 года. – Кемерово: Кузбасский ГАУ им. В.Н. Полецкова, 2023. – С. 64-67. – EDN HNTFHI.
2. *Братчикова, М. О.* Молекулярно-генетические заболевания крупного рогатого скота / М. О. Братчикова, О. И. Себежко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : сборник трудов научно-практической конференции, Новосибирск, 18 декабря 2017 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2018. – С. 83-85. – EDN XNOCPI.
3. *Горелова, А. М.* Потенциал систем точного животноводства (PLF) в молочном скотоводстве / А. М. Горелова, О. И. Себежко // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : сборник X Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск, 04–05 декабря 2025 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2025. – С. 381-384. – EDN CWFYIP.
4. *Коркина, А. А.* Амплификация РНК методом ПЦР / А. А. Коркина, О. И. Себежко // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии : сборник трудов научно-практической конференции, Новосибирск, 10–14 декабря 2018 года. – Новосибирск: Издательский центр НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 107-110. – EDN VSNFIO.
5. *Слобожанин, Д. М.* Экологические аспекты продукции мараловодства при получении функциональных продуктов питания / Д. М. Слобожанин, О. И. Себежко, О. С. Короткевич // Пища. Экология. Качество : сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, Барнаул, 24–26 июня 2019 года. Том 2. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2019. – С. 192-194. – EDN TORSJI.
6. Analysis of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with dc arc excitation sources / A. R. Tsygankova, A. V. Kuptsov, A. I. Saprykin [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, No. 5. – P. 601-605. – EDN XNLFVS.
7. Biochemical and mineral parameters in pigs of two breeds reared in large industrial complexes of western Siberia / O. I. Sebezko, O. S. Korotkevich, T. V. Konovalova [et al.] // Journal of Agricultural, Food, and Environmental Sciences. – 2017. – Vol. 71, No. 1. – P. 186-190. – EDN YALFSX.
8. Direct determination of copper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T. V. Skiba, A. R. Tsygankova, N. S. Borisova [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, No. 6. – P. 958-964. – EDN XNFQFV.
9. Genetics, Biotechnology, Breeding: English-Russian Dictionary / V. L. Petukhov, O. S. Korotkevich, T. V. Konovalova [et al.]. – Новосибирск: Издательский дом «Прометей», 2010. – 903 p. – EDN VXTKAQ.
10. Lead Content in Soil, Water, Forage, Grains, Organs and the Muscle Tissue of Cattle in Western Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, J. I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2018. – Vol. 45, No. 4. – P. 866-871. – EDN EMDKNH.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 619:616-074/-078:343.148.27(578.14)

ПОРЯДОК РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ГБУ НСО «УПРАВЛЕНИЯ ВЕТЕРИНАРИИ ТОГУЧИНСКОГО РАЙОНА НСО»

А.Е. Айманова, И.М. Зубарева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
г.Новосибирск, Россия, cfifyfif2002@mail.ru*

Аннотация: Испытательная лаборатория ГБУ НСО «Управление ветеринарии Тогучинского района НСО» готовится в 2027 году пройти процедуру подтверждения компетентности и расширения области аккредитации в рамках национальной системы аккредитации РФ. Процедура регулируется Федеральным законом от 28.12.2013 № 412-ФЗ и подкреплена подзаконными актами Минэкономразвития и Правительства РФ, определяющими критерии, формы заявлений и порядок проведения оценки. Заявление подаётся электронно через Единый портал госуслуг или ФГИС в области аккредитации с усиленной квалифицированной электронной подписью; к нему прилагается комплект документов, включая подтверждение соответствия критериям, анкету самообследования и банковские реквизиты. Расширение области аккредитации проходит в 5 этапов (проверка документов, формирование экспертной группы, документарная и выездная оценки, принятие решения).

Ключевые слова: испытательная лаборатория; аккредитация; подтверждение компетентности; область аккредитации; Федеральный закон № 412-ФЗ; Минэкономразвития России; заявление об аккредитации; электронная подпись; Росаккредитация; процедура оценки соответствия.

THE PROCEDURE FOR EXPANDING THE SCOPE OF ACCREDITATION OF A TESTING LABORATORY USING THE EXAMPLE OF GBU NSO "VETERINARY ADMINISTRATION OF TOGUCHINSKY DISTRICT OF NSO"

A.E. Aimanova, I.M. Zubareva

*Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
cfifyfif2002@mail.ru*

Abstract. The testing laboratory of GBU NSO "Department of Veterinary Medicine of Toguchinsky district of NSO" is preparing in 2027 to undergo the procedure for confirming competence and expanding the scope of accreditation within the framework of the national accreditation system of the Russian Federation. The procedure is regulated by Federal Law No. 412-FZ dated December 28, 2013 and is supported by bylaws of the Ministry of Economic Development and the Government of the Russian Federation defining criteria, application forms and the procedure for conducting an assessment. The application is submitted electronically through the Unified Portal of Public Services or FGIS in the field of accreditation with an enhanced qualified electronic signature; a set of documents is attached to it, including confirmation of compliance with the criteria, a self-examination questionnaire and bank details. The expansion of the scope of accreditation takes place in 5 stages (verification of documents, formation of an expert group, documentary and field assessments, decision-making).

Keywords: testing laboratory; accreditation; confirmation of competence; scope of accreditation; Federal Law No. 412-FZ; Ministry of Economic Development of the Russian

Federation; application for accreditation; electronic signature; Rosaccreditation; conformity assessment procedure.

Испытательная лаборатория ГБУ НСО «Управления ветеринарии Тогучинского района НСО» подготавливается к процедуре подтверждения компетентности и расширению области аккредитации в 2027 году.

Процедура подтверждения компетентности — это процедура, которая проводится в национальной системе аккредитации РФ для оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации. Она регулируется Федеральным законом от 28.12.2013 №412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» [1].

Критерии аккредитации и перечень документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, утверждены приказом Минэкономразвития России от 26 октября 2020 г. № 707 [2].

Заявление об аккредитации, расширении области аккредитации, проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица направляется посредством федеральной государственной информационной системы «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)» или федеральной государственной информационной системы в области аккредитации в виде электронного документа и подписывается электронной подписью руководителя юридического лица или лица, которое в силу федерального закона или учредительных документов такого юридического лица выступает от его имени, либо индивидуального предпринимателя [3].

Формы заявлений об аккредитации, расширении области аккредитации, проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, а также образцы прилагаемых к ним областей аккредитации (в зависимости от типа аккредитованного лица) утверждены приказом Минэкономразвития России от 16 августа 2021 г. № 496 [4].

К заявлению об аккредитации, заявлению о расширении области аккредитации и к заявлению о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица в случае, если вместе с прохождением процедуры подтверждения компетентности аккредитованным лицом указана необходимость пройти процедуру расширения области аккредитации или актуализации области аккредитации, прилагается область аккредитации в соответствии с образцами, предусмотренными приложением N 1 к приказу Минэкономразвития России от 16 августа 2021 г. N 496 "Об утверждении форм заявления об аккредитации, заявления о расширении области аккредитации, заявления о сокращении области аккредитации, заявления о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, заявления о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, заявления о прекращении действия аккредитации".

К заявлению об аккредитации, заявлению о расширении области аккредитации и к заявлению о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица должны прилагаться:

- копии документов, а также сведения, подтверждающие соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, установленным приказом Минэкономразвития России от 26 октября 2020 г. N 707 "Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации" в соответствии с областью аккредитации и соответствующей сферой деятельности;
- анкета самообследования заявителя, аккредитованного лица, заполняемая заявителем, аккредитованным лицом (представителем заявителя, аккредитованного лица);
- сведения о банковских реквизитах заявителя, аккредитованного лица, необходимые для заключения договора заявителя, аккредитованного лица с экспертной организацией в соответствии с положениями пункта 31 Правил осуществления аккредитации в национальной системе аккредитации и пункта 30 Правил проведения процедуры

подтверждения компетентности аккредитованного лица, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2021 г. N 2050.

К заявлению об аккредитации, заявлению о расширении области аккредитации, поданному заявителем, аккредитованным лицом на основании Федерального закона от 28 декабря 2013 г. N 412-ФЗ "Об аккредитации в национальной системе аккредитации", в дополнение к документам и сведениям, предусмотренным пунктами настоящего Перечня, прилагается заключение о соответствии заявителя, аккредитованного лица требованиям документов, на соответствие которым подается такое заявление, выданное подведомственным национальному органу по аккредитации федеральным государственным учреждением.

Документы, подтверждающие сведения, в которые вносятся изменения, и основания для изменения сведений в соответствии с положениями статьи 21 Федерального закона, прилагаемые к заявлению о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, представляются с использованием средств федеральной государственной информационной системы в области аккредитации в электронной форме в виде электронных образов (скан-копий) документов, подписанных усиленной квалифицированной электронной подписью (далее - электронная подпись) аккредитованного лица (представителя аккредитованного лица) с соблюдением требований законодательства Российской Федерации в области электронной подписи [5].

Аккредитованное лицо обязано проходить процедуру подтверждения компетентности в следующие сроки:

1) в течение первого года со дня аккредитации;

Сроки прохождения процедуры подтверждения компетентности:

- на 9 месяцев для испытательных лабораторий (центров) и органов инспекции, подведомственных федеральным органам исполнительной власти,

- на 6 месяцев для иных аккредитованных лиц

2) не реже чем один раз в два года начиная со дня прохождения предыдущей процедуры подтверждения компетентности;

Сроки прохождения процедуры подтверждения компетентности:

- на 9 месяцев для испытательных лабораторий (центров) и органов инспекции, подведомственных федеральным органам исполнительной власти,

- на 6 месяцев для иных аккредитованных лиц

3) каждые пять лет со дня аккредитации.

Общий срок процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, в том числе общий срок проведения документарной оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации и общий срок проведения выездной оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации, а также сроки отдельных административных процедур подтверждения компетентности аккредитованного лица, не установленные настоящим Федеральным законом, устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Решение о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица принимается на основании заявления аккредитованного лица.

Правительством Российской Федерации устанавливается порядок проведения процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, которым в том числе предусматриваются порядок подачи и рассмотрения заявления аккредитованного лица о проведении процедуры подтверждения компетентности и прилагаемых к нему документов, основания для возврата заявления без рассмотрения, порядок прекращения осуществления процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица на основании его заявления, порядок проведения оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации, порядок применения схем аккредитации, порядок формирования и

утверждения программы выездной оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации, включая случаи проведения удаленной оценки и случаи и порядок проведения свидетельской оценки.

Аккредитованное лицо вместе с прохождением процедуры подтверждения его компетентности вправе пройти процедуру расширения области аккредитации, изменения места или мест осуществления деятельности, актуализации области аккредитации при указании об этом в заявлении о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица и приложении к нему документов. При этом оценка соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации проводится одной экспертной группой [6].

Заявление и прилагаемые к нему документы и сведения подаются аккредитованным лицом в национальный орган по аккредитации не позднее чем за 20 дней до наступления срока прохождения процедуры подтверждения компетентности, определяемого в соответствии с Федеральным законом об аккредитации.

В случае прохождения аккредитованным лицом процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица в соответствии с Федеральным законом об аккредитации (в течение первого года со дня аккредитации) заявление подается аккредитованным лицом в национальный орган по аккредитации не ранее чем за 4 месяца до наступления даты первого года со дня аккредитации.

По результатам проведения процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица с расширением области аккредитации национальным органом по аккредитации принимаются решения в части процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица и в части процедуры расширения области аккредитации.

Актуализация области аккредитации осуществляется посредством уточнения сведений, включенных в область аккредитации, определенную при аккредитации аккредитованного лица с учетом всех расширений области аккредитации и сокращений области аккредитации (при наличии) (далее - утвержденная область аккредитации), не влияющих на объем и содержание ее исходных сведений, в том числе не влекущих для осуществления деятельности аккредитованного лица необходимости в дополнительных (к заявленным при аккредитации, расширении области аккредитации в целях подтверждения соответствия критериям аккредитации) помещениях, и (или) в дополнительном оборудовании, средствах измерений и иных материально-технических средствах, и (или) в дополнительном образовании, опыте работы, навыках, профессиональных знаниях, штатной численности работников аккредитованного лица, при этом оценка указанных изменений проводится в рамках оценки их внедрения в документы системы менеджмента качества аккредитованного лица и его деятельность.

Актуализация области аккредитации осуществляется с учетом методических рекомендаций, утверждаемых в Федеральном законе об аккредитации [1].

Порядок предоставления государственной услуги по расширению области аккредитации:

1 этап: проверка Росаккредитацией заявления о расширении области аккредитации и прилагаемых документов, получение сведений на основании межведомственного запроса (пункт 14 Правил осуществления аккредитации в национальной системе аккредитации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2021 г. № 2050). Срок – 5 рабочих дней со дня регистрации заявления;

2 этап: формирование состава экспертной группы (пункты 25-39 Правил осуществления аккредитации в национальной системе аккредитации). Срок – 5 рабочих дней со дня завершения предыдущего этапа до дня заключения аккредитованным лицом договора с экспертной организацией;

3 этап: проведение документарной оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации (пункты 33-38 Правил осуществления аккредитации в

национальной системе аккредитации). Срок – 10 рабочих дней со дня завершения предыдущего этапа до дня завершения проверки Росаккредитацией экспертного заключения.

4 этап: проведение выездной оценки соответствия аккредитованного лица критериям аккредитации. Срок – 30 рабочих дней со дня завершения предыдущего этапа до даты завершения проверки Росаккредитацией акта выездной экспертизы.

5 этап: принятие Росаккредитацией решения о расширении области аккредитации. Срок – 3 рабочих дня со дня завершения предыдущего этапа.

Общий срок осуществления процедуры по расширению области аккредитации составляет 54 рабочих дня – со дня регистрации заявления о расширении области аккредитации и прилагаемых к нему документов до дня принятия решения. В него не включаются обстоятельства, которые в соответствии с Правилами осуществления аккредитации в национальной системе аккредитации влияют на продление срока осуществления расширения области аккредитации.

За предоставление государственной услуги государственная пошлина или иная плата не взимается [3].

Заключение

Таким образом, рассмотрев порядок расширения области аккредитации и ее сроки Испытательная лаборатория ГБУ НСО «Управления ветеринарии Тогучинского района НСО» будет следовать соответствующим нормативным документам по получению компетентности лаборатории и расширению области аккредитации. Это позволит лаборатории добавить новые методики и объекты испытаний, что повысит больший уровень доверия клиентов и увеличит доходы за счет спектра услуг. Так как Росаккредитация гарантирует соответствие новым требованиям, подтверждая компетентность в новых методиках.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 26 ноября 2021 г. N 2050 "Об утверждении Правил осуществления аккредитации в национальной системе аккредитации, Правил проведения процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, Правил внесения изменений в сведения об аккредитованном лице, содержащиеся в реестре аккредитованных лиц и предусмотренные пунктами 7 и 8 части 1 статьи 21 Федерального закона "Об аккредитации в национальной системе аккредитации", Правил рассмотрения заявления аккредитованного лица о прекращении действия аккредитации и принятия национальным органом по аккредитации решения о прекращении действия аккредитации, об изменении и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации"

2. Приказ Министерства экономического развития РФ от 26 октября 2020 г. N 707 "Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации"

3. Федеральная служба по аккредитации / 2012 - 2026 URL: <https://fsa.gov.ru/about/deyatelnost/gosudarstvennye-uslugi/akkreditovannym-litsam-i-zayavitelyam-na-akkreditatsiyu/otsenka-sootvetstviya-kriteriyam-akkreditatsii/rasshirenieto- oblasti-akkreditatsii/> (дата обращения: 26.01.2026).

4. Приказ Министерства экономического развития РФ от 16 августа 2021 г. N 496 "Об утверждении форм заявления об аккредитации, заявления о расширении области аккредитации, заявления о сокращении области аккредитации, заявления о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, заявления о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, заявления о прекращении действия аккредитации"

5. Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 412-ФЗ "Об аккредитации в национальной системе аккредитации"

6. Приказ Министерства экономического развития РФ от 29 октября 2021 г. N 657 "О порядке заполнения форм заявлений об аккредитации, о расширении области аккредитации, о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, о прекращении действия аккредитации, перечне прилагаемых к указанным заявлениям документов, сведений и требований к ним, методике отбора экспертов по аккредитации для выполнения работ в области аккредитации, порядке формирования экспертной группы, порядке заполнения форм и перечней сведений, содержащихся в экспертном заключении, акте выездной экспертизы, акте экспертизы, порядке рассмотрения экспертного заключения, акта выездной экспертизы, акта экспертизы на предмет соответствия требованиям законодательства Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации, а также внесении изменений в некоторые приказы Минэкономразвития России по вопросам аккредитации в национальной системе аккредитации"

УДК 339.564:637.1(470)

ДИНАМИКА ЭКСПОРТА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Я. С. Алеева, М.А. Сенина

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Россия,
Новосибирск*

Аннотация. Молочная промышленность является одной из ключевых отраслей агропромышленного комплекса, играющей важную роль в экономике многих стран. В условиях глобализации и растущей международной торговли особую значимость приобретает экспорт молочной продукции, который требует соблюдения целого комплекса специфических требований и стандартов.

Ключевые слова: молоко, экспорт, молочные продукты, животноводство

DAIRY PRODUCT EXPORT DYNAMICS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Y. S. Aleeva, M.A. Senina

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The dairy industry is one of the key branches of the agro-industrial complex, which plays an important role in the economy of many countries. In the context of globalization and growing international trade, the export of dairy products is of particular importance, which requires compliance with a range of specific requirements and standards.

Keywords: milk, export, dairy products, animal husbandry

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения конкурентоспособности отечественных производителей на международных рынках, а также защиты интересов потребителей в странах-импортёрах. В связи с этим особую важность приобретает изучение нормативно-правовой базы, регламентирующей экспортные операции, а также анализ международных стандартов и практик в этой области.

Экспорт молочной продукции из России по итогам 2025 года выше, чем в 2024 году. За январь — ноябрь 2025 года поставки выросли на 13% в денежном выражении.

За последнее десятилетие Россия заметно увеличила выпуск сырого молока. Согласно данным Росстата, с 2015 по 2024 г. валовой надой молока вырос на 13,9%, или на 4,1 млн т, и тем самым превысил общий объем в 34 млн т (здесь и далее – без учета данных о

производстве молока в ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областях). В этот период средний темп прироста составлял 1,5% в год, небольшое снижение производства было зафиксировано лишь в 2016 г (рис. 1).

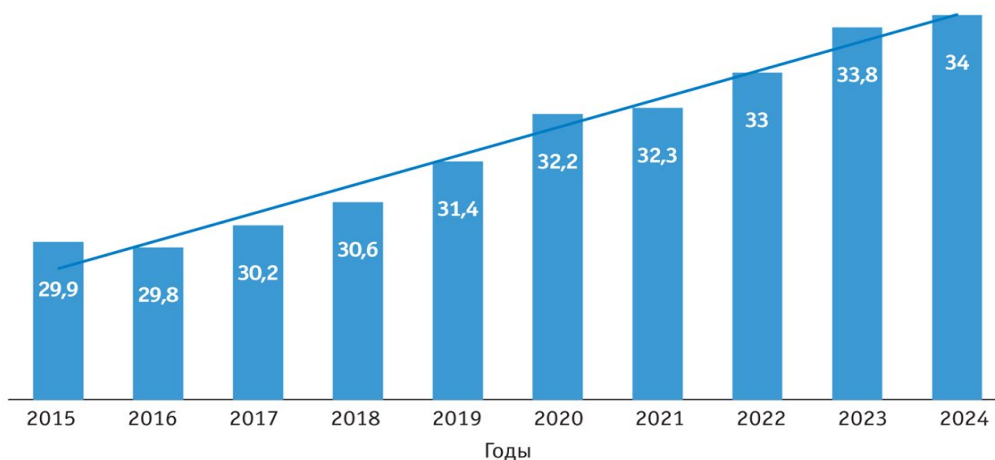


Рис. 1. Динамика валового надоя молока

В январе-июне 2025 г. в хозяйствах всех категорий надоили 16,9 млн т молока, что на 0,3% больше, чем годом ранее. Драйвером роста молочного производства оставались сельскохозяйственные организации: они увеличили выпуск молока на 2,9%, до 10,8 млн т (63,8% от валового надоя в РФ). В хозяйствах населения получено 4,8 млн т (28,4% от общего объема), в крестьянских (фермерских) хозяйствах и в хозяйствах индивидуальных предпринимателей – 1,3 млн т (7,8%) [3].

Лидерами молочного производства в России по-прежнему остаются Республика Татарстан (1166,2 тыс. т за январь-июнь 2025 г.), Краснодарский край (890,2 тыс. т) и Республика Башкортостан (799,5 тыс. т). Удмуртская Республика с показателем 573,4 тыс. т за год поднялась на четвертое место в рейтинге, обогнав Воронежскую область (550,9 тыс. т). Сохранили свои позиции в топ-10 Алтайский край (шестое место – 512,3 тыс. т), Ростовская область (седьмое место – 486,5 тыс. т), Республика Дагестан (восьмое место – 463,8 тыс. т) и Свердловская область (десятое место – 440,6 тыс. т). Кировская область, занимавшая 11-ю строчку в рейтинге по итогам января-июня прошлого года, сейчас оказалась на девятой позиции с валовым надоем 445 тыс. т. За год регион нарастил выработку молока на 4,1% благодаря строительству новых животноводческих объектов по выращиванию молодняка крупного рогатого скота.

В 2025 г. в нашей стране сохраняется положительная динамика в секторе переработки сырого молока. Особенно активно растет выпуск сухих молочных продуктов в связи с увеличением внутреннего потребления и расширением экспорта. Например, в январе-июне производство сухих и сублимированных сливок и молока увеличилось на 12,1% (до 110,7 тыс. т) по сравнению с прошлогодним показателем. Вырос выпуск сливочного масла (на 4,9%, до 173,3 тыс. т), творога (на 3,3%, до 246,3 тыс. т), жидкого обработанного молока, включая молоко для детского питания (на 2,4%, до 3084,4 тыс. т), йогуртов (на 1,8%, до 404,3 тыс. т) и молочной сыворотки (на 0,5%, до 386,9 тыс. т). Производство кефира составило 474,7 тыс. т, а сыров и сметаны – соответственно 413,6 и 295,3 тыс. т.

В связи с тем, что в нашей стране наращивается с каждым годом выпуск сырого молока и молочной продукции, а молочная отрасль полностью может обеспечить запросы населения, растут и перспективы выхода на иностранные рынки.

География экспорта российской молочной продукции за последние годы претерпела серьезную трансформацию. Основной упор сделан на страны СНГ (исторические партнеры) и «дальнюю дугу» (Юго-Восточная Азия, Африка, Ближний Восток).

В первом полугодии 2025 г. Россия нарастила экспорт молочной продукции (без учета мороженого) в стоимостном выражении чуть более чем на 12% по сравнению с уровнем прошлого года. Рост объемов обусловлен увеличением поставок молочной сыворотки, кисломолочной продукции, сыров и творога, а также жидких молока и сливок. Больше всего за рубеж было отгружено сыров, творога (свыше 35%) и кисломолочной продукции (около 30%). На долю молока и сливок как жидких, так и сгущенных или сухих, а также молочной сыворотки пришлось порядка 10% поставок и более. Доля поставок сливочного масла была менее 5% (рис. 2).

В основном продукцию отгружали в страны СНГ. В топ-5 стран-импортеров вошли Казахстан, Беларусь, Узбекистан, Кыргызстан и Азербайджан. При этом на Казахстан пришлось почти 45% всего экспорта молочных продуктов из РФ [2].

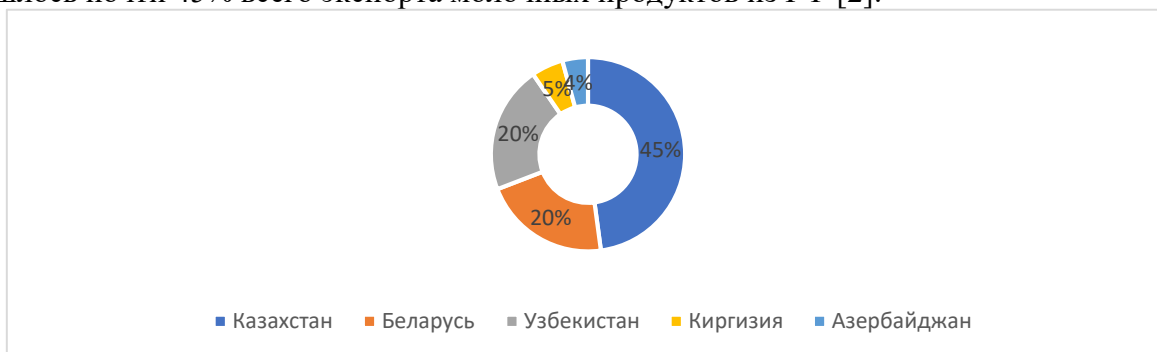


Рис. 2. Ассортимент экспортируемой молочной продукции

Россия играет важную роль в обеспечении мирового рынка продовольствием. По данным «Агроэкспорта», в прошлом году наша страна экспортировала 216 тыс. т молочных продуктов. Согласно информации Россельхознадзора, в 2024 г. для отечественных производителей этой продукции открылись рынки Бангладеш, Кубы и Кувейта, а также начались крупные поставки сухого молока в Алжир и Египет. В нынешнем году расширился перечень российских компаний, имеющих право на экспорт молока и молочной продукции в Египет, Китай, Малайзию, Саудовскую Аравию и Узбекистан.

На долю СНГ приходится более 80-85% всего объема российского экспорта молочных продуктов. Это рынки с понятными потребительскими предпочтениями и налаженной логистикой.

Казахстан: крупнейший покупатель. Россия поставляет туда практически весь спектр товаров: от питьевого молока и йогуртов до сыров. В сегменте молочной продукции на Казахстан приходится около 45% всех экспортных отгрузок РФ.

Беларусь: уникальный партнер. Несмотря на то, что Беларусь сама является гигантом молочного экспорта, она закупает в России специфические позиции (брендовые йогурты, специализированные сыры и десерты). Экспорт из России в Республику Беларусь равен 20% от общего числа экспортных поставок.

Узбекистан: Самый быстрорастущий рынок в СНГ. Из-за активного роста населения и дефицита собственного сырого молока, спрос на российское сухое молоко, масло и сыры там стабильно растет (20% от числа экспортных поставок)

Киргизия - в 2025 году Россия нарастила поставки молочной продукции в Кыргызстан: поставки составили 5% всего экспорта молочной продукции. В начале 2025 года экспорт молочной продукции из России в Кыргызстан, по информации Россельхознадзора, увеличился в 1,2 раза по сравнению с тем же периодом прошлого года. Основные экспортные продукты Кыргызстана сливочное масло, мороженое, сыр, сухое молоко.

В Азербайджан экспортируется традиционная молочная продукция, современные молочные категории, сыры, мороженое, а также сухие молочные продукты: сухое обезжиренное молоко, сыворотка, молочные ингредиенты. Около 4 % экспорта приходится на Азербайджан.

Все статистические данные представлены на рисунке 3.

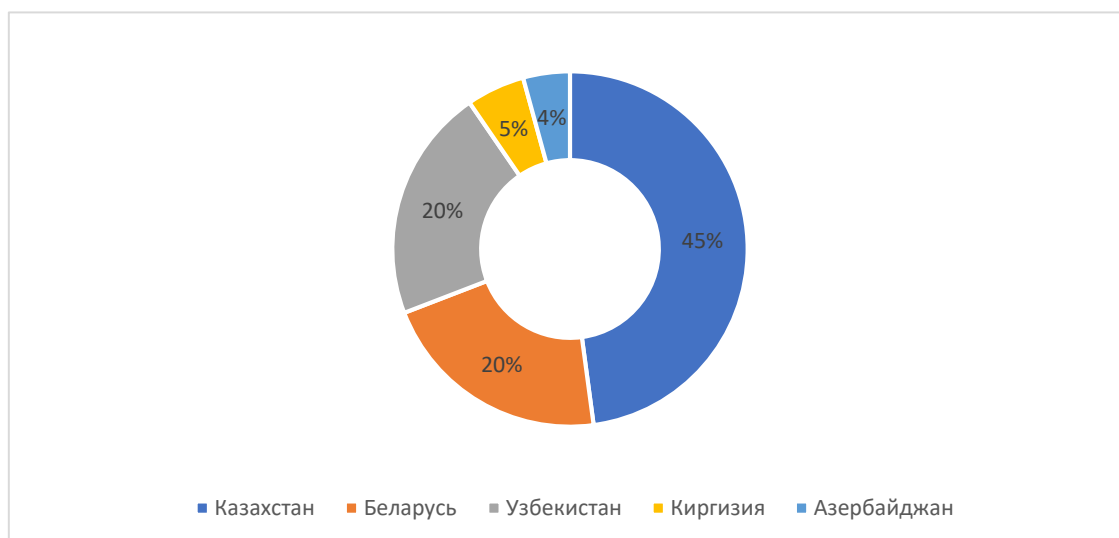


Рис. 3. Статистика по экспорту молочной продукции в страны ближнего Зарубежья

По итогам 2025 года экспорт сыров и творога достиг 33 тыс. т на сумму \$172,6 млн, что на 14% превышает показатель 2024 года в стоимостном выражении. 79% поставок приходится на Казахстан (49%), Беларусь (17%) и Узбекистан (13%) [3].

Экспорт кисломолочной продукции (йогурт, кефир, пахта) установил рекорд, превысив \$123 млн (+21% к 2024 году). Физический объем поставок составил 77 тыс. т. В топ-3 импортеров вошли Казахстан (34%), Беларусь (12%) и Таджикистан (10%).

Перспективными направлениями считается Китай, Алжир, Египет, Турция и страны Юго-Восточной Азии. В этих регионах растет спрос на сухое молоко, сыворотку и сыры с длительными сроками хранения. «Логика молока» в 2025 году начала поставки скоропортящейся продукции (сметана, творог) в ОАЭ [4].

Общий объем экспорта молочной продукции в 2025 году превысил 500 млн долларов. Положительную динамику демонстрировали в том числе:

- кисломолочная продукция и упакованное молоко – на 21%;
- сыры и творог – на 13%;
- сгущенное молоко – на 28%;
- мороженое – на 29%;
- молочная сыворотка – более чем в два раза.

По структуре экспорта основу поставок составляют:

- сыры и творог – 32%;
- кисломолочная продукция – 24%;
- мороженое – 15%.

В долгосрочной перспективе потенциал экспорта сухой молочной продукции (сухое обезжиренное молоко, сухое цельное молоко и сыворотка) к 2030 году оценивается более чем в 140 млн долларов, что в 2,5 раза выше уровня 2025 года. Совокупный экспорт молочной продукции к этому сроку может превысить 730 млн долларов [5].

Несмотря на существующие сложности, российский молочный экспорт обладает значительным потенциалом. Системная работа по устранению барьеров, адаптации продукции к международным требованиям и активному продвижению на перспективных рынках позволит укрепить позиции России как надёжного поставщика молочной продукции в глобальной торговле.

Список литературы

1. *Никитин И.Н.* Организация государственного ветеринарного надзора: учебник / И.Н. Никитин, А.И. Никитин – Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 460 с.
2. Официальный сайт // Сибирское межрегионально управление федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) – URL: <http://rshn-nso.ru> (дата обращения: 01.02.2026)
3. Официальный сайт // Федеральная служба государственной статистики – URL: <https://rosstat.gov.ru/>
4. Статистика внешней торговли в России. Экспорт молока и молочной продукции из Новосибирской области – URL: <https://ru-stat.su/date-M202102-202201/RU50000/export/world/0104> (дата обращения: 01.02.2026)
5. Официальный сайт // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации – URL: <https://mcx.gov.ru/> (дата обращения: 01.02.2026)

УДК 005.6:633.1

ВЛИЯНИЕ МИКОТОКСИНОВ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ

Е.Э. Богомолова, О.Ю. Леденева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, nadejdiimechti@mail.ru*

Аннотация. Одной из серьёзных проблем, с которыми сталкивается современное сельское хозяйство и пищевая промышленность, является загрязнение продукции микотоксинами. Микотоксины — вторичные метаболиты плесневых грибов, широко встречающиеся в сельскохозяйственной продукции и корме. Они ухудшают качество продукции, приводят к экономическим потерям и представляют серьёзную угрозу для здоровья животных и человека. В обзоре суммированы современные данные о микотоксинах (афлатоксины, охратоксин А, дезоксиниваленол, фумонизины, зеараленон), их влиянии на организмы и продукцию.

Ключевые слова: Микотоксины; зерно; микотоксикозы; качество и безопасность продуктов.

THE INFLUENCE OF MYCOTOXINS ON PRODUCT QUALITY AND SAFETY

E.E. Bogomolova, O.Yu. Ledeneva

*Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
nadejdiimechti@mail.ru*

Abstract. One of the serious problems facing modern agriculture and the food industry is mycotoxin contamination. Mycotoxins are secondary metabolites of mold fungi, widely found in agricultural products and feed. They degrade product quality, lead to economic losses, and pose a serious threat to animal and human health. This review summarizes current data on mycotoxins (aflatoxins, ochratoxin A, deoxynivalenol, fumonisins, and zearalenone) and their impact on organisms and products.

Key words: Mycotoxins; grain; mycotoxicoses; food quality and safety.

Введение

Микотоксины — многочисленная группа соединений, продуцируемых грибами рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* и др. Причиной заболевания микотоксикозом у животных служит поедание испорченных концентрированных, грубых и сочных кормов, пораженных различными патогенными и плесневыми грибами. У человека — поедание испорченных овощей, фруктов, орехов, зерна, а также зараженных продуктов животных, таких как мясо, яйца и молоко. Изменения климата и сельскохозяйственные практики влияют на

распространение патогенов и профиль контаминации, что делает проблему актуальной для продовольственной безопасности.

Цель исследования – провести анализ распространённых микотоксинов, их источников, токсического воздействия на организм животных и человека, а также влияния на качество и безопасность пищевой продукции для обоснования мер профилактики микотоксикозов и контроля загрязнения кормов и продуктов.

Результаты исследования

Источники образования микотоксинов. Образование токсинов может происходить как в поле (во время роста и созревания растений), так и на этапах хранения и переработки. Основные факторы, способствующие накоплению микотоксинов, включают повышенную влажность, температуру, механические повреждения зерна, несоблюдение условий хранения и транспортировки.

Наиболее распространёнными и опасными считаются следующие группы микотоксинов:

- афлатоксины. Они поражают арахис, кукурузу и другие зерновые и масличные культуры (наиболее часто встречаемый афлатоксин В1); характеризуются сильнейшим гепатотоксическим и гепатоканцерогенным действием [5]. Продуцентом афлатоксинов является *Aspergillus parasiticus*.

Афлатоксины продуцируются грибами при хранении в различных температурных условиях (даже в холодильнике), но наиболее активно — при температуре 20–30°C и влажности 85–90%.

В настоящее время семейство афлатоксинов включает 4 основных представителя — афлатоксины В1, В2, G1, G2 — и еще более 10 соединений, являющихся производными или метаболитами основной группы: М1, М2, В2а, G2а, GM1, Р1, Q1 и др. [2].

- трихотеценовые микотоксины синтезируются грибами родов *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* и *Trichothecium*. Известно около 100 трихотеценовых микотоксинов. В основе механизма токсического действия лежит способность ингибировать синтез белка [5].

Дезоксиниваленол (ДОН) — один из распространенных фузариотоксинов — подавляет синтез белка, снижает концентрацию иммуноглобулинов в сыворотке крови, может подавлять репродуктивную систему. Особенно опасным является загрязнение кормов для сельскохозяйственных животных.

Т-2 токсин распространен менее широко, но более токсичен, чем ДОН. Т-2 токсин вызывает раздражение, кровоизлияния и некроз в пищеварительном тракте. Острая интоксикация трихотеценами сопровождается поражением органов кроветворения и иммунокомпетентных органов.

У человека трихотеценовые микотоксины вызывают алиментарно-токсическую алейкию и отравления «пьяным хлебом» [2].

- зеараленон синтезируется грибами из рода *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. tricinctum*). Обладает выраженным эстрогенным и тератогенным действием и представляет серьезную проблему для животноводства во многих странах. Загрязнение кормов зеараленоном вызывает снижение плодовитости, аборт, бесплодие и воспалительные заболевания у свиней, коров, домашней птицы и кроликов.

- охратоксин вырабатывается грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Оказывают выраженное нефротоксическое и тератогенное действие. Природным загрязнителем чаще всего является охратоксин А, реже — охратоксин В. Охратоксины поражают преимущественно почки. Доказано, что охратоксин А обладает сильным тератогенным действием [2].

- фумонизин вырабатывается грибами *Fusarium moniliforme* и *F. proliferatum*; загрязняют кукурузу и продукты ее переработки;

– цитринин вырабатывается грибами родов *Penicillium* и *Aspergillus*, характеризуется нефротоксическим действием;

– патулин – микотоксин, продуцируемый различными плесневыми грибами из родов *Penicillium* и *Aspergillus*. Биологическое действие патулина проявляется как в виде острых токсикозов, так и в виде ярко выраженных канцерогенных и мутагенных эффектов [5].

Влияние микотоксинов на организм животных и человека. Попадая в организм, главным образом алиментарно, микотоксины вызывают заболевания – микотоксикозы. Микотоксины воздействуют почти на все органы и системы организма.

Главным образом микотоксины затрагивают печень, почки, желудочно-кишечный тракт, селезёнку, головной мозг и нервную систему. В большинстве случаев целевой орган – печень, поскольку это центр детоксикации микотоксинов [6].

К наиболее распространенным алиментарным микотоксикозам людей и животных относятся фузариотоксикозы: споротрихиеллотоксикоз, фузариограминеаротоксикоз, фузарионивалетоксикоз.

Споротрихиеллотоксикоз — тяжелое заболевание людей, связанное с употреблением продуктов из перезимовавшего под снегом или поздней уборки зерна, содержащего токсины грибов *Fusarium sporotrichiella* var. *Sporotrichioides* и var. *roae*. Протекает с симптомами общего токсикоза (слабость, недомогание, потливость), затем развивается прогрессирующая лейкопения (до 300—100 и менее лейкоцитов в 1 мкл крови) с некротической или гангренозной ангиной, сепсисом.

Фузариограминеаротоксикоз (синдром «пьяного хлеба») возникает от употребления выпеченных изделий из зерна, пораженного грибом *Fusarium graminearum*. Заболевание человека проявляется в возникновении слабости, чувства тяжести в конечностях, скованности походки, появлении резких головных болей и головокружения, рвоты, болей в животе, диареи. При длительном употреблении кормов из такого зерна могут наступить анемия, психические расстройства, иногда гибель больного. *Fusarium graminearum* продуцирует также микотоксин зеараленон. Загрязнение им кормов, главным образом кукурузы и ячменя, является причиной тяжелых вульвовагинитов, аборт и бесплодия у свиней.

Фузарионивалетоксикоз — тяжелое заболевание людей и животных, наблюдаемое при употреблении продуктов и кормов из пшеницы, ячменя и риса, пораженных красной плесенью — видами грибов *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. nivale*, *F. avenaceum*). Заболевание людей сопровождается тошнотой, рвотой, диареей, головными болями, конвульсиями. Из пораженного указанными грибами зерна были выделены микотоксины ниваленол, фузаренон Х, ниваленолацетат.

К этой же группе заболеваний можно отнести издавна известный микотоксикоз людей под названием «эрготизм» — тяжело протекающее заболевание, возникающее при употреблении злаковых, пораженных рожками спорыньи — *Claviceps purpurea* и *Claviceps paspali*, содержащих алкалоиды лизергиновой кислоты и клавиновые производные, обладающие выраженным нейротоксическим действием. У человека болезнь протекает в острой и хронической форме. Острые формы сопровождаются высоким процентом летальности. У больных острой формой отмечаются симптомы острого гастроэнтерита и поражения центральной нервной системы (парестезии, судороги); при хронической форме болезнь начинается с общей слабости, потери аппетита, ломоты во всем теле, появления чувства «ползания мурашек», особенно в руках и ногах, рвоты, желудочно-кишечные расстройства [3].

Фумонизины разрушают клеточные мембраны, что в первую очередь вызывает поражение печени и почек сельскохозяйственных животных. У птиц фумонизины часто приводят к развитию так называемого синдрома токсичного корма, проявляющегося в нарушении двигательной функции и замедлении роста. У лошадей даже небольшие дозы фумонизина приводят к возникновению лейкоэнцефаломалии — поражению белого

вещества головного мозга. Свиньи менее лошадей подвержены воздействию фумонизина, однако у них отравление этими токсинами вызывает скопление жидкости в плевральной полости и отек легких.

Симптомы охратоксикоза: жировая дегенерация печени, гиалинизация и фиброз почечных клубочков, нефрит, дегенерация и атрофия почечных канальцев, кровоизлияния в почках, кишечнике, мышечном желудке цыплят.

У кур-несушек и индеек охратоксин А, попадая в организм с кормом, снижает его потребление и продуктивность птицы. В условиях острого охратоксикоза наблюдаются задержка роста, ухудшение конверсии корма, нефропатия и повышенный падеж.

К Т-2-токсикозу восприимчивы крупный и мелкий рогатый скот, свиньи, птица. Основные симптомы заболевания: развитие гастроэнтерита, язвы желудка, кровотечения, некроз кожи, диарея, нарушение деятельности центральной нервной системы (угнетение, возбуждение, парез конечностей), геморрагии во внутренних органах и коже (у свиней). Не исключены аборт, угнетение половой функции, мумификация плодов [1].

Зеараленон проникает с кровью в репродуктивную систему организма животных и вызывает в ней изменения. Высокочувствительны к токсину свиньи, могут болеть и другие виды животных, наиболее предрасположены к токсикозу свинки и хрячки в возрасте 2-5 мес. Симптомы зеараленон-токсикоза у свиней: аборт, вульвовагинит, нарушение полового цикла, мертворождения и уродства плодов, особенно в позднем периоде болезни [7].

Животные-компаньоны (собаки и кошки) также подвержены действию микотоксинов, причем возможны летальные случаи [5].

Влияние микотоксинов на качество и безопасность продукции. Загрязнение микотоксинами ухудшает органолептические и технологические свойства продукции. Продукты с плесневыми поражениями теряют вкус, запах, цвет и питательную ценность. Кроме того, наличие микотоксинов делает сырьё непригодным для дальнейшей переработки — например, зерно с превышением допустимых уровней токсинов не может использоваться для производства муки или кормов.

Даже при отсутствии видимых признаков порчи, наличие микотоксинов снижает конкурентоспособность продукции и вызывает экономические потери из-за необходимости её утилизации или переработки.

Для человека и животных очень важна микотоксикологическая безопасность зерновых, поскольку зерно и продукты из них потребляются миллионами людей и считаются основным источником углеводов. Из зерновых больше всего подвержена загрязнению афлатоксинами кукуруза, а менее подвержены сорго, рис, ячмень и пшеница. Масличные культуры также являются идеальной средой для синтеза и накопления множества микотоксинов, производимых плесневыми грибами: афлатоксинов, фумонизинов, стеригматоцистина. Ряд масличных культур используется для производства заменителей масла какао, что способствует загрязнению микотоксинами продуктов на основе какао, предназначенных для детей и новорожденных [4].

Считают, что мясо от жвачных животных в связи с трансформирующей способностью рубцовой микрофлоры не содержит микотоксины и поэтому является безопасным для человека, однако от больших доз микотоксина животное все же заболевает, что полностью не исключает, что у этих видов животных мясо и другие продукты питания относительно свободны от микотоксинов или их метаболитов. Большое количество проведенных исследований показывают, что при наличии в мясе небольших остаточных количеств микотоксинов отрицательно влияет на его хранение и качество.

По внешнему виду сырья не всегда можно определить наличие в нем плесневых грибов. Но они зачастую влияют на органолептические свойства: появляется горечь, неприятный вкус, специфический запах (плесневый), обусловленные распадом органических веществ под действием микотоксинов.

Опасность токсинов (в частности, афлатоксина, бактериальных токсинов, вызывающих ботулизм) состоит еще и в том, что они устойчивы к действию температуры и не разрушаются при кипячении. Поэтому необходимо заботиться о качестве продуктов на всех этапах его производства [6].

Выводы

1. Микотоксины представляют собой глобальную угрозу продовольственной безопасности. Многочисленные токсичные метаболиты плесневых грибов родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* и других способны контаминировать широкий спектр сельскохозяйственных культур (зерновые, масличные, бобовые, фрукты, орехи) как в период вегетации, так и при нарушении условий хранения и транспортировки. Основными факторами, способствующими накоплению микотоксинов, являются повышенная влажность, температура, механические повреждения зерна и несоблюдение санитарно-гигиенических норм.

2. Для эффективной профилактики микотоксикозов необходим систематический многоуровневый контроль на всех этапах производства, хранения, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции. Ключевыми мерами являются: соблюдение агротехнических и ветеринарно-санитарных правил, мониторинг влажности и температуры при хранении зерна и кормов, регулярное лабораторное исследование сырья и готовых продуктов на содержание микотоксинов, использование детоксикантов и адсорбентов в кормлении животных, а также просветительская работа среди сельхозпроизводителей и населения.

Таким образом, проблема контаминации кормов и пищевых продуктов микотоксинами остаётся одной из приоритетных задач ветеринарной медицины, гигиены питания и агропромышленного комплекса. Комплексный подход, объединяющий превентивные меры, современные методы анализа и постоянный мониторинг, позволит минимизировать риски для здоровья человека и животных, обеспечить качество и безопасность продовольственного сырья и готовой продукции, а также повысить конкурентоспособность отечественного агропромышленного сектора.

Список литературы

1. *Белявский, В.Н.* Токсикология. Микотоксикозы: учебно-методическое пособие / В.Н. Белявский, М.П. Кучинский. — Гродно: ГГАУ, 2022. — 122 с.
2. *Бурова, Т.Е.* Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учебник для вузов / Т.Е. Бурова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 364 с.
3. *Госманов, Р.Г.* Микология и микотоксикология: монография / Р.Г. Госманов, А.К. Галиуллин, Ф.М. Нургалиев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2026. — 168 с.
4. *Захарычев, В.В.* Грибы и фунгициды: учебное пособие для вузов / В.В. Захарычев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 272 с.
5. *Овчинников, Р.С.* Микотоксины и микотоксикозы животных – актуальная проблема сельского хозяйства / Р.С. Овчинников, А.В. Капустин, А.И. Лаишевцев [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2018. — № 1(25). — С. 114-123.
6. *Папуниди, К.Х.* Микотоксины (в пищевой цепи): монография / К.Х. Папуниди, М.Я. Тремасов, В.И. Фисинин [и др.]. — 2-е изд., перераб. и доп. — Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», 2017. — 188 с.
7. *Попова, С.А.* Микотоксины в кормах: причины, последствия, профилактика / С.А. Попова, Т.И. Скопцова, Е.В. Лосякова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 1. — С. 16-23.

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УБОЙНЫМ ПУНКТАМ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Д.А. Горелов, О.Ю. Леденева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
г. Новосибирск, Россия, gorelov066@gmail.com*

Аннотация. Настоящая научная статья посвящена изучению ветеринарно-санитарных требований, предъявляемых к убойным пунктам малой и средней мощности. Цель исследования заключается в анализе действующих нормативных документов и выявлении основных аспектов организации и функционирования таких объектов. Рассматриваются основные гигиенические нормы и санитарные правила, направленные на обеспечение высокого уровня биологической безопасности и качества продукции животного происхождения.

Ключевые слова: убойный пункт, безопасность пищевых продуктов, бойня, ветеринарно-санитарная экспертиза.

Veterinary and sanitary requirements for small and medium-capacity slaughter facilities

D.A. Gorelov, O.Yu. Ledeneva

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. This scientific article is devoted to the study of veterinary and sanitary requirements for small and medium-capacity slaughter facilities. The purpose of the study is to analyze existing regulatory documents and identify the main aspects of the organization and functioning of such facilities. The article discusses the main hygienic standards and sanitary regulations aimed at ensuring a high level of biological safety and quality of animal products.

Keywords: slaughterhouse, food safety, slaughterhouse, veterinary and sanitary examination.

Убойный пункт – это предприятие по убою скота и первичной переработке мяса, кишок и шкур, которое находится вне зоны деятельности мясокомбинатов.

Убой продуктивных животных является одним из важнейших этапов производства мясной продукции. Для минимизации рисков возникновения инфекционных заболеваний и сохранения здоровья населения большое значение имеют строгие санитарно-гигиенические условия процесса забоя. Именно поэтому важно соблюдать установленные нормативы и стандарты при проектировании, строительстве и эксплуатации убойных пунктов различной мощности.

Цель исследования заключается в анализе действующих нормативных документов и выявлении основных аспектов организации и функционирования таких объектов.

Результаты исследования

Соблюдение гигиенических и ветеринарно-санитарных требований по содержанию и эксплуатации предприятий мясной промышленности направлены на обеспечение выпуска безопасной и доброкачественной пищевой продукции [2].

Мощность убойных пунктов рассчитывают по количеству голов крупного рогатого скота, перерабатываемого за рабочую смену. На этих пунктах можно также производить убой свиней и мелкого рогатого скота [2].

По своей производственной мощности пункты подразделяются на три категории:

- Малой мощности (<1 тонны мяса в сутки);
- Средней мощности (от 1 до 5 тонн мяса в сутки);
- Большой мощности (более 5 тонн мяса в сутки).

Объекты малой и средней мощности характеризуются компактностью, упрощенной технологической схемой и менее интенсивным потоком сырья. Все это позволяет снизить капитальные затраты и упростить контроль над качеством производимой продукции.

При строительстве и оборудовании мест убоя в сельскохозяйственных предприятиях, предназначенных для осуществления деятельности по убою животных, Россельхознадзор рекомендует руководствоваться следующими нормативными документами:

1. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 021/2011) «О безопасности пищевой продукции»
2. ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»
3. Закон РФ «О ветеринарии» от 14.05.1993 года № 4979-1
4. Санитарные и ветеринарные требования к проектированию предприятий мясной промышленности (ВСТП-6.02.92)

Согласно статье 19 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» требования к процессам получения непереработанной пищевой продукции животного происхождения гласит что убой продуктивных животных производится в специально отведенных для этой цели местах. На производственных объектах, производящих убой сельскохозяйственных животных, должны соблюдаться гигиенические и ветеринарно-санитарные требования по содержанию и эксплуатации производственных объектов по производству (изготовлению) мяса и мясной продукции, направленные на обеспечение выпуска безопасной пищевой и непищевой продукции, а также на предупреждение возникновения недопустимого риска [5].

Перед выбором участка под строительство убойного пункта, необходимо определиться с объемом и направлением вида деятельности по получению продуктов убоя, а также будет производиться внутрихозяйственный убой животных, принадлежащих хозяйству, или убой животных, поступающих из других хозяйств. Требования к таким предприятиям более жесткие, где необходимо обустройство зоны для предубойного содержания, карантинного отделения и изолятора для больных животных.

Согласно санитарным и ветеринарным требованиям к проектированию предприятий мясной промышленности (ВСТП - 6.02.92) размещение пункта должно соответствовать следующим требованиям:

1. Расстояние от населенных пунктов не менее 300 метров;
2. Удаленность от других животноводческих объектов минимум 300 метров;
3. Минимальное расстояние до водоемов, общественных мест, детских и медицинских учреждений составляет 500 метров;
4. Расположение с подветренной стороны от жилых районов, удобное для транспортировки скота, вывоза продукции и удаления отходов;
5. Наличие подъездных путей с твердым покрытием;
6. Огораживание территории, препятствующее проникновению посторонних животных;
7. Организация зоны для передержки и предварительного осмотра животных;
8. Установка дезбарьеров, заполненных дезинфицирующим раствором, при въездах и выездах;
9. Обеспечение герметичных емкостей для сбора навоза и боенских отходов.

Помещения, предназначенные для временного или постоянного содержания животных, по своей площади и оборудованию должны обеспечивать благоприятные условия для их здоровья [6].

Также пункт должен быть обеспечен достаточным количеством воды питьевого качества для уборки убойного помещения-не менее 9л; производственного-3л; для полива проездов территории-1,5-2; на предубойное содержание (на 1 голову) крупного рогатого скота-60л, для свиней -25л, для овец-10л, на выполнение остальных технологических операций -от 100 до 130л (для крупного рогатого скота).

Производственные помещения обеспечивают необходимыми стоками для удаления смывных вод в канализацию или жижеприемник удобный для очистки и дезинфекции

Стены, полы должны быть из материалов, легко поддающихся мойке и дезинфекции. Оборудование и инвентарь (столы) должны быть из нержавеющей стали, тара для хранения продуктов убоя - из материалов, разрешенных для контакта с пищевыми продуктами (пластик, алюминий и т.п.) [2].

Для мойки и дезинфекции рук рабочих, инвентаря и оборудования необходима подводка горячей и холодной воды, дезинфицирующих растворов.

Шкурпосолочное помещение оборудуют настилом, столом для посола шкур, ларями для хранения соли

Конструкция производственных зданий (помещений) и размещенного в нем оборудования должна обеспечивать прослеживаемость на всех этапах технологического процесса производства продуктов убоя и мясной продукции.

Проектирование производственных зданий и расположение оборудования должны обеспечить полную прослеживаемость каждого этапа производства мясной продукции. Пространство внутри убойного цеха делится на функциональные зоны:

1. Приемочная (прием животных и проверка документов);
2. Предубойное содержание (размещение животных непосредственно перед процедурой забоя);
3. Убойное отделение (собственно процедура забоя);
4. Отделение обработки туш (разделка и подготовка продукции);
5. Охлажденные камеры и складские помещения для готовой продукции;
6. Хозяйственно-бытовая зона.

Каждый участок должен быть оснащен необходимым оборудованием, включая холодильники, системы вентиляции, водоснабжение и канализацию. Особое внимание уделяется вопросам дезинфекции и утилизации отходов [1].

При убое должно обеспечиваться разделение следующих групп рабочих операций:

а) группа а - обездвиживание, обескровливание, забеловка и съемка шкур (для свиней в шкуре - шпарка, удаление щетины, опалка и очистка туш от остатков щетины).

Обездвиживание продуктивных животных осуществляется с использованием средств, обеспечивающих ослабление чувствительности продуктивных животных и потерю способности к движению при этом работоспособность сердца должна сохраниться.

Обескровливание продуктивных животных проводится способом, обеспечивающим наиболее полное их обескровливание;

б) группа б - нутровка, разделение туш на полутуши, зачистка туш, клеймение и взвешивание;

в) группа в - обработка и переработка побочного сырья (субпродуктов, кишечного сырья, жира-сырца, крови, кости, эндокринно-ферментного и специального сырья, кожевенного сырья и непищевого сырья).

Объект должен быть оборудован рабочими местами для проведения ветеринарно-санитарной экспертизы, на которых предусматриваются:

- а) дополнительный источник освещения;
- б) обеспечение горячей и холодной водой, а также дезинфицирующими растворами;
- в) сигнальная система для остановки процесса убоя при выявлении заразной болезни (для поточно-конвейерных линий);
- г) метки для туш, сигнализирующие о случаях выявления болезней животных;
- д) емкости для ветеринарных конфискатов;
- е) стерилизаторы для инструментов.

Все сотрудники обязаны проходить регулярное медицинское обследование и вакцинацию против особо опасных болезней. Работники должны носить специальную

одежду и обувь, соответствующую стандартам гигиены. Регулярно проводится инструктаж по правилам поведения и соблюдению мер предосторожности.

Для исключения возможности передачи инфекции предусматривается отдельный доступ работников разных подразделений (ветеринары, рабочие цехов, транспортировщики).

Контроль осуществляется путем периодического отбора проб мяса и субпродуктов для лабораторных исследований. Осуществляется визуальная оценка внешнего вида продукта, наличия признаков патологических изменений тканей и органов. Если выявлены нарушения стандартов качества или обнаруживаются признаки инфекционного заболевания, продукция подлежит уничтожению либо переработке согласно специальной технологии [3].

Заключение

Соблюдение установленных ветеринарно-санитарных норм является обязательным условием безопасной работы убойных пунктов малой и средней мощности. Эффективное функционирование таких предприятий возможно лишь при соблюдении всех предусмотренных требований к зданиям, сооружениям, оборудованию, персоналу и продукту переработки. Совершенствование существующих методик контроля позволит повысить качество конечной продукции и минимизировать риски заражения болезнями пищевого характера среди потребителей.

Список литературы

1. ВСТП-6.02.92 Санитарные и ветеринарные требования к проектированию предприятий мясной промышленности.
2. Леденева, О. Ю. Особенности ветеринарного обслуживания на мясоперерабатывающем предприятии / О. Ю. Леденева, Ю. В. Басанцова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник III Всероссийской (национальной) научной конференции, Новосибирск, 20 декабря 2018 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2018. – С. 740-742. – EDN YPJUSL.
3. Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 13.02.2018 N 27 Об утверждении Единых ветеринарных (ветеринарно-санитарных) требований, предъявляемых к объектам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору) – [Текст]: электронный// <https://sudact.ru>: [Сайт]. - URL: https://sudact.ru/law/reshenie-kollegii-evraziiskoi-ekonomicheskoi-komissii-ot-13022018_1/edinye-veterinarnye-veterinarno-sanitarnye-trebovaniia-predavliaemye/v/ (Дата обращения 14.12.25).
4. Требования к убойным пунктам – [Текст]: электронный// <https://mcxpr.ru>: [Сайт]. - URL: <https://mcxpr.ru/novosti/trebovaniya-k-uboynym-punktam/> (Дата обращения 14.12.25)
5. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), принятый Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.12.2011 № 880
6. Федеральный закон Российской Федерации от 14.05.1993 № 4979-1 -ФЗ «О ветеринарии» (в ред. Федерального закона от 28.12.2024 № 556-ФЗ) // Российская газета.– 2025-10-01.– № 3.

УДК 619:614.3:637

ОТБОР ПРОБ И ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОДТВЕРЖДЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.Ю. Жирова, О.Ю. Леденева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, ekat.0661@mail.ru*

Аннотация. Обеспечение безопасности пищевой продукции животного происхождения является одной из приоритетных задач государственной политики в сфере защиты прав потребителей и сохранения здоровья нации. Ключевым элементом системы подтверждения соответствия является объективный и репрезентативный лабораторный контроль, основанный на корректном отборе проб и научно обоснованном перечне исследований. Несовершенство процедур отбора проб может нивелировать точность даже самых современных методов анализа, приводя к выдаче ложных результатов и попаданию на потребительский рынок небезопасной продукции.

Ключевые слова: лабораторное исследование; пробы; продукты животного происхождения; качество и безопасность исследования.

SAMPLING AND LIST OF LABORATORY TESTS FOR CONFIRMING THE CONFORMITY OF ANIMAL PRODUCTS

E.Yu. Zhirona, student

*O. Yu. Ledeneva, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
ekat.0661@mail.ru*

Abstract. Ensuring the safety of food products of animal origin is a priority for state policy in the area of consumer protection and public health. A key element of the compliance confirmation system is objective and representative laboratory testing based on proper sampling and a scientifically substantiated set of tests. Imperfect sampling procedures can undermine the accuracy of even the most modern analytical methods, leading to false results and the entry of unsafe products into the consumer market.

Key words: laboratory testing; samples; animal products; quality and safety of testing.

Подтверждение соответствия - обязательный этап контроля качества и безопасности продукции для реализации населению (ст. 4 ФЗ-29, ТР ТС 021/2011), проводимый путем лабораторных исследований репрезентативных проб. Это делается для минимизации рисков пищевых отравлений, эпидемий (например, сальмонеллеза) и хронических заболеваний, вызванных токсинами или антибиотиками, а также для защиты потребителей и предотвращения экономических потерь от отзывов продукции. В 2023-2025 гг. Россельхознадзор зафиксировал рост нарушений (на 15-20%) из-за нерепрезентативного отбора проб, что усиливает актуальность оптимизации процедур в ветеринарно-санитарной экспертизе.

Цель исследования – изучить нормативные требования, методы лабораторного контроля и процедуру отбора проб при подтверждении соответствия продукции животного происхождения, а также определить пути совершенствования ветеринарно-санитарной экспертизы в условиях роста нарушений, связанных с нерепрезентативным отбором образцов.

Результаты исследования

Пищевая продукция животного происхождения занимает центральное место в рационе питания человека, являясь основным источником полноценного белка, незаменимых

аминокислот, витаминов и микроэлементов. Вместе с тем, она представляет собой высокопитательную среду для развития патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, а также может накапливать опасные для здоровья человека химические и биологические контаминанты.

Безопасность пищевой продукции означает уверенность в том, что продукты питания не представляют угрозы здоровью человека ни сразу, ни в долгосрочной перспективе. Это подразумевает отсутствие вредных веществ, микроорганизмов, токсинов или иных факторов, которые могли бы негативно повлиять на здоровье потребителя либо будущих поколений [7].

Качество пищевых продуктов - совокупность характеристик безопасных пищевых продуктов, отвечающих требованиям, установленным в соответствии с законодательством Российской Федерации, условиям договора, образцу, документам по стандартизации, технической документации, определяющим их потребительские свойства, пищевую ценность, аутентичность, сортность (калибр, категорию и иное), и удовлетворяющих физиологические потребности человека [8].

Подтверждение соответствия продукции животного происхождения является важным этапом контроля качества и безопасности товаров, предназначенных для реализации населению. Для подтверждения соответствия проводятся лабораторные исследования образцов продукции, отобранных специальным образом.

Лабораторные исследования позволяют определить физико-химический состав, микробиологическое состояние и наличие токсичных элементов в продуктах животного происхождения в соответствии с перечнем обязательных показателей ТР ТС 021/2011. Перечень обязательных исследований определяется видом продукции и характером производственного процесса.

Микробиологические анализы направлены на выявление патогенных бактерий, грибов и вирусов, которые могут вызвать заболевания пищевого характера. К таким микроорганизмам относятся сальмонеллы, кишечная палочка, стафилококки и др.

Основные показатели микробиологического анализа:

- Количественное содержание мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ);
- Наличие бактерий группы кишечной палочки (БГКП);
- Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы;
- Санитарно-показательные бактерии (стафилококки, псевдомонады и др.) [5].

Физико-химические методы анализа помогают оценить основные качественные показатели продукции животного происхождения, такие как жирность, кислотность, влажность, плотность, температура заморозки и другие характеристики.

Перечень основных показателей физико-химического анализа:

- Массовая доля жира;
- Массовая доля белка;
- Показатель pH среды;
- Сухое вещество;
- Плотность и вязкость жидкости [4].

Помимо микробиологического и физико-химического анализа пищевые продукты исследуют на соответствие гигиеническим показателям такие как:

- Токсичные элементы (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, олово, хром и т.д.);
- Нитраты и нитриты;
- Пестициды;
- Диоксины;
- Остаточные количества лекарственных препаратов (антибиотики, гормоны роста)

[3].

С целью проведения лабораторных исследований для подтверждения соответствия продукции животного происхождения проводится отбор проб в соответствии с ГОСТ 34668-2020.

Отбор образцов (проб) осуществляется в присутствии представителя хозяйствующего субъекта, имеющего отношение к исследуемой пищевой продукции, лицами, квалификационные требования к которым утверждены законодательствами стран-участниц ЕАЭС (Евразийского экономического союза). Все процедуры отбора образцов должны выполняться с соблюдением мер техники безопасности на каждом этапе. Отбор образцов производится в рамках программы исследований (испытаний) и измерений, разработанной ответственным специалистом. Программа может быть представлена отдельным документом или включена в акт отбора образцов, форма которого предусмотрена соответствующими приложениями.

Для пищевой продукции с высоким уровнем неоднородности используется точечная методика отбора образцов, позволяющая объективно охарактеризовать качество и равномерность распределения признаков внутри партии. Объединенный образец формируется путем объединения нескольких индивидуальных проб, а средний образец выделяется из него. Количество и масса отдельных проб должны обеспечивать получение представительских контрольных и лабораторных образцов [6].

Перед началом отбора проводят предварительный осмотр, проверку идентификации продукции и оценивают условия ее хранения в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 (п. 17-20). Внешний осмотр направлен на выявление дефектов упаковочного материала и самой продукции, среди которых выделяют три категории состояния:

- Нормальное (нет признаков физических воздействий, химического загрязнения или развития микроорганизмов);
- Подозрительное (одно или несколько выявленных отклонений, возможных как следствие физического повреждения, биологической порчи или химических изменений);
- Испорченное (явные признаки повреждения тары и самой продукции, включая бомбаж, плесень, гниль и прочее).

Образцы формируются исходя из принципа однородности партии, подтвержденного специальными испытаниями. Оценка однородности дополнительно учитывает данные радиационного контроля, если таковой проведен. Неоднородные партии предварительно разделяют на части, каждая из которых проходит дополнительную проверку на однородность перед дальнейшим отбором.

Внешний осмотр позволяет сделать заключение о совпадении или различиях отобранных образцов относительно представленных сопроводительных документов. Эти сведения заносятся в соответствующий раздел акта отбора. При выполнении отбора особое внимание уделяется упаковке и инструментам, используемым для сбора проб. Стерильность обеспечивается использованием специальных инструментов и пакетов для отбора микробиологических проб. Условия окружающей среды и чистота материалов фиксируются в акте отбора. Следует учитывать срок годности продукта и своевременно проводить исследования [1].

Собственно отбор осуществляют сухими, стерильными инструментами (специальный инвентарь, ножи, ложки, шприцы и др.). После отбора каждый образец отдельно изолируется от основной партии, упаковывается в сейф-пакет или специальную тару и соответствующим образом маркируется, опечатывается или опломбируется. Каждый этап процесса обеспечивает максимальную сохранность целостности и неизменности состояния образцов, исключая проникновение посторонних примесей и влияющую на точность последующих исследований [2].

Заключение

Таким образом, процедура отбора проб и перечень лабораторных исследований играют ключевую роль в обеспечении безопасности и качества продукции животного происхождения. Они позволяют выявить возможные риски и предотвратить поступление на рынок некачественных и небезопасных продуктов. Соблюдение установленных норм и процедур способствует повышению доверия потребителей к отечественной мясной, молочной и рыбной промышленности, а также укрепляет конкурентоспособность российского продовольственного рынка на международной арене.

Список литературы

1. *ГОСТ 34668-2020*. Продукция пищевая. Методы отбора и подготовка образцов (проб) для определения показателей безопасности. — М.: Стандартинформ, 2020.
2. *ГОСТ 31904-2012*. Продукты пищевые. Методы отбора проб для микробиологических испытаний. — М.: Стандартинформ, 2013.
3. *Малашенко, В.Н.* Ветеринария и качество продукции животного происхождения: учеб. пособие / В.Н. Малашенко, Л.В. Грищенко. — Ставрополь: Северо-Кавказ. федеральный ун-т, 2020. — 288 с.
4. *Лабинская, А.С.* Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований: учеб. пособие / А.С. Лабинская, Л.П. Блинкова, А.С. Ещина [и др.]; под ред. А.С. Лабинской [и др.]. — 3-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2019. — 588 с. — ISBN 978-5-8114-2162-6. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112045> (дата обращения: 17.12.2025).
5. *Куликовский, А.В.* Пищевая микробиология: эмерджентные зоонозы: учеб. пособие для вузов / А.В. Куликовский, З.Ю. Хапцев, Д.А. Макаров [и др.]. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2019. — 233 с.
6. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 31.07.2018 № 13 «Об отборе образцов (проб) для проведения исследований (испытаний) и измерений пищевой продукции при применении и исполнении требований технических регламентов Евразийского экономического союза» (вместе с Правилами отбора образцов (проб)...). — URL: <https://sudact.ru/law/rekomendatsiia-kollegii-evraziiskoi-ekonomicheskoi-komissii-ot-31072018/> (дата обращения: 15.12.2025).
7. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.
8. Федеральный закон от 2 января 2000 г. № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (ред. от 7 июня 2025 г.). — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2493/ (дата обращения: 15.12.2025).

УДК 339.562:637.5

ИМПОРТ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.С. Колесникова, М.А. Сенина

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия*

Аннотация. Импорт мясной продукции является важной частью обеспечения населения Российской Федерации необходимыми и полезными продуктами питания. Для изучения данной темы была выбрана свинина, как один из популярных видов мяса в нашей стране. Для изучения данной тематики была исследована статистика производства свинины в нашей стране, так как производство продукции внутри страны и импорт тесно связаны.

Ключевые слова: свинина; мясная продукция; импорт; свиноводство; экспорт.

IMPORT OF MEAT PRODUCTS

E.S. Kolesnikova, M.A. Senina

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The import of meat products is an important part of providing the population of the Russian Federation with necessary and healthy food products. Pork was chosen as one of the most popular types of meat in our country to study this topic. To study this topic, the statistics of pork production in our country were studied, since domestic production and import are closely related.

Keywords: pork; meat products; import; pig farming; export.

В Настоящий момент в Российской Федерации активно развивается мясная промышленность. Наша страна обладает всеми необходимыми для этого ресурсами. Более того, уже сегодня страна расширяет экспортную экспансию, поддерживая индустрию. При этом большинство ключевых мировых производителей не могут значительно увеличивать объёмы выпуска продукции животноводства.

Для улучшения полноценности питания населения и создания продовольственной безопасности страны большое значение имеет восстановление мясного скотоводства на новой технологической основе. Для достижения этой цели необходима оптимальная концентрация и специализация производства, установление эффективных систем ведения отрасли и организация труда персонала.

Перейдя к вопросу об импорте мясной продукции в России, необходимо отметить, что основная причина импорта мяса в какую-либо страну - недостаточность собственного производства. Поэтому для того, чтобы изучить тему импорта мясной продукции на примере свинины в Российскую Федерацию, необходимо исследовать статистику производства свинины в нашей стране.

На данный момент, в сфере свиноводства Российская Федерация достигла полной самообеспеченности своего населения, а также с каждым годом постепенно увеличивает поставки на экспорт мясной продукции [5].

Кроме этого, потребление мяса в России в 2024 году обновило рекорд, достигнув 83 кг на человека. Увеличение доходов населения — один из стимулов развития мясной отрасли [1].

Исследуя статистику производства мясной продукции на примере свинины, стал очевиден заметный рост производства данного вида продукции (рис. 1).

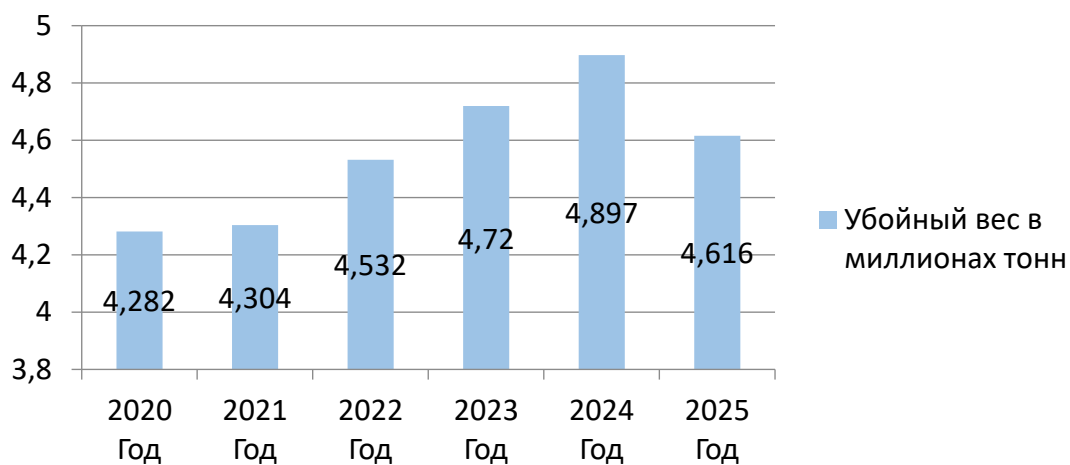


Рис. 1. Динамика производства свинины в Российской Федерации

В сфере животноводства именно свиноводство выделяется наиболее впечатляющими показателями динамики развития.

В 2020 году в Российской Федерации промышленное производство свинины составило 4,282 миллионов тонн.

В 2021 году в Российской Федерации промышленное производство свинины составило 4,304 миллионов тонн, что примерно на 0,52% больше, чем в 2020 году.

В 2022 году в Российской Федерации промышленное производство свинины составило 4,532 миллионов тонн, что примерно на 5,3 % больше, чем в 2021 году.

В 2023 году в Российской Федерации промышленное производство свинины составило 4,72 миллионов тонн, что примерно на 4,2% больше, чем в 2022 году.

За 2024 год в Российской Федерации было произведено около 4,9 миллиона тонн свинины в убойном весе, что демонстрирует прирост на 3,8% по сравнению с 2023 годом, когда объём производства составил 4,72 миллиона тонн.

В 2025 году высокие темпы прироста в подотрасли замедлились и составили 4,616 миллионов тонн, что примерно на 6,1% меньше, чем в 2024 году.

Так, к 1 сентября 2025 года поголовье свиней во всех категориях хозяйств снизилось на 1,9% за год – до 29,7 миллионов голов.

Производство свинины в убойном весе в сельскохозяйственных организациях в январе-августе сократилось на 0,6% – до 2 миллионов 811 тысяч тонн [1].

Снижение производственных показателей было связано с проблемами свинокомплексов на приграничных территориях, ряд объектов был потерян, пояснили в Национальном союзе свиноводов [5].

К началу октября 2025 года негативная тенденция пошла на спад. По данным расчета, в январе-сентябре 2025 года производство свинины в сельскохозяйственных организациях выросло на 0,2% за год до 3 миллионов 178 тысяч тонн.

Численность поголовья в организованном секторе к 1 октября увеличилась на 1,9% (+526 тыс. голов) и составила 27,7 миллионов голов.

В первом полугодии 2025-го отмечалось снижение объемов, однако уже с июля поголовье в нашей стране начало постепенно восстанавливаться и стал отмечаться прирост производства свинины.

По оценке аналитиков, по итогам 2025 года объём производства свинины во всех категориях хозяйств достигнет 4 миллиона 616 тысяч тонн в убойном весе.

Не смотря на незначительное снижение промышленного производства свинины в Российской Федерации в 2025 году, в целом с 2005 года по 2025 год промышленное производство превысило уровень в 4,6 миллионов тонн, а его доля от общего производства достигла 94%.

Также за эти 20 лет ежегодный объём производства вырос почти в 11 раз и превысил уровень 1990 года в 2 раза. Россия вошла в топ 5 производителей свинины в мире.

2018 год стал рубежным годом для Российского свиноводства. Именно в этот год, Российская Федерация из импортера №1 в 2012 году, за 6 лет достигла 100% обеспеченности свинины [1].

Также стоит отметить, что участникам рынка доступны меры господдержки для открытия новых внешних рынков и дальнейшего развития производства, включая льготные кредиты и субсидии [2].

Переходя к изучению темы импорта мясной продукции на примере свинины в Российскую Федерацию, стоит отметить, что ещё в 2016 году Россия перестала быть крупнейшим импортером свиного мяса и вошла в топ-6 основных его производителей. за последние годы значительно вырос экспорт российской свинины.

Импорт свинины сократился почти до нуля: если в 2010 году он составлял 633 000 тонн, то в 2024 — всего 4004 тонн, притом что квоты позволяли беспошлинный ввоз мяса на 100 000 тонн [3].

Изучая статистику импорта мясной продукции, на примере свинины затрагивая временной интервал начиная с 2020 года и заканчивая 2025 годом, была создана диаграмма (рис. 2).

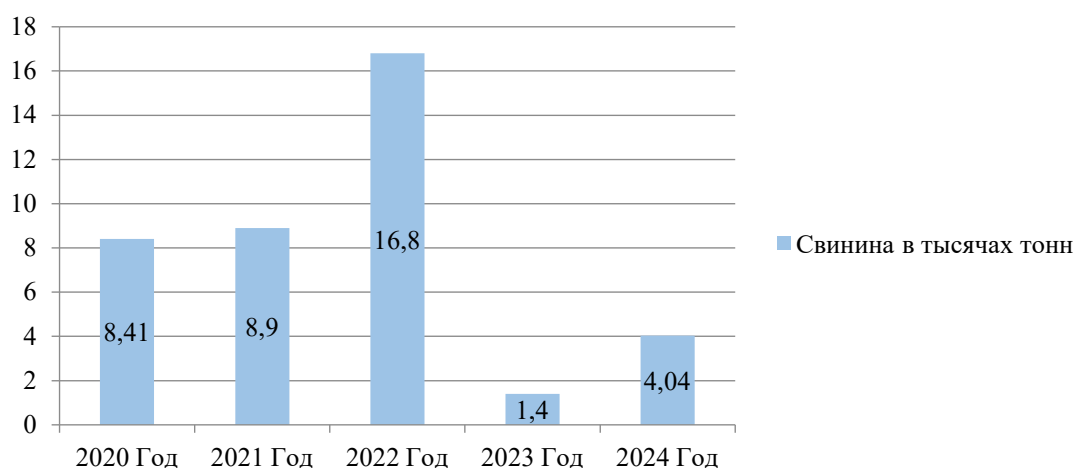


Рис. 2. Импорт свинины в Российскую Федерацию

В 2020 году импорт свинины в Российскую Федерацию составил 8,41 тысяч тонн.

Также, в 2020 году переход на плоскую пошлину в 25% (по условиям ВТО), низкая цена на свинину на внутреннем рынке, девальвация рубля, а также рост цен на свинину из-за африканской чумы свиней (АЧС) в странах Юго-Восточной Азии, практически полностью обнулил импорт продукции свиноводства.

Начиная с 2020 года, импорт свинины в Российскую Федерацию находится на крайне низких значениях, по сравнению с предыдущими годами.

В 2021 году импорт свинины в Российскую Федерацию составил 8,9 тысяч тонн, что на 0,49 тысяч тонн больше по сравнению с 2020 годом. Стоит отметить, что это на 5,3% больше, чем в прошлом году.

В 2022 году 16,8 тысяч тонн свинины было поставлено в Российскую Федерацию странами импортерами, стоит отметить, что за последние 6 лет этот численный показатель является рекордным.

То есть, в 2022 году, объем ввозимой мясной продукции (свинины) в Россию вырос на 88,76 %, по сравнению с 2021 годом.

Это связано с беспошлинным ввозом этого вида мяса в рамках квоты в 100 000 тонн. Евразийский экономический союз (ЕАЭС) предоставил возможность беспошлинного ввоза свинины.

Эту меру инициировал российский Минсельхоз на фоне опасения роста оптовых цен на мясо из-за распространения африканской чумы свиней (АЧС).

Рост производства свинины привел к тому, что импорт стал не выгоден и даже квоту в 2022 году в объеме 100 000 тонн участники рынка полностью не выбрали.

В 2023 году импорт свинины в нашу страну составил 1,4 тонн, что в 12 раз меньше по сравнению с 2022 годом.

Другими словами, объем импорта свинины на 91,7 % меньше, чем составил в прошлом 2022 году [1].

К слову, в 2023 году из Республики Беларусь ввезено 304,3 тысяч тонн различных видов мяса, в 2024 году – 350 тысяч тонн [4].

В 2024 году импорт свинины в Российской Федерации составил 4,04 тысяч тонн, что в 2,8 раз превышает поставки данной продукции в 2023 году.

То есть, объём импорта свиной продукции в 2024 году в Россию вырос на 188,57 % по сравнению с 2023 годом.

В 2025 году импорт свинины в Российской Федерации минимальный и не оказывает влияния на внутренний рынок.

Точные статистические данные за 2025 год на сегодняшний момент отсутствуют и по этой причине не могут быть предоставлены в диаграмме 2 и тексте данной работы [1].

Как видно по статистике импорта свинины в Российскую Федерацию количество ввозимой свинины в Российскую Федерацию снижается. Это связано с развитием мясной промышленности и свиноводства в Российской Федерации.

Также для понимания того, насколько снизился импорт свиной продукции в Российскую Федерацию, следует рассмотреть динамику количества поставленной мясной продукции за период с 2010 года по 2019 год.

В 2010 году в нашу страну было поставлено 1183 тысячи тонн свиной продукции.

В следующем, 2011 году, данное значение возросло. Так в Россию было импортировано 1215 тысяч тонн, что на 2,7% больше, чем в 2010 году.

Стоит отметить, что уже в 2012 году в Российскую Федерацию было ввезено 1243 тысячи тонн продукции свиноводства, что на 2,3% больше, чем годом ранее.

За прошедшие на данный момент 16 лет это самый высокий показатель импорта мясной продукции (свинины) в нашу страну.

В 2013 году в Российскую Федерацию было импортировано 1009 тысяч тонн свиной продукции. Это на 18,83 % меньше, чем было импортировано в 2012 году.

Начиная с 2013 года заметно снижение количества импортируемой в Российскую Федерацию свиной продукции.

В 2014 году было импортировано уже 427 тысяч тонн мясной продукции (свинины) в нашу страну.

Очевидно, что это достаточно заметное снижение количества поставляемой продукции, а именно это на 57,68% меньше, чем было в 2013 году.

Другими словами, в 2014 году свинины было импортировано в нашу страну в 2,36 меньше, чем годом ранее.

В 2015 году в Россию было завезено ещё меньшее количество свинины (мясной продукции) – 338 тысяч тонн. Этот объём на 20,84% меньше, чем в 2014 году.

То есть, объём ввозимой в Российскую Федерацию свиной продукции снизился в 1,26.

В следующем 2016 году, было импортировано 285 тысяч тонн свиной продукции в Российскую Федерацию, тенденция снижения количества мясной продукции сохраняется. В 2016 году было ввезено на 15,68% меньше свиной продукции, чем ввезли в 2017 году.

Другими словами, это в 1,19 раз меньше, чем годом ранее.

Как видно, динамика снижения импорта мясной продукции (свинины) несколько замедлилась.

Но, именно в 2016 году Российская Федерация перестала быть самым первым в списке импортеров свиного мяса.

Одновременно с этим, Россия нарастила производство собственной свиной продукции и вошла в топ-6 производителей данной мясной продукции в мире.

В 2017 году, объём импорта мясной продукции (свинины) в Российскую Федерацию незначительно вырос, до 313 тысяч тонн. Это на 9,8% больше, чем было годом ранее. Другими словами объём импорта свинины в Россию вырос в 1,1 раз.

В 2018 году объём ввозимой в нашу страну свиной продукции заметно снизился и составил 86 тысяч тонн.

Необходимо заметить, что это значительное снижение объёмов ввозимой продукции, и оно снизилось на 72,52%, по сравнению с прошлым 2017 годом.

Это в 3,63 раза меньше, чем был в 2017 году.

В следующем 2019 году, наблюдалось небольшое повышение объёма ввозимой свиной продукции в Российскую Федерацию, по сравнению с прошлым годом.

Это на 4,65% больше, чем в прошлом году.

Другими словами в 1,05 раз больше, чем в 2018 году, очевидно, что повышение было действительно незначительным.

Однако, начиная с 2020 года, как было указано ранее, объём ввозимой мясной продукции (свинины) в Российскую Федерацию находится на крайне низких значениях.

Так как наращиваются объёмы производства свинины в нашей стране, то потребность в мясе, произведённом в другой стране, снижается. На данный момент наши производители полностью закрывают потребности населения в мясе, поэтому нет необходимости увеличивать импорт свинины в Российскую Федерацию.

Импорт свинины в России в 2025 году практически отсутствует. Страна вышла на полное самообеспечение этим видом продукта, объёмы производства продолжают расти. По данным Национального союза свиноводов, за восемь месяцев 2025 года поставки свиноводческой продукции за рубеж выросли на 37%. Ключевой стратегический рынок — Китай, поставки на который увеличились более чем вдвое. Беларусь остаётся крупнейшим покупателем российской свинины [5].

Подводя итог, стоит отметить, что крайне низкие количественные значения импортируемой мясной продукции (свинины) в Российскую Федерацию, связаны с развитием и наращиванием объёмов Отечественного производства.

Список литературы

1. Животноводство России: свиноводство. — Росстат: Федеральная служба государственной статистики. — URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 03.02.2026).
2. Как будет меняться мясная индустрия в России: экспорт, переработка, нишевые продукты. — СберПро. — URL: <https://sber.pro/> (дата обращения: 03.02.2026).
3. Как из крупнейшего импортера свинины Россия превращается в важного экспортера. — Forbes. — URL: <https://www.forbes.ru/> (дата обращения: 03.02.2026).
4. По итогам 2024 года по данным информационной системы «ВетИС» Россельхознадзор фиксирует рост объёмов экспорта и импорта мясной и молочной продукции. — Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). — URL: <https://fsvps.gov.ru/> (дата обращения: 03.02.2026).
5. Производство мяса в России в 2025 году: оценка экспертов ЕМЕАТ. — Коровайнфо. — URL: <https://www.korovainfo.ru/> (дата обращения: 03.02.2026).

УДК 637.514.9.04/.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕЖЕСТИ СУБПРОДУКТОВ ПТИЦЫ

А. С. Кувалдина, О. Ю. Леденева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
г. Новосибирск, Россия, nastyakuv15@gmail.com*

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы и критерии оценки свежести и качества субпродуктов птицы. Изучается их химический состав, органолептические показатели и санитарные требования. Особое внимание уделяется методам определения степени свежести, включая оценку внешнего вида, запаха, консистенции, а также биохимические показатели и наличие патологических изменений. В статье проанализированы физические и химические критерии, позволяющие дифференцировать свежие и несвежие субпродукты, а также стандартные нормативы и ГОСТы, применяемые в промышленной переработке птицы. Значение правильной оценки свежести для обеспечения пищевой безопасности, сохранения качественных характеристик и

предотвращения возникновения заболеваний подчеркивается как важнейший аспект в переработке и реализации продукции. В статье приводятся рекомендации по определению степени свежести, использование лабораторных и органолептических методов.

Ключевые слова: птица; субпродукты; свежесть; органолептика; исследование; лабораторные методы; микробиологические показатели.

DETERMINATION OF FRESHNESS OF POULTRY BY-PRODUCTS

A. S. Kuvaldina, O. Yu. Ledenyova

Siberian State University Engineering and of Biotechnology, Novosibirsk, Russia,

nastyakuv15@gmail.com

Abstract. This article examines methods and criteria for assessing the freshness and quality of poultry by-products. The chemical composition, organoleptic characteristics, and sanitary requirements are studied. Special attention is given to methods for determining the degree of freshness, including assessment of appearance, odor, consistency, as well as biochemical indicators and the presence of pathological changes. The article analyzes physical and chemical criteria that allow differentiating between fresh and unfresh by-products, as well as standard regulations and GOSTs used in industrial poultry processing. The importance of proper freshness assessment for ensuring food safety, preserving quality characteristics, and preventing diseases is emphasized as a crucial aspect in the processing and sale of products. Recommendations are provided for determining the degree of freshness using laboratory and organoleptic methods.

Keywords: poultry; by-products; freshness; organoleptics; research; laboratory methods; microbiological indicators.

Актуальность темы обусловлена повышенным спросом на субпродукты птицы и необходимости разработки эффективных методов их оценки. Недобросовестные продавцы могут реализовывать не свежие или просроченные продукты, что создает риск для здоровья потребителей и негативно влияет на репутацию пищевой промышленности. Поэтому разработка критериев и методов определения свежести субпродуктов птицы является важной задачей для специалистов по пищевой безопасности.

Целью работы является изучение эффективных методов определения свежести субпродуктов птицы, основанных на физических, химических и микробиологических показателях.

Материалы и методы

В работе использовались следующие ресурсы для поиска литературных источников: <https://elibrary.ru/>, <https://e.lanbook.com/>, <https://docs.cntd.ru/>, <https://internet-law.ru/>.

Результаты

Важнейшими вопросами производства и сбыта продукции на рынок являются увеличение сроков реализации, долговременное сохранение потребительских свойств продуктов питания и их санитарно-гигиеническая безопасность, которые решаются с помощью различных способов хранения и упаковки [4].

Устойчивость в хранении субпродуктов значительно ниже, чем мяса, как в охлажденном, так и замороженном виде. Срок годности охлажденных субпродуктов при температуре от минус 1 до плюс 1°C составляет не более 3 суток; замороженных при температуре -18°C не более 6 месяцев. Если определение степени свежести мясного сырья проводится с помощью комплекса органолептических и физико-химических методов по ГОСТ 7269-2015 и ГОСТ 23392-2016, то для исследований субпродуктов в основном используется органолептический метод, не всегда позволяющий экспертам объективно оценить качественные признаки продукта, особенно на начальных этапах хранения. В процессе хранения они могут подвергаться различным изменениям. Эти изменения

возникают под действием собственных ферментов самих субпродуктов (загар) или в процессе жизнедеятельности микроорганизмов (ослизнение, плесневение, покраснение, посинение, свечение, гниение) [1].

Мясо и мясные продукты являются важнейшими источниками белка, витаминов и микроэлементов в рационе человека, однако их потребительские свойства и безопасность напрямую зависят от степени свежести. Несвежее мясо не только теряет питательную ценность, но и может стать причиной пищевых отравлений и инфекционных заболеваний, связанных с развитием патогенной микрофлоры и накоплением токсичных метаболитов [3]. Повышенная бактериальная загрязненность способствует изменению товароведных показателей и потребительских свойств, а также ускоренному развитию признаков порчи [5].

Субпродукты птицы — продукты убоя птицы, полученные в результате технологической обработки внутренних органов, в том числе потрохов (печени, сердца, мышечного желудка), гребней, шей, голов и ног птицы [7]. Их подразделяют на субпродукты сухопутной и водоплавающей птицы. Они представляют собой значительный ресурс сырья для производства пищевых продуктов. Подавляющее большинство субпродуктов обладают специфическими лечебными и профилактическими свойствами, а следовательно, могут быть широко использованы для производства диетических продуктов, в производстве полуфабрикатов, колбасных изделий и консервов. Для этого важно сохранить качество субпродуктов до их переработки.

Для переработки на пищевые цели используют субпродукты от здоровых животных при отсутствии в них каких-либо патологических изменений. Субпродукты после ветеринарно-санитарной экспертизы в соответствии с действующими «Ветеринарными правилами убоя животных и Ветеринарными правилами назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и продуктов убоя (промысла) животных, предназначенных для переработки и (или) реализации» обрабатывают с соблюдением санитарных правил. Все субпродукты обрабатывают сразу после разделки туш животных, так как несвоевременная обработка снижает их качество и способствует микробному загрязнению. По качеству обработки, органолептическим и физико-химическим показателям субпродукты должны соответствовать требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 051/2021.

Заключение о свежести субпродуктов птицы делают на основании органолептических и химических исследований с учетом характера изменений белков и жира.

Органолептическими методами определяют внешний вид и цвет, запах, консистенцию.

По качеству обработки, органолептическим и физико-химическим показателям субпродукты должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 1; цвет и запах субпродуктов — специфические, свойственные субпродуктам определенного вида птицы, без посторонних цвета и запаха [9].

Процесс оценки внешнего вида и цвета продукта включает визуальный осмотр его поверхности и срезов для определения свежести и качества. Внимание уделяют состоянию печени — проверяют наличие одной или двух долей, равномерность поверхности, цвет, наличие желчных пузырей и пятен. Обнаруживают кровеносные сосуды, сгустки крови и жировые отложения на сердце. Мышечный желудок осматривают на форму, состояние разреза, наличие кутикулы и внутреннего содержимого, а при наличии кутикулы измеряют ее площадь в сантиметрах квадратных с помощью линейки. Аналогично оценивают шею — наличие кожи, трахеи и пищевода, а также ноги — их состояние, наличие перьев и загрязнений. Голова проверяется на наличие гребня, перьев, сгустков крови и загрязнений. Такой комплексный визуальный осмотр помогает обеспечить высокое качество, безопасность и соответствие продукции нормативным требованиям.

Таблица 1 — Требования к субпродуктам по качеству обработки, органолептическим и физико-химическим показателям (ГОСТ 31657-2012)

Наименование субпродукта	Характеристика субпродукта	Массовая доля, %	
		белка, не менее	жира, не более
Печень	Обработанная печень, состоящая из одной или двух долей, упругой консистенции с гладкой поверхностью, от бурого до коричневатого цвета, чистая, без желчного пузыря, пятен от разлитой желчи и посторонних прирезей, с наличием незначительных остатков жировой и соединительной тканей	18	10
Сердце	Обработанное сердце без наружных кровеносных сосудов, сгустков крови, загрязнений, околосердечной сумки, с наличием околмышечного жира. Обработанное сердце может быть без верхушки аортального клапана	15	10
Мышечный желудок	Обработанный мышечный желудок различного способа и формы разрезания, без содержимого, кутикулы, прилегающих внутренних органов и жира	20	7
Шея	Обработанная шея с кожей или без нее, без трахеи, пищевода и загрязнений	14	13
Ноги	Обработанные ноги без ороговевшего слоя эпидермиса, наминов, остатков оперения и загрязнений	9	8
Головы	Обработанная голова с гребнем или без него, без остатков оперения, сгустков крови и загрязнений	8	8
Гребни	Обработанные гребни без сгустков крови и загрязнений	9	5

Примечание — Допускается по согласованию с потребителем наличие:

- всей неудаленной кутикулы для мышечного желудка водоплавающей птицы, для мышечного желудка сухопутной птицы — площадью до 1 см²;
- на ногах — ороговевшего слоя эпидермиса;
- на сердце — остатка аорты.

После проведения визуальной оценки также важна оценка упругости субпродуктов. Упругость субпродуктов (печень, гребни) и натуральных полуфабрикатов из мяса птицы оценивают путем образования ямки легким надавливанием шпателем или пальцем на субпродукт и наблюдением за ее выравниванием (при упругой консистенции после надавливания субпродукт восстанавливает первоначальную форму).

Завершающим этапом оценки органолептических свойств является анализ запаха. Запах точечной пробы субпродуктов в потребительской упаковке анализируют следующим образом: после достижения продуктом комнатной температуры (температуру продукта проверяют на контрольной упаковке с продуктом) с помощью ножа или скальпеля разрезают потребительскую упаковку и оценивают запах продукта внутри упаковки через образовавшееся отверстие.

Запах освобожденных от упаковки и оболочки продуктов оценивают органолептически как с их поверхности, так и внутри продукта после разрезания точечной

пробы. Для оценки запаха внутри продукта можно использовать слегка подогретые в теплой дистиллированной воде чистую металлическую шпильку или чистую заостренную деревянную палочку. Шпильку или палочку втыкают на всю глубину продукта, вынимают и сразу оценивают запах, оставшийся на шпильке или палочке. При анализе отмечают специфичность и степень выраженности запаха для данного вида субпродукта с учетом используемых рецептурных компонентов, в том числе пряностей, соусов, маринадов и панировки, предусмотренных рецептурой, наличие постороннего запаха (запах, не свойственный конкретному виду продукта, запах несвежего и подвергнутого порче продукта).

Результаты анализа оценивают по каждой точечной пробе продукта отдельно и сопоставляют с требованиями нормативного или технического документа на конкретный вид продукта [8].

По степени свежести субпродукты птицы подразделяют на свежие, сомнительной свежести и несвежие (табл. 2).

Таблица 2 — Органолептические показатели степени свежести субпродуктов птицы

Свежие	Сомнительной свежести	Несвежие
Цвет свойственный продукту, равномерный, без темных пятен. Запах приятный, характерный для свежего мяса, без посторонних или гнилостных ноток. Консистенция упругая, плотная. При надавливании ямка быстро выравнивается. Поверхность сухая или слегка блестящая, но не липкая, без склизких участков	Цвет может быть более темным, с серыми или желтоватыми пятнами. Запах слегка кисловатый, затхлый или с аммиачным оттенком. Консистенция менее упругая, ямка после надавливания выравнивается медленно (в течение 1 минуты). Поверхность может быть липкой или иметь темную, подсохшую корочку.	Цвет серый, с выраженными темными пятнами. Запах сильный, неприятный, гнилостный или аммиачный. Цвет серый, с выраженными темными пятнами. Запах сильный, неприятный, гнилостный или аммиачный. Консистенция рыхлая, не упругая. Поверхность липкая, местами может выделять сок.

Микроструктурные критерии, позволяющие различать категории свежести субпродуктов, представлены ниже с их характерными морфологическими особенностями:

«свежие» - структура ядер, элементов стромы и клеточных элементов тканей не нарушена, окраска равномерная;

«сомнительной свежести» - характеризуется гомогенизацией и пикнозом ядер клеточных элементов, десквамацией эпителиальных клеток, изменением тинкториальных свойств тканей, набуханием и разрыхлением пучков коллагеновых волокон стромы, распространением микрофлоры на глубину до 10 мм;

«несвежие» - характеризуются лизисом клеточных и ядерных элементов тканей, фрагментацией и лизисом пучков коллагеновых волокон соединительной ткани с образованием клеточного детрита, базофилией тканей, распространением микрофлоры в глубокие слои более 10 мм.

Только после комплексной оценки органолептических свойств субпродуктов получится точно определить возможную степень свежести продукции и дальнейшие меры. Таким образом, субпродукты, по результатам органолептической оценки отнесенные к субпродуктам сомнительной свежести, подвергают химическому и микроскопическому анализам.

Методы химического анализа позволяют более объективно оценить качество продукции и выявить признаки распада белков и окислительных процессов. Среди них выделяются следующие:

Метод качественного определения свежести субпродуктов птицы по продуктам распада белков. Этот метод применяется в случае разногласий при органолептической оценке свежести субпродуктов птицы. Он основан на способности реактива Несслера — двойной соли йодистой ртути и йодистого калия, растворенной в гидроокиси калия — образовывать окрашенные соединения при взаимодействии с продуктами распада белков, такими как аммиак, соли аммония, амины, сульфиды и альдегиды, которые накапливаются в мясе птицы в процессе распада белков.

При небольшой концентрации продуктов распада соединения после взаимодействия с реактивом находятся в виде коллоидного прозрачного раствора желтого цвета. В этом случае в протоколе указывается: «Качественный тест с реактивом Несслера — отрицательный».

Если содержание продуктов распада увеличивается, раствор приобретает интенсивно-жёлтую окраску, иногда с оранжевым оттенком, и наблюдается значительное помутнение с образованием тонкого слоя осадка в течение 15 минут, что свидетельствует о начальной стадии распада белков. Тогда указывают: «Качественный тест с реактивом Несслера — положительный (I)».

При более выраженных признаках распада содержимое пробирки после встряхивания окрашивается желтовато-оранжево, и очень быстро (в течение 1–2 минут) образуются хлопья, выпадающие в осадок. Это свидетельствует о значительном распаде белков, и в протоколе отмечают: «Качественный тест с реактивом Несслера — положительный (II)».

Для оценки степени окисления жира в субпродуктах применяют **метод определения количества летучих жирных кислот**. Он базируется на выделении кислых продуктов при гидролитическом и окислительном распаде липидов посредством перегонки водяным паром и последующего титрования раствором гидроокиси калия [8].

Свежие субпродукты обычно содержат до 4 мг летучих жирных кислот, что соответствует хорошему состоянию продукта. Если содержание составляет от 4 до 9 мг, продукт относится к сомнительному состоянию, а при значениях выше 9 мг — он считается несвежим.

Другой важный показатель — **кислотное число жира** — определяет степень разложения жиров при хранении. Метод заключается в выделении жира из пробы, растворении его в смеси диэтилового эфира и этилового спирта, а затем — титровании раствором гидроокиси калия свободных жирных кислот, образующихся в процессе хранения.

Свежий жир характеризуется кислотным числом в диапазоне от 1 до 4 мг/г, сомнительный — от 4 до 10 мг/г, а несвежий — более 10 мг/г.

Также для оценки степени окисления жира используют **метод определения перекисного числа**, которое показывает количество продуктов окисления жирных кислот, таких как перекиси и гидроперекиси. Метод основан на реакции взаимодействия продуктов окисления жира (перекисей и гидроперекисей), накапливающихся при хранении продукции, с йодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа с последующим определением выделившегося йода титрованием раствором тиосульфата натрия.

Жир от охлажденных и замороженных тушек всех видов птицы считают свежим, если значение перекисного числа не превышает 0,01 мг I_2 /100 г; жир от замороженных тушек всех видов птицы с перекисным числом 0,01–0,03 мг I_2 /100 г считают сомнительной свежести, при превышении указанных значений жир птицы считается несвежим [10].

Все перечисленные методы позволяют комплексно оценить свежесть и качество субпродуктов птицы, основываясь как на органолептических характеристиках, так и на

химических показателях, что обеспечивает высокую точность и надёжность диагностики их состояния.

В дополнение к этим методам широко применяется **микроскопический анализ**, который основан на определении количества бактерий путем микроскопирования мазков-отпечатков. Поверхность исследуемых субпродуктов стерилизуют раскаленным шпателем или обжигают тампоном, смоченным в спирте, вырезают стерильными ножницами кусочки размером 2,0х1,5х2,5 см, поверхностями срезов прикладывают к предметному стеклу (по три отпечатка на двух предметных стеклах). Препараты высушивают на воздухе, фиксируют, окрашивают по Граму и микроскопируют. Исследуют на одном предметном стекле 25 полей зрения, подсчитывают в отдельности количество кокковых и палочкообразных микроорганизмов в каждом поле зрения микроскопа и определяют их среднеарифметическое количество в одном поле зрения. По результатам такого анализа можно судить о степени свежести субпродуктов:

Свежие субпродукты – единичные экземпляры кокков или палочек, бактерий;

Субпродукты сомнительной свежести – не более 30 кокков или палочек, бактерий;

Несвежие субпродукты – более 30 кокков или палочек, бактерий [10].

Обеспечение безопасности продукции требует соблюдения определённых нормативов. Микробиологические показатели субпродуктов и содержание токсичных элементов должны соответствовать требованиям, установленным в техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), и не превышать предусмотренные в нём нормативы:

Содержание токсичных элементов (мг/кг, не более): свинца — 0,6; кадмия — 0,3; мышьяка — 1,0; ртути — 0,1; содержание диоксинов (мг/кг, не более): 0,000002 (для домашней птицы и продуктов из нее); содержание антибиотиков (мг/кг, не более): левомицетина — не допускается ($< 0,0003$ мг/кг), тетрациклиновой группы — не допускается ($< 0,01$ мг/кг), бацитрацина — не допускается ($< 0,02$ мг/кг); содержание пестицидов (мг/кг, не более): гексахлорциклогексана (ГХЦГ) — 0,1, ДДТ и его метаболитов — 0,1; содержание радионуклидов (удельная активность, Бк/кг, не более): цезия 137–200;

Микробиологические показатели: содержание патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл — не допускается в 25 г; содержание *Listeria monocytogenes* – не допускается в 25 г; количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КОЕ/г (см³), не более) — 1×10^6 ; содержание бактерий группы кишечной палочки (колиформы) (не допускаются в массе продукта, г) — 1,0; содержание бактерий рода *Proteus* (не допускается в массе продукта, г) — 1,0 [6].

В заключение, можно сказать, что определение степени свежести субпродуктов птицы является важным аспектом обеспечения их безопасности и качества. Использование органолептических методов, таких как оценка внешнего вида, запаха и структуры, в сочетании с физико-химическими и микробиологическими исследованиями, позволяет своевременно выявлять трупные признаки и минимизировать риск потребления несвежей продукции. Соблюдение нормативных требований и стандартов способствует повышению эффективности контроля качества на всех стадиях переработки и реализации. Внедрение современных методов оценки и постоянное совершенствование санитарных условий позволяют обеспечить высокое качество субпродуктов, что соответствует требованиям потребителей и способствует развитию пищевой промышленности.

Список литературы

1. Данилкина, О.П. Ветеринарно-санитарное определение степени свежести мяса / О.П. Данилкина // Вестник КрасГАУ. — 2024. — № 3 (204). — С. 99-107.
2. Зинина, О.В. Микробная ферментация субпродуктов птицы / О.В. Зинина, С.В. Меренкова, А.С. Князева [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. — 2021. — № 4. — С. 77-89.

3. Кулешова, О.С. Современные методы определения свежести мяса / О.С. Кулешова, С.Л. Тихонов // Журнал биологических наук и сельского хозяйства. — 2025. — № 2. — С. 52-61.
4. Дегтярь, А.С. Определение сроков хранения охлаждённого мяса индейки / А.С. Дегтярь, С.В. Семенченко, В.Н. Нефедова [и др.] // Известия ОГАУ. — 2017. — № 6 (68). — С. 147-150.
5. Серегин, И.Г. Сравнительный лабораторный анализ мясных полуфабрикатов / И.Г. Серегин, Д.В. Никитченко, А.М. Абдуллаева // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. — 2017. — № 2. — С. 201-208.
6. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. — Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.
7. ТР ТС 051/2021. О безопасности мяса птицы и продукции его переработки. — Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 29 октября 2021 года № 110.
8. ГОСТ 31470-2012. Мясо птицы, субпродукты и полуфабрикаты из мяса птицы. Методы органолептических и физико-химических исследований. — Введ. 01.07.2013. — М.: Стандартинформ, 2013. — 41 с.
9. ГОСТ 31657-2012. Субпродукты птицы. Технические условия. — Введ. 01.07.2013. — М.: Стандартинформ, 2019. — 10 с.
10. ГОСТ 31931-2012. Мясо птицы. Методы гистологического и микроскопического анализа. — Введ. 01.01.2014. — М.: Стандартинформ, 2019. — 7 с.

УДК: 634.4:577.164.2(574.2)(045)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С (АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ) В
НЕКОТОРЫХ СОРТАХ ЯБЛОК, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ГОРОДЕ АСТАНА**

Л.М. Мурзабекова, А.И. Газизова, Г. Габдулина, А. Коренева
Казахский агротехнический исследовательский университет им.
С. Сейфуллина г. Астана, Республика Казахстан, leila-2011@mail.ru
gasisova.2009@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные, полученные при проведении научного исследования и изучения содержания витамина С в яблоках, реализуемых в городе Астана, Республики Казахстан.

Ключевые слова. Яблоки, витамин С, исследование, натуральные соки, пищевая ценность.

**DETERMINATION OF VITAMIN C (ASCORBIC ACID) IN CERTAIN APPLE
VARIETIES SOLD IN ASTANA**

L.M. Murzabekova, A.I. Gazizova, G. Gabdulina, A. Koreneva
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan,
leila-2011@mail.ru, gasisova.2009@mail.ru

Abstract. This article presents data obtained during a scientific study and an examination of the vitamin C content of apples sold in Astana, Republic of Kazakhstan.

Keywords: Apples, vitamin C, research, natural juices, nutritional value.

Введение

Продукты питания, овощи, фрукты - для человека, корм для животных, рыб и птиц, — это перечень того, без чего нельзя представить полноценную жизнедеятельность того или иного земного существа.

Функционирование организма человека и животных связана с употреблением не только основных материалов построения любого организма – белков, жиров, углеводов, но и витаминов, недостаточное количество, которых может вызывать различные специфические заболевания, нарушения обмена веществ.

Как известно витамины не являются лекарством, они относятся к БАДам, но витамины – это низкомолекулярные органические вещества, которые могут не выполняют пластических и энергетических функций, но должны участвовать в различных процессах для поддержания гомеостаза – постоянства свойств и состава организма и его структур, – обеспечивать его нормальный рост организма и развитие, особенно растущего, но и должны влиять на иммунные реакции организма, важные в его сопротивлении к чужеродным микроорганизмам и ответных реакций на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды [2, 5, 7, 8].

Употребление витаминов человеком и животными является необходимым. Условие которое относится к главному – соблюдение норм их употребления, биологическую активность они проявляют в малых концентрациях, вызывая в избыточном или недостаточном количестве – или полном их отсутствии - авитаминоз – различные неблагоприятные физиологические реакции и патологические процессы [1, 3, 6, 8, 9].

Наличие витаминов в организме очень важно для его нормальной жизнедеятельности и благополучного функционирования всех тканей и органов. Но они в большинстве случаев не синтезируются в организме человека и животных, а поступают в него извне – в составе продуктов питания и фармацевтических препаратов и кормов.

Человек индивидуально и ежедневно употребляет в пищу различные продукты и блюда, напитки, сладости, и нередко прибегает к самому простому способу получения витаминов – замене потребления настоящих овощей и фруктов через другие товары – например, сок, пастилу, джемы и т.д., которые сохраняют пищевую ценность на достаточно хорошем уровне.

Но возникает вопрос – являются ли они подходящим аналогом, способным восполнить суточную норму потребления веществ, необходимых нашему организму? – мы, как бы специальности ОП В050 - «Биотехнология», решили разобраться в этом вопросе, и проверить с практической части и с практической точки зрения, может ли фруктовый сок быть богаче – или хотя бы равным в своем количественном и качественном содержании витаминов, а именно витамина А и С – по отношению к обычным плодам. Целью всех работ в целом явилось изучение содержания витамина С в различных сортах яблок: выращенных на садовом участке и приобретенных в торговой сети. Исследования выполнены с целью определить сорта яблок, наиболее богатых витамином С и дать соответствующие практические рекомендации.

В некоторых исследованиях проводился анализ яблок на содержание витамина С проведен методом тонкослойной хроматографии в научной лаборатории химического факультета Башкирского государственного университета. Были исследованы следующие сорта яблок: Спартак (садовое). Плоды созревают осенью. Широкое распространение получила в Среднем Поволжье, на Урале, в Сибири. Выведен в РФ. Белый налив (садовое). Осенний сорт, распространен во всех регионах РФ. Выведен в РФ. Гренни Смит. Плоды созревают поздней осенью, распространен по всему миру: Китай, Канада, РФ и т. д. Выведен в Австралии. Симиренко. Осенний сорт, распространен во всех регионах РФ, выведен в РФ. Голден. Позднеосенний сорт, американский сорт, в России произрастает на Юге. Гала. Позднеосенний сорт, произрастает в Великобритании, США, Новой Зеландии (выведен), Канаде, странах Европы. Айдаред. Позднеосенний сорт, в РФ произрастает в Краснодарском крае. Сорт выведен в США. Ред Чиф. Осенний сорт, выведен в США, странах Европы. По научным исследованиям А. В. Ильсова, Р. А. Яляева, Р. Р. Ильсова содержание витамина С в различных сортах яблок например сорт яблок влияет на содержание витамина С, г/100мг продукта 1) Спартак (садовое) 21,55 2) Белый налив

(садовое) 20,32. 3) Айдаред 14,14. 4) Глостер 13,47. 5) Симиренко 12,1. 6) Голден 11,36. 7) Ред Чиф 10,62. 8) Гала 10,61. 9) Гренни Смит 6,81.

В результате проведенных исследований установлено, что наиболее богаты витамином С яблоки сорта «Спартак» и «Белый налив», выращенные на садовом участке: содержание витамина С составило при этом 21,55 мг и 20,32 мг соответственно в пересчете на 100 г съедобной части продукта. Яблоки, приобретенные в торговой сети различных сортов, содержат витамина С в гораздо меньшей степени: от 6,81 до 13,47 г / 100 мг [13].

Материалы и методы исследования

В данном научном исследовании нами была поставлена цель- исследовать витамин С и источники его получения; провести соответствующие опыты, указывающие на их качественное содержание в продуктах питания (яблоках); показать практически качественное и количественное содержание витамина С в яблочных соках и яблоках; определить соответствующие выводы, исходя из результатов проведенного исследования.

Материалами научного исследования явились: яблочные соки торговых марок «Агуша», «Фрутоняня», «Нектар солнечный», «Пико», яблоки сортов «Айдаред» (Казахстан), «Голден» (Польша), «Черный принц» (Польша), «Роял Гала» (Польша), «Гала» (Польша).

Результаты собственных исследований

Яблоки сорта яблони «Айдаред» (Idared) характеризуются хорошим, средним вкусом, мякоть, сочная, кремового цвета, кисло сладкого вкуса, в меру ароматные. К моменту потребительской зрелости яблоки данного сорта плотной структуры, но после не продолжительного хранения мякоть становится мелкозернистой, к моменту окончания срока хранения становится – рыхлой. По химическому составу в яблоках Айдаред содержится 13,5 % сухих веществ 0,6 титруемых кислот, 10,5 – сахаров, 11,5 мг/100г кислоты аскорбиновой 120мг/100 г (рис.1) [7].



Рис.1 Сорт «Айдаред»



Рис. 2. Сорт «Роял Гала»

Яблоки «Роял Гала» - сорт сладких яблок с тонкой желто-красной кожурой. Вкус яблок данного сорта сладкий и насыщенный. Аромат плодов «Роял Гала» имеет карамельные ноты, мякоть яблок хрустящая и сочная, у яблок плотная, но не толстая кожица, гладкая, сильно блестящая, порой лопающаяся, эластичная. Основной цвет ее зеленовато-желтый, по мере созревания он становится насыщенно-желтым, золотистым. Имеется покровный румянец почти на всей части яблока. Он размыто-пятнистый, полосато-штриховой, ярко-красный, красно-оранжевый, изредка красно-карминный, насыщенный, практически полностью скрывает основной оттенок яблока (рис. 2).



Рис 3. Сорт «Голден»



Рис. 4. Сорт «Черный принц»



Рис. 5. Сорт «Гала»

Голден Делишес (*Golden Delicious*) - плоды большие, с кожицей жёлтовато-зелёного цвета, обладают сладким вкусом (рис.3). Плоды покрыты большим количеством серо-зеленых подкожных точек средних размеров. Химический состав: Р-активные вещества (катехины) – 199 миллиграммов.

Голден Делишес (*Golden Delicious*) - плоды большие, с кожицей жёлтовато-зелёного цвета, обладают сладким вкусом (рис.3). Плоды покрыты большим количеством серо-зеленых подкожных точек средних размеров. Химический состав: Р-активные вещества (катехины) – 199 миллиграммов.

Аскорбиновая кислота (витамин С) – 12.2 миллиграмма. Сумма сахаров (фруктоза) – 12.1%. Пектины (клетчатка) – 8.2%. Титруемые кислоты – 0.47%. У яблок кремового оттенка мякоть, плотная, хрустящая и слегка колющая, но при этом очень нежная, легко откалывается при откусывании, сочная, мелкозернистая. Вкус сладкий, с легкой кислинкой [8].

Черный принц – сорт яблок с очень привлекательным внешним видом. Плоды отличаются насыщенным красно-черным цветом и внушительным размером – одно яблоко весит порядка 200 г. У Черного принца сладкий, с небольшим оттенком кислинки вкус и твердая ароматная мякоть (рис. 4).

Гала (от фр. gala «праздничный») — это сорт яблок со сладким, мягким вкусом, хрустящей, не твердой текстурой и нарядной желто-красной кожурой. Имеет отличные вкусовые качества, один из самых и продаваемых сортов в РК и по всему миру, коммерческих сортов яблок (рис. 5).

Для достижения поставленных задач нами были использованы следующие общепринятые методики исследования по А.А. Сысоеву, И.П. Битюкову и О. Ольгину

Хотя не все витамины содержат аминокислоты и вообще азот, но они являются необходимыми веществами для организма, как животных, так и человека; и термин «витамин» укрепился в медицине, биохимии и прочих науках, обозначая термин «жизнь» во всем ее проявлении. Витамины классифицируют на две большие группы в зависимости от их физико-химических свойств, от их способностей растворяться в органических растворителях, воде.

Качественное определение витаминов в продуктах (по А.А. Сысоеву, И.П. Битюкову). В ходе исследования, следуя общепринятым методикам, нами было проведена серия опытов на определение содержания витамина С (аскорбиновой кислоты) в яблоках, соках собственного отжима, яблочных соках пакетированного производства (рис. 6-7).

Определение витамина С.

В пробирку мы вносили пять капель свежесжатого яблочного сока, одну каплю раствора железосинеродистого калия и одну каплю трихлорида железа. В связи с наличием

витамина С изначально образуется зеленый осадок, который со временем становится темно-синим.

Количественное определение витамина С в яблочных соках (по О. Ольгину). Особое внимание обращали именно количественному содержанию витаминов в продуктах.

Мы провели следующее исследование определение витамина С содержится в яблочных соках различных марок, и сравнить их с показателями наличия аскорбиновой кислоты в плодах яблок нескольких сортов.

Материалами исследования служили яблочные соки торговых марок «Агуша», «Фрутоняня», «Нектар солнечный», «Пико»; яблоки сортов «Айдаред»(Казахстан), «Голден»(Польша), «Черный принц»(Польша), «Роял Гала»(Польша), «Гала»(Польша); для проведения исследования использовали раствор йода и крахмальный клейстер.

В плоскодонную колбу вносили по 50 мл яблочного сока, добавляли 1 мл крахмального клейстера и с помощью бюретки проводили титрование – по капельное добавление – раствором йода до появления устойчивой темно-коричневой или синей окраски – прореагировав с аскорбиновой кислотой, йод вступает в реакцию с крахмалом, которая дает синюю окраску



Рис. 10. Количественное определение витамина С в яблочных соках (по Ольгину)

В ходе опыта мы определили методом йодометрии качественное и количественное содержание аскорбиновой кислоты в яблочных соках как определенных торговых марок, так и свежевыжатых. Исходя из объема йода, потраченного на титрование, произвели расчеты и получили следующие результаты:

Таблица 1 – Исследование витамина С в яблочных соках различных марок

№	Яблочный сок, марка	Аскорбиновая кислота мг/100г
1	Нектар «Солнечный»	2,75
2	Пико	1,75
3	Агуша	5,25
4	фрутоняня	4,37

Из данных таблицы 1 видно, что минимальное содержание витамина С (аскорбиновой кислоты) обнаруживается в соке под названием марки «Пико», а максимальное 5,25 мг/100 г в соках фирмы «Агуша», который предназначен именно для детей раннего возраста.

Беря во внимание полученные данные, мы можем сделать вывод, что содержание витамина С значительно выше в плодах яблок или их свежевыжатых соках, чем в соках с прилавков.

Из данных таблицы 2 видно, что минимальное количество витамина С обнаруживается в сортах яблок зарубежных производителей «Черный принц», составляя 7,87 мг/100 г, в сорте «Черный принц» производства Польша содержание витамина с составляет 11,95

мг/100 г, «Роял Гала» - содержит витамина С -10,5 мг/100 г, сорт «Гала» по нашим исследованиям содержит 11,08 мг/100 г, а максимальное количество исследуемого витамина содержалось в сорте местного произрастания «Айдаред», который составил 14,29 мг/100 г.

Таблица 2 – Исследование витамина С в яблоках различных сортов яблонь

№	Яблоки	Аскорбиновая кислота мг/100г
1	Черный принц (Польша)	7, 87
2	Голден (Польша)	11,95
3	Роял Гала	10,5
4	Гала	11,08
5	Айдаред	14,29

В результате проведенного исследования, мы пришли к следующему заключению, что витамины – это вещества, которые необходимы всем, для нормального функционирования организма и жизнедеятельности. Важно соблюдать их потребления время потребления и дозировки, что не всегда количество витаминов соответствует нормам содержания их в чем либо, в нашем случае в яблоках.

По мере возможности необходимо употреблять натуральные продукты, богатые витаминами, клетчаткой, различными макро - и микроэлементами. Главное – это заботиться о своем здоровье и вести здоровый образ жизни.

Обсуждение

В результате изучения литературы и проведения научного исследования, следующих ученых, как А. В. Ильясова, Р. А. Яляева, Р. Р. Ильясова содержание витамина С в различных сортах яблок например сорт яблок влияет на содержание витамина С, мг/100г продукта в сорте яблок Айдаред 14,14, а по нашим данным в этом же сорте получилось Голден - 11,36. Гала - 10,61, в сортах яблок зарубежных производителей «Черный принц», составляя - 7,87 мл/100 г, в сорте «Черный принц» производства Польша содержание витамина с составляет - 11,95 мг/100 г, «Роял Гала» - содержит витамина С -10,5 мг/100 г, сорт «Гала» по нашим исследованиям содержит - 11,08 мг/100 г, а максимальное количество исследуемого витамина содержалось в сорте местного произрастания «Айдаред», который составил - 14,29 мг/100 г.

Полученные данные в большей степени согласуются с многими отечественными и зарубежными авторами [10, 11, 12, 13, 14]. Таким образом, можно сделать выводы, что наиболее ценны с точки зрения высокого содержания витамина С яблоки, выращенные на садовом и дачных участках.

Список литературы

1. Березов, Т.Т. Биологическая химия: учебник / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1998. – 704 с.

2. Выделительные процессы [Электронный ресурс]. – URL: http://lib.omgau.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=uk&Z21ID=&I21DBN=KNVET&P21DBN=KNVET&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21LOG=1&S21P03=K=&S21STR=%D0%92%D0%AB%D0%94%D0%95%D0%9B%D0%98%D0%A2%D0%95%D0%9B%D0%AC%D0%9D%D0%AB%D0%95%20%D0%9F%D0%A0%D0%9E%D0%A6%D0%95%D0%A1%D0%A1%D0%AB (дата обращения: 17.04.2026).

3. Девис, М. Витамин С: химия и биохимия / М. Девис, Дж. Остин, Д. Патридж ; пер. с англ. – М. : Мир, 1999. – 176 с.

4. Ильясова, А.В. Изучение содержания витамина С в различных сортах яблок / А.В. Ильясова, Р.А. Яляева, Р.Р. Ильясова // Юный ученый. – 2017. – № 2 (11). – С. 118–119.
5. Ольгин, О. Количественное определение витамина С [Электронный ресурс] // Творческая жизнь науки и техники. – URL: <http://t-z-n.ru/archives/olgin.pdf> (дата обращения: 17.04.2026).
6. Рогов, И.А. Химия пищи / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М. : КолосС, 2007. – 853 с.
7. Сорт яблоки «Айдаред» [Электронный ресурс] // Sortoved.ru. – URL: <https://sortoved.ru/yablonya/sort-yabloni-ajdared.html> (дата обращения: 17.04.2026).
8. Сорт яблоки «Гала Роял» [Электронный ресурс] // Yabloki.site. – URL: <https://yabloki.site/sorta-yablon/gala-royal-osobennosti-sorta-i-uhoda> (дата обращения: 17.04.2026).
9. Электронный каталог Российской национальной библиотеки [Электронный ресурс]. – URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002408488/ (дата обращения: 17.04.2026).
10. Dilgin, Y. Fluorimetric determination of ascorbic acid in vitamin C tablets using methylene blue / Y. Dilgin, G. Nişli // Chemical & Pharmaceutical Bulletin (Tokyo). – 2005. – Vol. 53, No. 10. – P. 1251–1254. – DOI: 10.1248/cpb.53.1251.
11. Doumett, S. Comparison of nutritional and nutraceutical properties in cultivated fruits of *Fragaria vesca* L. produced in Italy / S. Doumett, D. Fibbi, A. Cincinelli, E. Giordani, S. Nin, M. Del Bubba // Food Research International. – 2011. – Vol. 44, No. 5. – P. 1209–1216. – DOI: 10.1016/j.foodres.2010.10.04.
12. Hickey, S. Misleading information on the properties of vitamin C / S. Hickey, H. Roberts // PLoS Medicine. – 2005. – Vol. 2, No. 9. – P. e307. – DOI: 10.1371/journal.pmed.0020307.
13. Izuagie, A.A. Iodimetric Determination of Ascorbic Acid (Vitamin C) in Citrus Fruits / A.A. Izuagie, F.O. Izuagie // Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. – 2007. – Vol. 3, No. 5. – P. 367–369.
14. Jens, L. On the effect of vitamin C intake on human health: How to (mis)interpret the clinical evidence / L. Jens // Redox Biology. – 2020. – Vol. 34. – P. 101532. – DOI: 10.1016/j.redox.2020.101532.

УДК 637.146.34:637.12.04/.07

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО

З.Т Одилзода, Т.В. Усова

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.
Новосибирск, Россия, ouk73@mail.ru

Аннотация. Молочное сырье определяет итоговое качество мороженого. Старые методы проверки отнимают много времени у производителей. Срок годности продукции сокращается из-за длительных анализов. Инфракрасная спектроскопия ускоряет процесс оценки сырья. Прибор измеряет множество показателей за короткий период. Ультразвуковые устройства можно применять прямо на месте приёмки. Они быстро находят посторонние примеси в молоке. Газовая хроматография помогает обнаружить подмену жиров. Масс-спектрометрия фиксирует присутствие летучих веществ в образцах. Статистический анализ разделяет партии по их источнику. Белки в составе влияют на густоту смеси. Концентраты из сыворотки делают текстуру более стабильной. Автоматизация убирает влияние человеческого фактора при оценке. Цифровые системы фиксируют данные для последующего изучения. Комплексная проверка повышает

надёжность результатов. Она оберегает покупателей от продукции низкого уровня. Входной контроль превращается в важнейший этап технологии. Он обеспечивает безопасность готового мороженого для потребителя.

Ключевые слова: входной контроль; молочное сырьё; мороженое; инфракрасная спектроскопия; ультразвуковой анализатор; газовая хроматография; масс-спектрометрия; фальсификация молочного жира

MODERN METHODS OF INPUT QUALITY CONTROL OF DAIRY RAW MATERIALS IN THE PRODUCTION OF ICE CREAM

Z.T. Odilzoda, T.V. Usova

*Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia,
ouk73@mail.ru*

Abstract. Dairy raw materials determine the final quality of ice cream. The old verification methods take up a lot of manufacturers' time. The shelf life of products is shortened due to long-term analyses. Infrared spectroscopy speeds up the process of evaluating raw materials. The device measures a variety of indicators in a short period of time. Ultrasonic devices can be used directly at the acceptance site. They quickly find impurities in the milk. Gas chromatography helps to detect fat substitution. Mass spectrometry records the presence of volatile substances in samples. Statistical analysis divides batches according to their source. The proteins in the composition affect the density of the mixture. Whey concentrates make the texture more stable. Automation removes the influence of the human factor in the assessment. Digital systems capture data for further study. Comprehensive verification increases the reliability of the results. It protects customers from low-level products. Entrance control is becoming an essential stage of technology. It ensures the safety of the finished ice cream for the consumer.

Keywords: entrance control; dairy raw materials; ice cream; infrared spectroscopy; ultrasonic analyzer; gas chromatography; mass spectrometry; milk fat adulteration.

Введение

Качество мороженого напрямую зависит от молочного сырья. Традиционные методы контроля требуют много времени. Производители теряют почти половину времени срока годности продукта на проверки. Все это снижает рентабельность.

Цель исследования: проанализировать методы входного контроля качества сырья для производства мороженого.

Результаты

Е.Е. Васильева и Н.Л. Лопаева описали технологию производства мороженого. Входной контроль включает проверку антибиотиков, соматических клеток, кислотности. Молоко анализируют на жир, белок, содержание воды. Проверяют сухой обезжиренный молочный остаток. Контролируют температуру поступившего сырья [2]. Данные показатели определяют качество готового продукта.

Г.О. Зарлыкова, Э.Б. Капарова и А.С. Асаналиева исследовали четыре образца молока с рынка. Они применили анализатор Lactoscan MCCW Combo. Прибор определяет двенадцать показателей одновременно. Только один образец соответствовал стандарту. Три образца содержали добавленную воду от 4% до 10%. Авторы выявили пониженную плотность и низкое содержание сухого обезжиренного молочного остатка. Ультразвуковой метод обеспечивает быстрый результат. Он минимизирует субъективность оценки [5].

Д.А. Баранова, Ю.О. Ерофеева и М.В. Губанов проанализировали метод инфракрасной Фурье-спектроскопии. Прибор Bentley FTS анализирует до 64 параметров. Он регистрирует весь спектр одновременно. Интерферограмма преобразуется математически. Результат получают за минуты. Точность превосходит ультразвуковые анализаторы. Метод не

требует реагентов для калибровки. База данных хранит спектры каждого образца [1]. Такой метод позволяет проводить обратный анализ. Производители экономят время и средства.

Д.А. Макаров, И.С. Нестеренко, С.В. Белов, А.В. Третьяков и Е.А. Небера изучили проблему фальсификации. До 10% проб содержат немолочные жиры. Говяжий жир стоит 30% от цены молочного. Это создает экономический стимул для подмены. Газожижидкостная хроматография выявляет жирнокислотный состав. Метод основан на сравнении соотношений жирных кислот. Стерины служат маркерами подлинности. Пищевые добавки маскируют до 30% постороннего жира. Комплексный анализ разными методами повышает надежность. Авторы предлагают мониторинговые исследования [6].

Е.В. Губина, А.Г. Кузьмин, Ю.А. Титов, А.А. Чередникова, М.М. Гузенко и А.Ю. Зайцева использовали масс-спектрометрию для анализа. Прибор изучает газы внутри упаковки без её вскрытия. Исследователи взяли образцы кисломолочных продуктов. Статистика разделила их на группы. Фермерские товары содержат другие газы. Заводские образцы показали иной состав. Технология быстро находит нарушения стандарта [3].

И.А. Гурский и А.А. Творогова изучали сывороточные белки. Концентрат влияет на густоту смеси. Мороженое лучше взбивается при добавке белка. Пена образуется активнее. Продукт тает медленнее при точной дозировке. Авторы нашли лучшее количество добавки. Твердость мороженого снизилась в разы. Белковый состав предсказывает качество продукта [4].

Новые приборы ускоряют работу лаборатории. Инфракрасная спектроскопия измеряет параметры за минуты. Масс-спектрометрия обнаруживает летучие вещества. Маркеры указывают на свежесть продукта. Ультразвуковые анализаторы работают в полевых условиях. Газовая хроматография обнаруживает жировую фальсификацию. Каждый метод решает конкретную задачу. Комплексный подход обеспечивает надежность контроля. Автоматизация снижает влияние человеческого фактора. Приборы калибруются без реагентов. Результаты сохраняются в базе данных. Производители корректируют процесс оперативно. Точность превосходит классические методы.

Высокая стоимость оборудования остается барьером. Инфракрасные спектрометры требуют значительных инвестиций. Масс-спектрометры нуждаются в квалифицированном обслуживании. Ультразвуковые приборы доступнее, но менее точны. Выбор метода зависит от масштаба производства. Крупные предприятия окупают инвестиции за год. Малые производства предпочитают портативные устройства.

Фальсификация молочного жира создает серьезную проблему. Растительные масла изменяют структуру мороженого. Животные жиры маскируются специальными добавками. Жирнокислотный анализ выявляет подмену. Стерины указывают на происхождение жира. Триглицеридный профиль дополняет картину. Мониторинг рынка требует комплексных исследований. Белковый состав влияет на все технологические параметры. Сывороточные концентраты улучшают текстуру. Они повышают термостабильность продукта. Вязкость смеси становится оптимальной. Кристаллы льда формируются мельче. Это замедляет таяние. Органолептические показатели улучшаются. Баллы по консистенции растут. Сливочный вкус усиливается. Контроль белка становится обязательным.

Входной контроль требует проверки сырья. Молоко тестируют на антибиотики перед работой. Антибиотики убивают бактерии в закваске. Кислотность показывает готовность к переработке. Жир определяет калорийность мороженого. Белок создает текстуру продукта. Остаток подтверждает натуральность состава. Температура влияет на свежесть.

Производство состоит из нескольких этапов. Сырье принимают в цех первым делом. Пастеризация уничтожает микробы в смеси. Гомогенизация дробит жировые капли. Фризер насыщает массу воздухом. Закаливание формирует структуру продукта. Технолог контролирует каждую операцию. Проблемы устраняют немедленно.

Современные технологии встраивают в производственный цикл. Датчики отправляют информацию в систему управления постоянно. Программы анализируют показатели

автоматически. Алгоритмы предсказывают итоговое качество продукции. Операторы видят подсказки на экране оборудования. Количество брака уменьшается благодаря контролю. Нормативы становятся строже с каждым годом. ГОСТ устанавливает допустимые параметры для молока. Жирность регулируют для разных типов продукции. Белок отвечает за питательную ценность изделия. Плотность подтверждает отсутствие разбавления. Антибиотики не допускают в сырьё вообще. Соматические клетки не должны превышать установленный уровень.

Заключение

Входной контроль оберегает здоровье покупателей. Качественное сырьё обеспечивает безопасность готового мороженого. Подделки обнаруживают ещё до начала переработки. Современное оборудование гарантирует высокую точность измерений. Автоматизация сокращает время проверки партий. Комплексный подход увеличивает надёжность результатов. Всё это формирует доверие потребителей к бренду.

Список литературы

1. *Баранова, Д.А.* Особенности использования метода ИК Фурье-спектроскопии в оценке качества молока (на примере прибора Bentley FTS) / Д.А. Баранова, Ю.О. Ерофеева, М.В. Губанов // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : сборник материалов LVI научно-практической конференции ов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Часть 2. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. — С. 1232-1237. — EDN EUFQXR.
2. *Васильева, Е.Е.* Анализ технологии производства мороженого / Е.Е. Васильева, Н.Л. Лопаева // Молодежь и наука. — 2024. — № 9. — EDN VHSFGC.
3. *Губина, Е.В.* Исследование возможности интеллектуального контроля качества ферментированной молочной продукции с применением газового квадрупольного масс-спектрометра / Е.В. Губина, А.Г. Кузьмин, Ю.А. Титов [и др.] // Научное приборостроение. — 2022. — Т. 32, № 4. — С. 49-57. — DOI 10.18358/np-32-4-i4957. — EDN DZXSES.
4. *Гурский, И.А.* Влияние концентратов сывороточных белков на технологические и органолептические показатели качества мороженого / И.А. Гурский, А.А. Творогова // Техника и технология пищевых производств. — 2022. — Т. 52, № 3. — С. 439-448. — DOI 10.21603/2074-9414-2022-3-2376. — EDN ZSTRHH.
5. *Зарлыкова, Г.О.* Инновационные методы в контроле и оценке качества молока / Г.О. Зарлыкова, Э.Б. Капарова, А.С. Асаналиева // Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. — 2024. — № 4 (71). — С. 190-195. — EDN UDJXOR.
6. *Макаров, Д.А.* Животный жир в молочной продукции: проблема фальсификации и методы контроля / Д.А. Макаров, И.С. Нестеренко, С.В. Белов [и др.] // Контроль качества продукции. — 2022. — № 12. — С. 42-47. — EDN CJNOWZ.

УДК 339.13.017:637.524.24(470)

АНАЛИЗ РЫНКА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В.А. Орлова, М.А. Сенина

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.

Новосибирск, Россия

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний анализ рынка колбасных изделий в Российской Федерации, охватывающий производство колбасных изделий за последние годы, рассматривается объём производства по разным федеральным округам Российской Федерации. Также в данной статье приводятся данные о ведущих мировых

экспортерах и месте России в этом рейтинге, а также детально анализируются направления и объемы российского экспорта, с акцентом на страны СНГ и отдельные крупные поставки.

Ключевые слова: анализ; рынок; колбасные изделия; статистика; данные; показатели.

ANALYSIS OF THE SAUSAGE MARKET IN THE RUSSIAN FEDERATION

V.A. Orlova, M.A. Senina

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of the sausage market in the Russian Federation, covering the production of sausage products in recent years, and examines the volume of production in the southern federal districts of the Russian Federation. This article also provides data on the world's leading exporters and Russia's place in this ranking, as well as a detailed analysis of the directions and volumes of Russian exports, with an emphasis on the CIS countries and individual large shipments.

Keywords: analysis; market; sausage products; statistics; data; indicators.

Актуальность проблемы. Рынок колбасных изделий в Российской Федерации представлен большим разнообразием товаров и стоит отметить, что данные в разных открытых источниках могут различаться. Эти различия могут быть связаны с множеством фактором, с методом сбора данных, выборкой учитываемой продукции и её категоризации, с методами анализа полученных данных и с другими факторами. Тем не менее, анализируя эти данные, мы можем представить объективную картину рынка колбасных изделий в Российской Федерации.

Цель обзора. Анализ рынка колбасных изделий в российской федерации

Материалы и методы

В своём анализе я опиралась на данные из открытых источников, таких как Росстат и Межгосударственный статистический комитет, а также использовала данные статей аналитических агентств.

Согласно данным Межгосударственного статистического комитета Россия является лидером по объему производства колбасных изделий среди стран СНГ (табл. 1). В 2024 году в странах Содружества было произведено 2,7 млн т колбасных изделий, включая колбасные изделия для детского питания, что на 1% превысило показатель предыдущего года. Однако стоит отметить, что в данной статистике не представлены данные по производству колбасных изделий в Республике Беларусь. Это может быть связано с тем, что страны самостоятельно предоставляют данные Межгосударственному статистическому комитету [4].

Таблица 1 — Производство колбасных изделий в странах СНГ, тыс. т

Страны	2020 г.	2021 г.	2022 г	2023 г	2024г.
Всего	2 764,5	2 627,4	2 605,2	2 682,2	2 709,1
Россия	2 355,0	2448,0	2 411	2 480,8	2 520,6
Казахстан	62,3	63,3	66,7	68,6	72,0
Азербайджан	25,8	26,7	29,7	30,2	32,0
Молдова	22,3	25,5	29,5	27,8	28,5
Кыргызстан (Киргизия)	9,0	10,7	12,6	17,7	23,4
Армения	12,7	12,0	12,4	13,1	14,8
Узбекистан	38,1	35,2	38,5	39,5	13,1
Таджикистан	7,1	6,0	4,5	4,5	4,7

Объём производства колбасных изделий имеет значительные колебания, обусловленные изменениями рынка. Эта отрасль демонстрирует устойчивость и рост, несмотря на сложности, наблюдавшиеся в 2022 году. Этот спад на 1,5% обусловлен осложнением геополитической обстановки, введением новых пакетов санкций и связанных с этим нарушениями в цепи поставок и производства колбасной продукции. Однако, несмотря на осложнение экономических условий, рынок колбасных изделий довольно быстро пришёл в норму, и к 2023 году достиг 2 480,8 тыс. т, что на 1,3% выше, чем показатели 2021 года (до спада). Этот значительный рост внутреннего производства колбасных изделий может быть обусловлен снижением доли рынка импортной продукции и финансовой поддержкой отечественных производителей государством. Последующий рост производства колбасных изделий свидетельствует об устойчивости этой отрасли пищевой промышленности, и о её способности адаптироваться к изменяющимся условиям рынка [4].

С января по июнь 2025 года суммарный выпуск колбасных изделий и аналогичной пищевой продукции из мяса, субпродуктов или крови животных в России достиг 4,0 млн т, что немного превзошло показатель 2024 г. за аналогичный период (3,9 млн т). Почти половина объема пришлась на Центральный федеральный округ — 1,9 млн т. За весь прошлый год производство этой продукции в стране составило 8 млн т (показатель публикуется Росстатом с 2024 г.).

В частности, по данным Росстата, за I полугодие 2025 г. производство колбасных изделий, включая колбасные изделия для детского питания, в РФ составило 1211,7 тыс. т (рис. 1). Больше всего продукции получено в июне – 217,9 тыс. т [3].

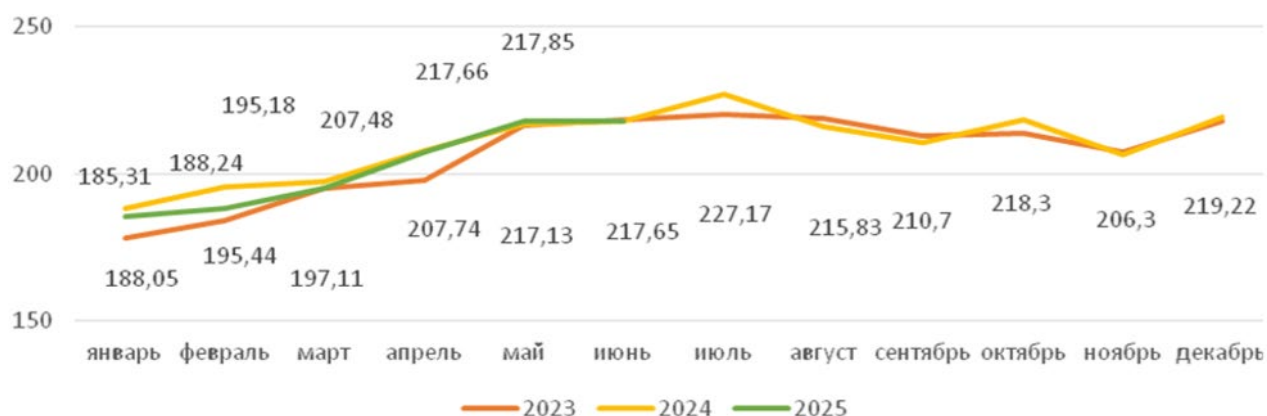


Рис. 1. Динамика производства колбасных изделий, включая колбасные изделия для детского питания, тыс. т

Анализ объемов производства колбасных изделий на территории Российской Федерации выявляет выраженную неравномерность распределения производственных мощностей между федеральными округами. Лидером в этом сегменте остается Центральный федеральный округ, который демонстрирует доминирующее положение. В январе - июне 2025 года его доля в общем объеме выпуска продукции составила внушительные 50%. На втором месте уверенно располагается Приволжский федеральный округ с долей в 23% (272,0 тыс. т). Сибирский федеральный округ занимает третье место с долей 8% (91,8 тыс. т). Северо-Западный федеральный округ незначительно отстает, имея долю в 7%. Уральский федеральный округ и Южный федеральный округ выпустили по 4% российских колбас каждый. Дальневосточный федеральный округ занимает 3% производственного потенциала. Наименьшую долю - 1% - занимает Северо-Кавказский федеральный округ. Такое распределение отражает исторически сложившиеся

промышленные зоны, наличие развитой инфраструктуры и логистических хабов в лидирующих регионах. [3].

Для полного и всестороннего анализа рынка колбасных изделий, охватывающего не только внутреннее потребление, но и глобальные тенденции, необходимо учитывать показатели экспорта. Международная торговля мясной продукцией отражает конкурентоспособность национальных производителей и их роль на мировом рынке. Главным мировым экспортером колбасных изделий является Германия: в 2024 г. она поставила на внешние рынки 163,1 т колбасных изделий и аналогичных продуктов из мяса. Второе место занимают США – 159,2 т, третье – Бразилия с 146,0 т. Россия в прошлом году экспортировала 46,2 т данной продукции (зеркальные данные) и заняла 12-е место в рейтинге (табл. 2) [2].

Таблица 2 — Страны-экспортеры колбасных изделий и аналогичных продуктов из мяса, тыс т

№	Страны	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
1	Германия	161,0	154,4	167,0	162,7	163,1
2	США	153,3	192,4	167,0	154,5	159,2
3	Бразилия	115,0	154,3	179,9	137,3	146,0
4	Польша	115,9	121,3	124,5	131,5	136,0
5	Италия	77,1	87,6	84,5	92,6	105,3
6	Испания	76,7	83,5	92,4	90,3	92,9
7	Бельгия	60,7	73,5	73,4	65,4	85,5
8	Нидерланды	72,8	71,8	83,8	71,3	72,1
9	Австрия	54,4	55,8	58,0	62,0	67,7
10	Китай	24,6	26,9	34,3	38,0	51,3
11	Франция	46,4	46,5	47,2	45,4	46,4
12	Россия	44,5	55,8	39,9	42,0	46,2
	Всего	1 391,7	1 556,3	1 555,5	1 474,2	1 605,6

Динамика экспорта в 2023-2024 гг была в основном обусловлена колебаниями поставок в Казахстан. В 2024 г экспорт колбасных изделий и мясных деликатесов из России в Казахстан составил 34,1 тыс т, или 72,2% совокупных российских поставок за рубеж.

Потребление колбасной продукции в Казахстане имеет тенденцию к росту, что дает возможность наращивания российского экспорта. В последнее время многие российские производители продают продукцию напрямую торговым сетям Казахстана, ранее они работали преимущественно через дистрибуторов.

Растет экспорт российской колбасной продукции и в другие страны ближнего зарубежья. Так, поставки колбасных изделий и мясных деликатесов в Абхазию выросли за пятилетие на 47% и достигли 2 тыс т, в Азербайджан – на 39% (до 4,9 тыс т), в Армению – в 7,7 раза (до 1,1 тыс т), в Беларусь – в 8,7 раза (до 1,4 тыс т), в Узбекистан – в 17,1 раза (до 0,7 тыс т).

В 2024 г была зафиксирована крупная поставка колбасной продукции в Саудовскую Аравию (1,2 тыс т) – при том, что в 2020-2021 гг экспорт в эту страну отсутствовал. В перспективе большой интерес для российских экспортеров колбас и мясных деликатесов может представлять рынок Китая, емкий и быстрорастущий [1].

Заключение

Подводя итог данной работы, несмотря на существующие вызовы, российский рынок колбасных изделий обладает значительным потенциалом для развития. Устойчивость производства, адаптивность к меняющимся условиям и разнообразие потребительских предпочтений создают основу для дальнейшего роста и укрепления позиций отечественных производителей, как на внутреннем, так и на внешних рынках.

Список литературы

1. *Сенина, М. А.* Проектная деятельность в сфере экспортных перевозок / М. А. Сенина // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса : сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и о.в. Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 21 октября 2022 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 334-337. – EDN GNBCZN.

2. *Сенина, М. А.* Обеспечение безопасности экспортных поставок специалистами ветеринарных служб / М. А. Сенина, О. Ю. Леденева // Ветеринарно-санитарная экспертиза: проблемы и пути решения качества и безопасности продукции животного происхождения : Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию со дня рождения профессора, доктора ветеринарных наук А.П. Ермолаева для преподавателей, молодых ученых, обучающихся, Омск, 18 декабря 2023 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 109-112. – EDN ААОУНЕ.

3. Федеральная служба государственной статистики : сайт. – Москва, 1999 – URL: <https://rosstat.gov.ru>

4 *Циндрин, Ю. А.* Российский рынок колбас и мясных полуфабрикатов / Циндрин Ю. А // Мясной ряд. – 2025 №3(101) – С. 10-14. – URL: <https://meat-milk.ru/rossijskij-rynok-kolbas-i-mjasnyh-polufabrikatov/>

УДК 619:614.3:637.52 (571.14)

АТТЕСТАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРИСВОЕНИЯ УРОВНЕЙ КОМПАРТМЕНТАЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КУДРЯШОВСКОГО МЯСОКОМБИНАТА

Р.А. Салтовский, М.А. Сенина,

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, г.
Новосибирск, Россия*

Аннотация. В условиях возрастающих рисков распространения опасных трансграничных болезней животных, таких как африканская (АЧС) и классическая чума свиней (КЧС), компартментализация выступает важнейшим инструментом обеспечения ветеринарно-санитарного благополучия и продовольственной безопасности. В статье рассматривается механизм аттестации мясоперерабатывающих предприятий для присвоения зоосанитарного статуса в соответствии с актуальным законодательством Российской Федерации и нормами ЕАЭС. На примере ООО «Кудряшовский мясокомбинат» проанализированы практические аспекты соответствия предприятия критериям наивысшего (IV) уровня компартмента. Подробно описаны применяемые меры биобезопасности: изоляция территории, строгий пропускной режим, дезинфекция автотранспорта, санитарная обработка персонала, а также использование государственных информационных систем прослеживаемости.

Ключевые слова: компартментализация, биобезопасность, зоосанитарный статус, ветеринарно-санитарная экспертиза, мясоперерабатывающее предприятие, африканская чума свиней, прослеживаемость продукции.

CERTIFICATION OF ENTERPRISES FOR ASSIGNING LEVELS OF COMPARTMENTALIZATION USING THE EXAMPLE OF THE KUDRYASHOVSKY MEAT PROCESSING PLANT

R.A. Saltovsky, M.A. Senina

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. In the context of increasing risks of the spread of dangerous cross-border animal diseases, such as African (ASF) and classical swine fever (ASF), compartmentalization is an essential tool for ensuring veterinary and sanitary well-being and food security. The article discusses the mechanism of certification of meat processing enterprises for awarding zoosanitary status in accordance with the current legislation of the Russian Federation and the norms of the EAEU. Using the example of Kudryashovsky Meat Processing Plant LLC, the practical aspects of the company's compliance with the criteria of the highest (IV) level of the compartment are analyzed. The biosafety measures used are described in detail: isolation of the territory, strict access control, disinfection of vehicles, sanitary treatment of personnel, as well as the use of state information systems of traceability.

Keywords: compartmentalization, biosafety, zoosanitary status, veterinary and sanitary expertise, meat processing plant, African swine fever, traceability of products.

Введение

В современном мире обеспечение продовольственной безопасности и стабильности поставок животноводческой продукции неразрывно связано с необходимостью защиты от трансграничных болезней животных. Эпизоотии таких высококонтагиозных заболеваний, как африканская чума свиней (АЧС), птичий грипп и классическая чума свиней (КЧС), наносят колоссальный экономический ущерб агропромышленному комплексу [3]. В этих условиях Всемирная организация здоровья животных (ВОЗЖ) и национальные

ветеринарные службы внедряют гибкие и надежные механизмы управления рисками, ключевым из которых является компартиментализация.

В отличие от регионализации, которая основана на географических границах и определении благополучия целых административных территорий, компартиментализация представляет собой процедуру выделения субпопуляций животных или производственных объектов с определенным зоосанитарным статусом в рамках единой строгой системы управления биобезопасностью. Это означает, что даже находясь в неблагополучном регионе, предприятие с высоким уровнем защиты (компартамента) имеет право продолжать производственную деятельность и реализацию продукции, доказав свою биологическую изолированность от внешней среды.

Цель исследования – изучить теоретические и нормативно-правовые основы компартиментализации предприятий по убою и переработке свиней в Российской Федерации и ЕАЭС, а также проанализировать практический опыт обеспечения высокого зоосанитарного статуса (IV компартимент) на примере ООО «Кудряшовский мясокомбинат» для выявления ключевых факторов эффективности системы биобезопасности и обоснования преимуществ аттестации по высшему уровню защиты.

Результаты исследования

В Российской Федерации и на территории Евразийского экономического союза (ЕАЭС) правила компартиментализации регулируются национальным законодательством и Решениями Совета Евразийской экономической комиссии. Процесс аттестации предприятий свиноводческой отрасли строго регламентирован Ветеринарными правилами определения зоосанитарного статуса объектов, утвержденными профильными приказами Минсельхоза РФ [5].

В соответствии с правилами, объектам может быть присвоен один из четырех уровней зоосанитарной защиты:

- Компартимент I (незащищенные объекты, минимальная защита);
- Компартимент II (объекты низкого уровня зоосанитарной защиты);
- Компартимент III (объекты среднего уровня зоосанитарной защиты);
- Компартимент IV (объекты высокого уровня зоосанитарной защиты).

Для определения или изменения статуса собственник объекта подает заявление в органы Государственной ветеринарной службы (Россельхознадзор). Процедура аттестации носит заявительный характер и осуществляется на безвозмездной основе. Уполномоченные органы проводят тщательный анализ представленной документации (планы обеспечения биобезопасности, схемы территории, данные о прослеживаемости), после чего инициируется выездное обследование. Инспекторы оценивают реальное состояние объекта: инженерно-техническую защищенность, поточность технологических процессов, методы дезинфекции и ведение учета. По результатам осмотра составляется акт и выдается ветеринарно-санитарное заключение о присвоении компартамента. Критерии являются кумулятивными — каждый последующий уровень включает в себя требования предыдущего с добавлением новых, более жестких ограничений [5].

В качестве реального практического примера успешного функционирования предприятия по убою и переработке свиней, отнесенного по результатам строгой оценки к IV компартименту, целесообразно рассмотреть ООО «Кудряшовский мясокомбинат» (одно из ведущих предприятий Новосибирской области и Сибирского федерального округа). Анализ работы данного объекта наглядно демонстрирует, как теоретические требования законодательства реализуются на практике.

Первым и основополагающим критерием IV компартамента является полная изоляция предприятия. Территория ООО «Кудряшовский мясокомбинат» расположена на достаточном удалении от населенных пунктов и огорожена сплошным металлическим забором по всему периметру. Это физически исключает бесконтрольное проникновение

посторонних лиц, а также бродячих и диких животных, которые могут выступать векторами переноса возбудителей болезней. В целях предупреждения попадания синантропных и диких птиц проводится регулярный осмотр путей, входов, выходов, оконных проемов и вентиляционных шахт [3].

Важнейшим условием удержания IV уровня компартмента является отсутствие технологических связей с объектами более низкого статуса. На территорию Кудряшовского мясокомбината убойные животные поступают исключительно из свиноводческих хозяйств, также имеющих статус IV компартмента. Доставка осуществляется специализированным автотранспортом, который не контактировал с предприятиями I–III компартментов.

Особое внимание уделяется пропускному режиму и дезинфекции транспортных средств. Завоз скота и вывоз готовой продукции осуществляются через разные контрольно-пропускные пункты. Каждый автомобиль проходит через крытый дезбарьер глубиной не менее 70 см, наполненный высокоэффективным дезинфицирующим раствором, концентрация которого контролируется и обновляется по мере загрязнения, а в зимний период раствор подогревается [4].

Риск заноса инфекции с персоналом на мясокомбинате минимизирован за счет жесткого соблюдения санитарно-гигиенических норм. На контрольно-пропускном пункте установлены датчики бесконтактного измерения температуры тела. Все сотрудники в обязательном порядке подписывают документ, подтверждающий, что они и их ближайшие родственники не содержат в личных подсобных хозяйствах восприимчивых животных (свиней) и не имеют контактов с ними.

На предприятии организован принцип разделения на «грязную» и «чистую» зоны. Приходя на работу, сотрудник оставляет личную одежду в гардеробе «грязной» зоны, в обязательном порядке принимает душ и переходит в «чистую» зону, где надевает предоставленную предприятием спецодежду (включая нательное белье, обувь и головные уборы). Перед входами в производственные цеха установлены специальные санпропускники с модулями автоматической бесконтактной дезинфекции рук и чистки/дезинфекции подошв обуви. Спецодежда ежедневно подвергается стирке с использованием дезинфицирующих средств в собственной прачечной мясокомбината.

Для поддержания высокого уровня ветеринарной санитарии в производственных цехах внедрена непрерывная система уборки. Помимо работы специализированного персонала в течение смены, по окончании рабочего дня проводится глубокая механическая очистка поверхностей с последующей пенной обработкой щелочными, а затем кислотными моющими средствами. Контроль качества дезинфекции на ООО «Кудряшовский мясокомбинат» осуществляется путем регулярного (не реже двух раз в месяц) взятия смывов с технологического оборудования, инвентаря, спецодежды и рук работников. Взятые пробы отправляются на микробиологическое исследование.

Еще одним обязательным критерием для IV компартмента является обеспечение абсолютной прослеживаемости животных и продукции на всех этапах производственной цепи. На предприятии этот процесс интегрирован с государственной информационной системой в области ветеринарии — ФГИС «ВетИС» (компонент «Меркурий»). Данная система позволяет в режиме реального времени отследить происхождение каждой партии сырья, маршруты ее перемещения и пункты назначения готовой продукции, что исключает попадание в оборот нелегального или потенциально опасного мяса [3].

Таким образом, аттестация предприятия на уровень компартментализации — это сложный, многоступенчатый процесс, требующий от бизнеса значительных инвестиций в инфраструктуру, автоматизацию процессов и обучение персонала. Опыт ООО «Кудряшовский мясокомбинат» доказывает, что строгое следование правилам биобезопасности и успешное подтверждение статуса IV компартмента является наиболее эффективной стратегией для крупных мясоперерабатывающих

Список литературы

1. *Архипенко, Е.В.* Перспективы и проблемы компартиментализации предприятий. понятие зоосанитарный статус и условия его присвоения // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. – 2024. – С. 281-286.
2. Закон Российской Федерации от 14.05.1993 № 4979-1 (ред. от 2023 г.) «О ветеринарии» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1993. – № 21. – Ст. 748.
3. *Зенченко, В.А.* Четвертый компартмент – обязательно высокий уровень зоосанитарного статуса предприятия по убою и переработке свиней, обеспечивающий его эффективную работу (на примере ООО «Кудряшовский мясокомбинат») // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 341-345.
4. *Зенченко В.А.* Современные проблемы компартиментализации предприятий по убою и переработке свиней // Вопросы ветеринарной науки и практики. – 2022. – С. 27-29.
5. Приказ Минсельхоза России от 25.04.2025 № 290 «Об утверждении Ветеринарных правил определения зоосанитарного статуса земельных участков, объектов капитального строительства, помещений, некапитальных строений, сооружений, с использованием которых... осуществляют выращивание, содержание и убой свиней...» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru>
6. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 10.11.2017 № 79 (ред. от 2024 г.) «О Порядке взаимодействия государств – членов Евразийского экономического союза при профилактике, диагностике, локализации и ликвидации очагов особо опасных, карантинных и зоонозных болезней животных и проведения регионализации и компартиментализации» // Официальный сайт ЕЭК. URL: <https://eec.eaeunion.org>

УДК 619:614.8.084:636.09

ДЕЙСТВИЕ ВЕТЕРИНАРНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

А.А. Селезнёва, О.Ю. Леденева

*Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий,
Новосибирск, Россия, selezneva12.03@mail.ru*

Аннотация/ Учитывая неблагоприятную эпизоотическую обстановку в Российской Федерации по ряду особо опасных заболеваний животных и постоянный риск их заноса в благополучные регионы, ветеринарными службами разработан комплексный алгоритм действий в условиях чрезвычайных ситуаций. Основная задача алгоритма — обеспечить упорядоченную и оперативную работу по купированию и полной ликвидации эпизоотических очагов в случае их возникновения.

Ключевые слова: алгоритм, зооантропонозы, инфекции, чрезвычайные ситуации, ветеринарные правила.

ACTION OF THE VETERINARY SERVICE IN EMERGENCY SITUATIONS

A.A. Selezneva, O.Y. Ledeneva

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. Given the unfavorable epizootic situation in the Russian Federation for a number of particularly dangerous animal diseases and the constant risk of their introduction into prosperous regions, veterinary services have developed a comprehensive algorithm for emergency situations. The main objective of the algorithm is to ensure orderly and prompt work to control and completely eliminate epizootic outbreaks in the event of their occurrence.

Keywords: algorithm, zoonoses, infections, emergencies, and veterinary regulations.

Введение

Чрезвычайные ситуации в ветеринарной сфере, вызванные массовыми заболеваниями животных — в частности, вспышками трансграничных заболеваний (ТЗЖ) — способны спровоцировать серьёзные социально экономические последствия [3].

Своевременное обнаружение заболевания на раннем этапе, когда патоген ещё не вышел за пределы первоначальной зоны распространения, играет ключевую роль в предотвращении масштабной вспышки. Моментальное установление карантинных ограничений в совокупности с последовательной реализацией полного комплекса противоэпизоотических мер существенно повышает вероятность успешной локализации очага и исключает риск дальнейшего усугубления эпизоотической ситуации.

Цель исследования – изучить организационно-правовые и практические аспекты реагирования на чрезвычайные ситуации в ветеринарной сфере при массовых инфекционных заболеваниях животных, проанализировать алгоритмы действий ветеринарной службы и механизмы межведомственного взаимодействия, а также определить пути повышения эффективности противоэпизоотических мероприятий в Российской Федерации.

Результаты исследования

Помимо ветеринарных служб, в реагировании на национальные бедствия задействованы ряд ключевых государственных структур. Их участие особенно ценно в чрезвычайных ситуациях, связанных с заболеваниями животных, поскольку позволяет существенно усилить потенциал ветеринарных служб в условиях национального бедствия.

К таким службам относятся:

1. Оборонное ведомство (особенно армия и ВВС) может поддержать транспортом и оборудованием в местности, пострадавшей от вспышки заболевания, особенно, когда местность недоступна для обычного транспорта; обеспечить продовольствием и кровом; защитить персонал, борющийся с заболеванием, там, где имеются проблемы с безопасностью; и предоставить средства для связи между национальными и местными штабами по борьбе с заболеванием и полевыми службами.
2. Полиция может помочь в борьбе с заболеванием, например, ввести карантин и ограничить передвижение скота, а в случае необходимости защищать персонал.
3. Департаменты общественных работ могут предоставить землеройную технику и оборудование для распыления дезинфицирующих веществ, а также экспертов по утилизации забитого скота при кампаниях по искоренению.
4. Национальные или областные экстренные службы могут предоставить помещения, материально-техническую помощь и связь.

Противодействие инфекционным заболеваниям животных, таким как высокопатогенный грипп птиц или ящур, не требует принципиально новых технологических решений — базовые методы борьбы давно отработаны и не представляют концептуальной сложности. В то же время практическое осуществление комплекса противоэпизоотических мер сталкивается с серьёзными вызовами в сфере материально-технического снабжения и логистики. При этом важно учитывать: единичные, разрозненные действия не способны обеспечить достижение поставленной цели.

Эффективность противодействия обеспечивается за счёт:

1. согласованному выполнению взаимосвязанных мероприятий в едином временном режиме;
2. обеспечению стабильно высокого качества реализации на каждом этапе работы;
3. объединению отдельных действий в целостную системную структуру.

Для предотвращения излишней усложнённости процесса необходимо придерживаться достаточно лаконичной концепции и систематически отслеживать продвижение к ключевой цели — преодолению заболевания.

Для систематизации мер реагирования на эпизоотические чрезвычайные ситуации в России сформированы ветеринарные нормативно-правовые акты. В этих документах закреплены пошаговые инструкции по проведению противоэпизоотических мероприятий — они выстроены в чёткую последовательность этапов и охватывают весь цикл работ: от предупреждения возникновения инфекций до выявления, сдерживания и полной ликвидации очагов особо опасных заболеваний животных.

Федеральный закон РФ от 14 мая 1993 года № 4979-1 «О ветеринарии» — основополагающий правовой документ, который регламентирует весь комплекс ветеринарных мероприятий: от профилактики и диагностики заболеваний животных до их лечения и контроля распространения инфекций. Особое внимание в законе уделено мерам защиты населения от зооантропонозов — болезней, передающихся от животных к человеку [6].

Ключевыми регулятивными документами выступают ветеринарные правила, утверждённые приказами Министерства сельского хозяйства РФ. В качестве примеров можно привести:

1. «Ветеринарные правила осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов африканской чумы свиней» (утверждены приказом Минсельхоза России от 28 января 2021 г. № 37) [7].

2. «Ветеринарные правила осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бешенства» (утверждены приказом Минсельхоза России от 25 ноября 2020 г. № 705) [8].

Алгоритм действий ветеринарной службы, при получении информации о случаях заболевания или гибели восприимчивых животных (при подозрении):

1. Уполномоченные специалисты государственной ветеринарной службы субъекта РФ или подведомственные ей организации обязаны оперативно осуществить отбор биоматериала у восприимчивых животных в зоне предполагаемого инфекционного очага для проведения лабораторного исследования. При установлении подозрения на заболевание требуется незамедлительно проинформировать руководителя региональной государственной ветеринарной службы. Процедура должна быть выполнена срочно — в срок, не превышающий 24 часов с момента поступления соответствующих сведений;

2. Направление государственной ветеринарной службой региона информации о подозрении на возникновение заболевания на подведомственной территории:

- высшему должностному лицу субъекта Российской Федерации,
- в федеральный орган исполнительной власти в области нормативно-правового регулирования в области ветеринарии;
- федеральный орган исполнительной власти в области ветеринарного надзора;
- главе муниципального образования [4, стр. 27].

Должно произойти не позднее 24 часов после получения информации.

3 Специалист государственной ветеринарной службы региона обязан обеспечить транспортировку отобранных проб в аккредитованную ветеринарную лабораторию. Срок доставки составляет 12 часов с момента взятия биоматериала — за исключением случаев подозрения на ящур, когда допустимый временной промежуток увеличивается до 24 часов с момента отбора проб;

До получения результатов лабораторного анализа ветеринарная служба обязана ввести ряд ограничительных мер, призванных предотвратить возможное распространение предполагаемой инфекции. В частности, требуется:

- приостановить убой животных, а также вывоз с территории хозяйства любых животных, продуктов их убоя и кормов;
- прекратить все перемещения и перегруппировки животных;
- запретить посещение хозяйства посторонним лицам;
- организовать дезинфекцию хозяйственных помещений и прочих объектов.

4. При поступлении сведений о возможном возникновении заболевания руководитель регионального ветеринарного органа обязан в двадцатичетырёхчасовой срок организовать выезд сотрудников государственной ветеринарной службы в зону предполагаемого эпизоотического очага — на место обнаружения трупа животного либо в хозяйство, где выявлены особи с подозрительными симптомами.

В рамках выезда специалистам надлежит выполнить следующие задачи:

- осуществить клинический осмотр животных, относящихся к восприимчивым видам;
- провести анализ и установить вероятные источники инфекции, способствующие факторы и ориентировочное время проникновения патогена;
- выявить всех восприимчивых животных, а также лиц, контактировавших с особями, подозреваемыми в заболевании;
- определить пространственные границы предполагаемого эпизоотического очага и возможные направления распространения возбудителя;
- произвести отбор проб патологического материала от трупов восприимчивых животных и обеспечить их транспортировку в лабораторию для проведения исследований.

5. Осуществить информирование жителей муниципального образования, где выявлен предполагаемый эпизоотический очаг, а также собственников восприимчивых животных, о действующих ветеринарно-правовых требованиях. Срок выполнения — не позднее суток (24 часов) с момента поступления соответствующих сведений.

Алгоритм действий ветеринарной службы в случае подтверждения заболевания:

1. Руководитель лаборатории информирует руководителя госветслужбы региона, специалиста государственной ветеринарной службы, направившего биологический материал на лабораторные исследования, о полученных результатах. Результаты лабораторного исследования вносятся в компоненты ФГИС ВетИС - «Веста». В течение 12 часов после получения результатов лабораторных исследований;

2. Государственная ветеринарная служба региона направляет информацию о возникновении эпизоотического очага:

- в федеральный орган исполнительной власти в области нормативно-правового регулирования в области ветеринарии;
- федеральный орган исполнительной власти в области ветеринарного надзора. В течение 24 часов после установления диагноза на заболевание

3. Руководитель региональной государственной ветеринарной службы обязан безотлагательно направить в ФГБУ «Центр ветеринарии» экстренный отчёт о выявленном заболевании и динамике эпизоотической ситуации, оформленный по форме 1 вет Б. Отправка документа должна быть произведена в незамедлительном порядке;

4. Руководитель региональной государственной ветеринарной службы организует созыв специальной противоэпизоотической комиссии субъекта Российской Федерации. В рамках заседания комиссии подлежат рассмотрению следующие вопросы:

- определение границ эпизоотического очага, а также смежных зон (угрожаемой и буферной) с разработкой перечня мероприятий для каждой из них;
- об определении мест доставки и уничтожения павших и изъятых (отчужденных) животных, утверждение порядка и методов их уничтожения;

- формирование ветеринарно-санитарной группы, в задачи которой войдут: контроль за изъятием (отчуждением) животных, захоронение зольного остатка от уничтоженных павших и вынужденно убитых животных, проведение дезинфекционных, дезинсекционных, дезакаризации и дератизационных работ, ликвидация контаминированных объектов;

- создание охранно-карантинной группы для обеспечения соблюдения введённых ограничительных мер;

- о создании групп по эвтаназии - с задачей гуманного умерщвления животных в эпизоотических очагах, неблагополучных пунктах и зонах;

- учреждение групп по уничтожению трупов животных, ответственных за их кремацию;

- об утверждении расчета сил и средств для ликвидации и локализации очага [1].

В течение 24 часов с момента установления диагноза на заболевание.

5.Руководитель государственной ветеринарной службы региона:

- направляет на рассмотрение высшему должностному лицу субъекта Российской Федерации представление об установлении ограничительных мероприятий (карантина) по заболеванию;

- Передает копию представления в федеральные органы исполнительной власти: в ведомство, осуществляющее нормативно правовое регулирование в сфере ветеринарии, и в орган, уполномоченный на ветеринарный надзор;

- разрабатывает проект акта об установлении ограничительных мероприятий (карантина) с соответствующим перечнем ограничений, проект акта об изъятии животных и (или) продуктов животноводства и направляет их на рассмотрение высшему должностному лицу субъекта Российской Федерации;

- разрабатывает и утверждает план мероприятий по ликвидации эпизоотического очага и предотвращению распространения возбудителя с направлением его на рассмотрение высшему должностному лицу субъекта Российской Федерации.

В течение 24 часов с момента установления диагноза на заболевание.

6. Высшее должностное лицо региона, руководствуясь представлением главы государственной ветеринарной службы субъекта, выносит решение о введении карантинных ограничений в связи с заболеванием, а также об изъятии животных (или птицы) и/или продукции животноводства. Одновременно утверждается план действий по ликвидации выявленного очага инфекции. Срок принятия решения — не позднее 24 часов с момента поступления проекта правового акта о введении ограничительных [5, стр. 156];

7. Руководитель региональной государственной ветеринарной службы обязан в двадцатичетырёхчасовой срок направить копию решения высшего должностного лица субъекта РФ о введении ограничительных мероприятий (карантина) в отношении выявленного заболевания в два федеральных ведомства: орган, осуществляющий нормативно-правовое регулирование в сфере ветеринарии, и орган, уполномоченный на ветеринарный надзор;

8. Оформление документов (актов) об изъятии животных (птиц) и полученной от них продукции в эпизоотическом очаге осуществляется под контролем государственной ветеринарной службы региона. не позднее 7 календарных дней со дня принятия решения об отчуждении;

9. Реализация комплекса мер по ликвидации инфекционного очага осуществляется на основании решения о введении ограничительных мероприятий (карантина), предусматривающего установление соответствующих запретов в зоне эпизоотии и на территории неблагополучного пункта.

В пределах эпизоотического очага выполняются следующие противоэпизоотические мероприятия:

- мониторинг состояния восприимчивых животных, вступавших в контакт с инфицированной особью, под контролем специалиста госветслужбы;
- проведение обязательной иммунизации всего поголовья восприимчивых животных;
- изъятие из оборота особей, у которых в ходе наблюдения выявлены клинические проявления заболевания;
- санитарная обработка (дезинфекция) помещений, предметов одежды и обуви, транспортных средств и иных объектов, потенциально контаминированных возбудителем.

10. Проведение заключительной дезинфекции. Не позднее чем за 3 календарных дня до планируемой даты отмены карантина [2, стр. 56];

11. Отмена карантина. Например, в случае ящура, карантин снимается через 28 дней после изъятия и уничтожения последнего восприимчивого животного.

Система реагирования на ветеринарные чрезвычайные ситуации в России представляет собой многоуровневую структуру с чётко проработанными регламентами и подтверждённой эффективностью. Трансграничные заболевания животных создают комплексные угрозы, выходящие за рамки животноводства: они способны нанести ущерб продовольственной безопасности, нарушить международные торговые связи и поставить под угрозу здоровье населения, особенно в случае зоонозных инфекций.

Эффективность противодействия эпизоотиям напрямую зависит от оперативности — своевременного выявления первых случаев заражения, быстрого введения карантинных ограничений и слаженного выполнения всего комплекса ликвидационных мероприятий. Любая задержка на этих этапах резко повышает риск перерастания локальной вспышки в устойчивую эпизоотию, а также возможность распространения патогена в популяции диких животных.

Нормативно-правовая база РФ, закреплённая в приказах Минсельхоза, устанавливает чёткий порядок действий через систему ветеринарных правил. Эти документы определяют алгоритмы профилактики, диагностики и ликвидации очагов, распределяют зоны ответственности между ведомствами и задают жёсткие временные рамки для всех ключевых процедур — от первичного информирования и отбора проб до принятия решений. Такой подход способствует унификации методов работы и минимизации субъективных ошибок.

Важнейшим условием эффективности выступает межведомственное взаимодействие: скоординированная работа ветеринарных служб, Минобороны, Роспотребнадзора, МЧС и других структур позволяет решать задачи, недоступные изолированным ведомствам. При этом организационная эффективность базируется на чётко сформулированных целях, рациональном распределении ресурсов, объединении мер в единый комплекс и постоянном мониторинге процесса.

Заключение

Таким образом, главными факторами успеха являются жёсткая нормативная регламентация и многоуровневая координация действий. Для дальнейшего повышения устойчивости системы необходимо сосредоточить усилия на её технологическом совершенствовании — автоматизации процессов сбора данных и усилении технического оснащения региональных ветеринарных служб.

Список литературы

1. *Алгоритм действий государственной ветеринарной службы при ликвидации очагов особо опасных болезней животных* [Электронный ресурс]. — URL: <https://alapaevskoe.ru/uploads/document/14618/o-pervoocherednyh-dejstviyah-pri-yaschure--achs-i-grippe-minselhoz-rossii-um-25-271795-1.pdf?ysclid=mhenv9fnl424652466> (дата обращения: 15.04.2026).

2. Васильев, К.Д. Эпидемиология чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / К.Д. Васильев, В.С. Высоцкий, М.А. Молчановская [и др.]. — Санкт-Петербург: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2024. — 76 с. — ISBN 978-5-89588-601-4. —
3. Захаров, А.Е. Защита в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие / А.Е. Захаров, М.С. Назарова, Н.Ю. Илькухин [и др.]. — Санкт-Петербург: СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2024. — 275 с.
4. Кудачева, Н.А. Эпизоотология и инфекционные болезни: методические указания / Н.А. Кудачева. — Самара: СамГАУ, 2023. — 74 с. —
5. Никитин, И.Н. Организация ветеринарного дела: учебное пособие / И.Н. Никитин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1228-0.
6. О ветеринарии [Текст]: федеральный закон от 14.05.1993 г. № 4979-1 (ред. 08.08.2024) // Собрание законодательства РФ. — 1993. — Ст. 2.2. — URL: (дата обращения: 15.04.2026).
7. Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов африканской чумы свиней [Текст]: приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 14 ноября 2024 г. № 37 // Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru). — 2025. — 15 декабря. — Ст. 0001202412200041. — URL: (дата обращения: 15.04.2026).
8. Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бешенства [Текст]: приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21 августа 2001 г. № 705 // Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru). — 2021. — 27 сентября. — Ст. 0001202109270023. — URL: (дата обращения: 15.04.2026).

УДК 339.564:637.4

ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПОРТУ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

А.И. Соколенко, М.А. Сенина

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий

Аннотация. Статья посвящена анализу требований к продукции птицеводства (яйцо, пух-перо) в контексте ветеринарного законодательства РФ и нормативной базы стран-покупателей. Материал сопровождается графиками со статистикой экспортных поставок.

Ключевые слова: инкубационные и пищевые яйца, пух-перо, экспорт, нормативно-техническая документация, страны-импортеры, анализ рынка.

REQUIREMENTS FOR THE EXPORT OF POULTRY PRODUCTS

A.I. Sokolenko, M.A. Senina

Siberian State University of Engineering and Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article analyzes the requirements for poultry products (egg, fluff) in the context of the veterinary legislation of the Russian Federation and the regulatory framework of the buyer countries. The material is accompanied by graphs with export statistics.

Keywords: hatching and food eggs, fluff, export, regulatory and technical documentation, importing countries, market analysis.

Введение

Экспорт яиц и продукции птицеводства из России имеет высокое экономическое значение, обеспечивая поддержку птицеводческой отрасли в условиях перепроизводства, стабилизацию внутренних цен и развитие внешней торговли. Активный экспорт помогает избежать резкого падения цен на внутреннем рынке, который в 2025 году продемонстрировал производство свыше 120% от внутреннего спроса. Экспорт становится «подушкой безопасности» и единственным способом дать деньги отрасли на модернизацию. Выход на международные рынки обеспечивает приток иностранной валюты и повышает рентабельность птицеводческих предприятий.

Экспорт пера и пуха, хотя и является менее масштабным, чем пищевой сектор, служит важным источником доходов от переработки побочных продуктов птицеводства, в том числе для поставки на международные рынки текстиля и легкой промышленности.

Цель исследований. Изучить требования к экспорту продукции птицеводства.

Результаты

Анализ рынка по экспорту яиц и пух-пера. В 2023 г. крупнейшими производителями пищевых яиц в России были: ГК Таврос (птицефабрики в Республике Башкортостан, Ленин-градской обл., Пермском крае) - 1,79 млрд. шт.; АО «Птицефабрика Синявинская» (Ленинградская обл.) - 1,62 млрд. шт.; ОАО «Волжанин» (Ярославская обл.) - 1,48 млрд. шт.; АО «Окская птицефабрика» (Рязанская обл.) - 1,29 млрд. шт.; АО «Птицефабрика Роскар» (Ленинградская обл.) - 1,28 млрд. шт.; ООО «КОМОС ГРУПП» (птицефабрики в Удмуртской Республике, Республике Татарстан, Пермском крае) - 1,25 млрд. шт., ОАО «Птицефабрика Свердловская» (Свердловская обл.) - 1,01 млрд. шт. [2]. Доля данных семи предприятий составила 25,3% от общего объема производства яиц в сельскохозяйственных организациях или 20,8% от производства яиц в хозяйствах всех категорий (рис.1)[1].

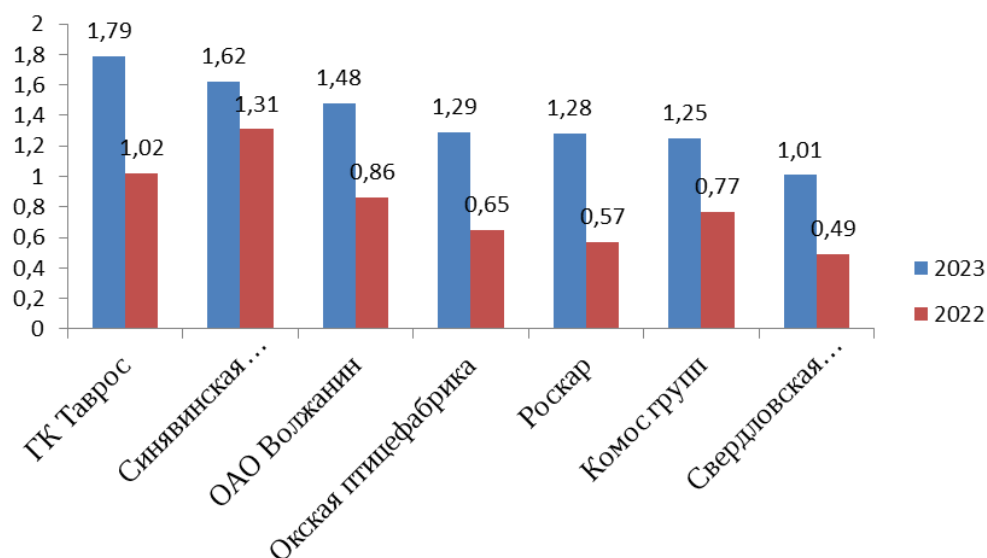


Рис. 1– Крупнейшие производители яиц в России

Основными покупателями стали Казахстан- 110 млн штук, Монголия- 117,3 млн штук и ОАЭ- 124,4 млн штук. Рост экспорта связан с перепроизводством на внутреннем рынке и восстановлением объемов поставок (рис.2)

По итогам 2025 года Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ) стали лидером по закупкам куриных яиц и импортировали из России 7,2 тыс. тонн продукции на общую сумму \$8,6 млн. В импорте куриных яиц эмираты обогнали предыдущего лидера - Монголию

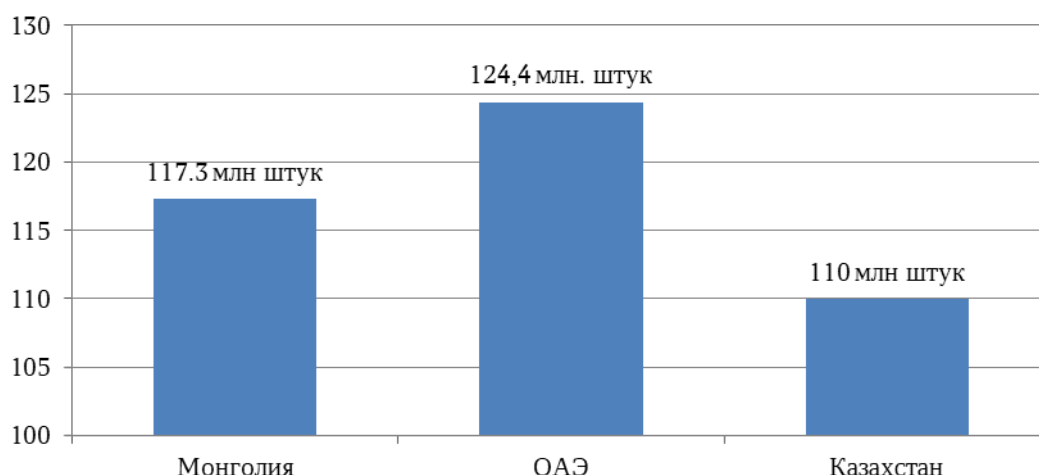


Рис. 2 –Основные страны-покупатели яиц за 2025 г

Основные документы в Российской Федерации, регулирующие деятельность по производству и переработке яиц и пух-пера:

1. Закон РФ от 14.05.1993 № 4979-1 "О ветеринарии";
2. Федеральный закон "О качестве и безопасности пищевых продуктов" от 02.01.2000 N 29-ФЗ;

3. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 "О безопасности пищевой продукции". Согласно требованиям ТР ТС 021/2011, яйца должны производиться из сырья, полученного от клинически здоровой птицы, выращенной в хозяйствах, благополучных по заразным и особо опасным болезням. Производственные процессы должны осуществляться с соблюдением ветеринарно-санитарных правил, исключающих загрязнение продукции и попадание в неё опасных факторов биологического, химического или физического происхождения.

Одним из ключевых требований регламента является безопасность яиц по микробиологическим показателям. В яйцах не допускается наличие патогенных микроорганизмов, включая бактерии рода **Salmonella**. Допустимые уровни условно-патогенной микрофлоры должны соответствовать установленным нормативам, подтверждённым результатами лабораторных исследований. ТР ТС 021/2011 также устанавливает требования к содержанию химических загрязнителей. В яйцах не допускается превышение предельно допустимых уровней токсичных элементов (таких как свинец, кадмий, ртуть), остатков пестицидов, ветеринарных препаратов, антибиотиков, гормональных веществ и радионуклидов. Особое внимание уделяется условиям хранения и транспортировки яиц. Они должны осуществляться таким образом, чтобы исключить ухудшение качества и возникновение угрозы безопасности продукции[5].

4. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 022/2011 "Пищевая продукция в части ее маркировки". Согласно требованиям ТР ТС 022/2011, маркировка яиц должна быть достоверной, однозначной и легко читаемой, наноситься на упаковку, ярлык или этикетку и сохраняться в течение всего срока годности продукции.

5. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 24 ноября 2021 г. № 794 "Об утверждении Ветеринарных правил назначения и проведения ветеринарно-санитарной экспертизы яиц сельскохозяйственных птиц и яйцепродукции, предназначенных для переработки и реализации"

6. ГОСТ Р 53397-2009 Сырье перопуховое. Технические условия. Технические условия устанавливают требования к органолептическим и физико-химическим показателям, требования к маркировке, упаковке, правилам приемки [3].

7. Евразийское экономическое сообщество. Комиссия таможенного союза. Решение от 18 июня 2010 г. N 317 о применении ветеринарно-санитарных мер в евразийском экономическом союзе (глава 33).

Экспорт яиц из России в Монголию. Согласно данным сайта Россельхознадзора, требования для экспорта яиц из России в Монголию следующие:

В законе Монголии от 28 ноября 2002 года « О карантинном надзоре и контроле при перевозке через государственную Границу животных, растений, сырья и продуктов на их основе» в статье 10 описываются Требования к импорту животных, растений, сырья и продуктов. В статье 19 описываются Требования к транспортировке через границу животных, растений, сырья и продуктов [4].

Ветеринарно-санитарные требования на куриные яйца при импорте в Монголию из России. Предъявляемое требование:

1. Договор о купле продажи или подробные ему документы (Закон о фитосанитарном и ветеринарном контроле товаров, сырья животного и растительного происхождения при перемещений через государственную границу ст.23.2.1).

2. Наличие специального разрешения по экспорту (закон о специальном виде деятельности хозяйствования).

3. Наличие на скорлупе каждого яйца даты производства.

4. Спокойное состояние страны экспортера от зоонозных заболеваний животного и растительного происхождения и физико-химического загрязнения (Постановление правительства).

5. Сертификат о происхождение товара (Постановление правительства).

6. Наличие ветеринарного и фитосанитарного сертификата выданные от уполномоченных организаций страны экспортера (Закон о фитосанитарном и ветеринарном контроле товаров, сырья животного и растительного происхождения при перемещений через государственную границу ст.9,1,2.).

7. Оценка разрешаемых рисков на данный вид товара (Закон о фитосанитарном и ветеринарном контроле товаров, сырья животного и растительного происхождения при перемещений через государственную границу ст. 10.1.2.).

8. Наличие результатов лабораторных исследований (Постановление правительства).

9. Тара и упаковочный материал одноразовые и соответствуют требованиям Таможенного союза.

10. Транспортное средство обработано и подготовлено в соответствии с правилами принятыми в стране экспортера[4].

Ветеринарные требования при импорте инкубационного яйца и суточных цыплят в Монголию:

1. Инкубационные яйца или суточные цыплята используемые для переработки должно происходить из хозяйств и административных территорий, свободных болезней животных.

2. Куры, несущие яйца не должны получать кормы содержащие сырьё выработанное с использованием методов геной инженерии или другие модифицированные и не должны подвергаться воздействию натуральных или синтетических эстрогенных, гормональных веществ и тиреостатических препаратов.

4.Инкубационные яйца или суточные цыплята должны поступать из инкубатора, система управления которого, санитарно-гигиенические процедуры и процедуры защиты от болезней были утверждены уполномоченным ветеринаром и соответствуют релевантным критериям, изложенным в Международном ветеринарно-санитарном кодексе МЭБ.

5.Инкубационные -яйца или суточные цыплята должны быть упакованы непосредственно в инкубатории в новые, неиспользованные ранее коробки для экспорта, и не должны контактировать с яйцами, домашней птицей или другими птицами, имеющими отличающийся статус здоровья.

6.Транспортные средства, импользуемые для перевозки инкубационных яиц или суточных цыплят должны быть оснащены соответствующей системой охлаждения и продезинфицированы перед погрузкой.

7.При ввозе продуктов животного происхождения первый раз на территорию Монголии, то обязательное проведение предварительной инспекции в местах производства продуктов[4].

Статистика рынка по экспорту яиц из Сибирского федерального округа в Монголию. В 2025 году инспекторы Сибирского межрегионального управления Россельхознадзора оформили необходимые ветеринарные сопроводительные документы для отгрузки в адрес монгольских получателей 5,3 млн куриных пищевых яиц.

Так, семь экспортных партий были подготовлены на территории Кемеровской области – Кузбасса (2,3 млн шт.), еще десять — на территории Новосибирской области (3 млн шт.), каждая из которых прошла исследования в аккредитованных лабораториях Кемеровского и Новосибирского филиалов ФГБУ «ВНИИЗЖ» соответственно. Полученные результаты стали основанием для признания продукции соответствующей ветеринарно-санитарным требованиям страны-импортёра [6].

Экспорт пуха и пера из России в Японию. По данным Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору требования страны-импортера Японии к ввозу пух-пера следующие:

Согласно Ветеринарным требованиям к экспорту пуха и пера из России:

Для перьев, импортируемых в Японию из Российской Федерации, необходимо представить санитарно-гигиеническое заключение, выдаваемое правительственным органом экспортирующей страны. Пункты обязательной проверки и сведения, вносимые в санитарно-гигиеническое заключение, соответствуют нижеследующему:

1.Название изделия; 2.Страна происхождения; 3.Страна назначения; 4.Название и местонахождение производственного предприятия; 5.Название и местонахождение приобретающей компании; 6.Тип упаковки, количество, чистый вес; 7.Согласно Закону «О контроле инфекционных заболеваний домашних животных» импортирующей стране необходимо провести дезинфекцию в случае, если в санитарно-гигиеническом заключении не подтверждено проведение мероприятий по обработке при «температуре 120°C в течение более получаса[4].

Статистика рынка по экспорту пух-пера из Сибирского федерального округа в Японию. Сильно выросли отгрузки и в Японию: 9,6 тонны на более чем 1,5 миллиона долларов в 2025 году против 3,5 тонны на почти 500 тысяч долларов годом ранее(рис.3)[1].

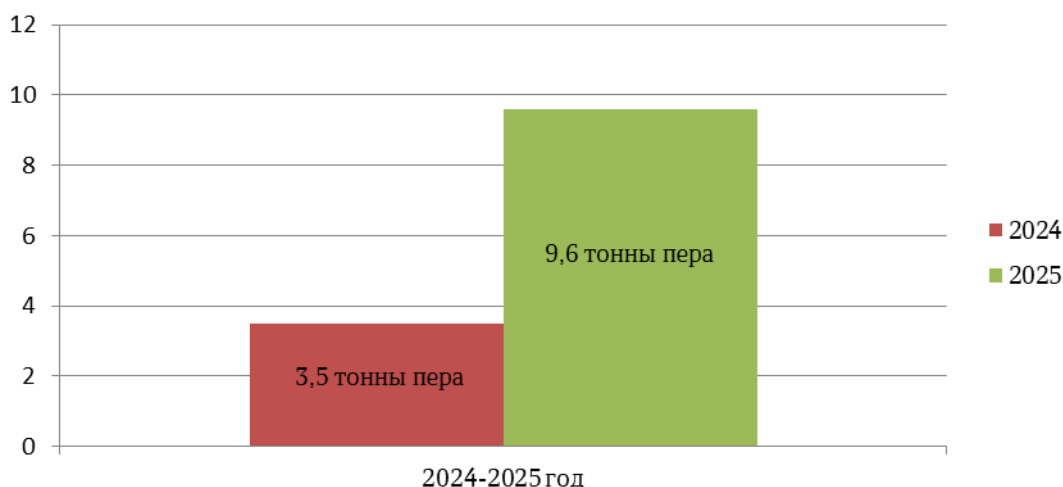


Рис. 3– Экспорт пера в Японию из Сибирского федерального округа

Выводы

Таким образом экспорт продукции птицеводства из Российской Федерации представляет собой многоэтапный и строго регламентированный процесс. Соблюдение ветеринарно-санитарных, техническо-документированных требований стран-импортеров является обязательным условием успешного выхода на международные рынки.

Список литературы

1. Буяров, А. В. Экономика и организация предприятий АПК : учебное пособие / А. В. Буяров, В. С. Буяров. — Орел :ОрелГАУ, 2025. — 291 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/486803> (дата обращения: 06.02.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Буяров, В. С. Развитие животноводства и птицеводства России в условиях импортозамещения : монография / В. С. Буяров, И. В. Комоликова, А. В. Буяров. — Орел : ОрелГАУ, 2024. — 205 с. — ISBN 978-5-93382-384-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/442250> (дата обращения: 05.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. ГОСТ Р 53397-2009 Сырье перопуховое. Технические условия.: издание официальное: утвержден и введен в действие Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии от 15 сентября 2009 г. № 418-ст: введен впервые: дата введения 01.01.2011/ разработан ГНУ «ВНИТИП»Россельхозакадемия НО Росптицесоюз. — Москва :Стандартинфор, 2020 —Текст непосредственный
4. Россельхознадзор: Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору : офиц. сайт. — URL: <https://fsvps.gov.ru/>(дата обращения: 03.03.2026).
5. Технический регламент таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [ТР ТС 021/2011 утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880: (с изменениями на 22 апреля 2024 года)].
6. Эффективность и конкурентоспособность производства яиц и мяса птицы : монография / В. С. Буяров, И. В. Червонова, А. В. Буяров, А. Ш. Кавтарашвили. — Орел :ОрелГАУ, 2021. — 249 с. — ISBN 978-5-93382-364-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322106> (дата обращения: 04.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Содержание

БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ	3
А.А. Баленко, А.А. Огнев	3
АНАЛИЗ СРОКОВ СЕЗОННОЙ МИГРАЦИИ ЗЯБЛИКА (<i>FRINGILLA COELEBS</i> L.1758) В НОВОСИБИРСКЕ ПО ДАННЫМ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ	3
АНАЛИЗ ПОЧВ Г.НОВОСИБИРСКА НА СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	7
И.В. Васильцова, Л.Ю. Гуленков, И.О. Исмагилова	7
БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ ВОДОЕМОВ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ	12
В.С. Иванов, В.В. Чагин	12
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОНДАТРЫ (<i>ONDATRA ZIBETHICUS</i>) В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	15
К.В. Гринь, А.А. Стеклова, Д.В. Кропачев	15
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ РАЗНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ	21
В.Ф. Жданова, Е.А. Новиков	21
ЗАВИСИМОСТЬ ОКРАСКИ СИЗЫХ ГОЛУБЕЙ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В Г. НОВОСИБИРСКЕ	24
Е. Д. Иванова, Д. А. Марцева, К. Д. Килина	24
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛЫХ ОЗЕР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	29
И.О. Исмагилова	29
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «КОКШЕТАУ»	32
Н. Казатай.	32
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЁМОВ Г. НОВОСИБИРСКА	35
Т.А. Машарова	35
БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЗООБЕНТОСА (НА ПРИМЕРЕ РЕК КРУТИХА И ШАБАНИХА)	40
С.Д. Непомнящих, С.А. Юрьев	40
ФЕНЕТИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ СОБОЛЯ (<i>MARTES ZIBELLINA</i> L.): СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИКИХ И ФЕРМЕРСКИХ ГРУПП ПО НЕМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ЧЕРЕПА	47
А.А. Пугачева, Д.В. Кропачев	47
КРАНИОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОНДАТРЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	51
К. С. Ровенских, В. О. Шорина, Е. Д. Червова	51
АКВАКУЛЬТУРА, ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО И ВОПРОСЫ ИСКУССТВЕННОГО РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ	55
РЕКРЕАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ВОДОЁМОВ	55
А. Е. Бугаева	55
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА САЗАНА В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	58
К.А. Канашков	58
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОБЫКНОВЕННОГО КАРПА НА ДИНАМИКУ НЕКОТОРЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ГЕРМЕТИЧНЫХ ЕМКОСТЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ	60
А.А. Кандыбин, Э.В. Бубунец	60
СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ АВСТРАЛИЙСКОГО КРАСНОКЛЕШНЕВОГО РАКА ПРИ КОРМЛЕНИИ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КОРМОВ.	66
К.К. Малыгин	66

МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕГРАЦИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ АМПЛИФИКАЦИИ И CRISPR/CAS В ДИАГНОСТИКЕ ВИРУСНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛОСОСЕВЫХ	74
Е.И. Михеева	74
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЫБЫ.....	83
А.В. Мольби, М. В. Стрижкова	83
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологии, ...	83
ОЦЕНКА ПРОДУКЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОРМОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (ONCORHYNCHUS MYKISS) В УЗВ	87
В.В. Преснецов, К.В. Гринь, В.В. Комлева	87
ВЫПУСК МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В ЕСТЕСТВЕННЫЕ ВОДОЁМЫ КАК МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ	93
О.В. Чернавина, Е.А. Процко	93
ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	98
ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ РАЗНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ	98
В.Ф. Жданова ¹ , Е.А. Новиков ^{1,2}	98
ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ НАРКОТИКОВ НА МОЗГ	101
А. Ю. Закрыжевская. Научный руководитель И. В. Морузи	101
СРАВНИТЕЛЬНАЯ АГРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ФЛОКА И САПРОПЕЛЯ КАК ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	107
А.С. Кравченко, Н.Д. Недина, И.В. Ткачева	107
АНАЛИЗ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ СИЗОГО ГОЛУБЯ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ	115
А.А. Полякова	115
ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ СОСТАВА РАСТЕНИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ УНИВЕРСИТЕТА БИОТЕХНОЛОГИЙ	119
Ю.С. Петрова, В.В. Преснецов	119
БИОТЕХНОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ИННОВАЦИИ	125
ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ЭМБРИОНОВ КАК ИНСТРУМЕНТ УСКОРЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ	125
А.А. Бреев	125
СНИЖЕНИЕ АНТИБИОТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ПРОМЫШЛЕННОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ: ПРОБИОТИКИ И ПРЕБИОТИКИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА КОРМОВЫМ СТИМУЛЯТОРАМ РОСТА	129
Е.А. Горбунова	129
ПРОБЛЕМЫ ГЕНОМНОЙ СЕЛЕКЦИИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ	133
П.А. Димитришин	133
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНОФОНДА ЛОКАЛЬНЫХ ПОРОД ЖИВОТНЫХ	137
Л.В. Заяханова	137
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ	141
А.С. Огнева	141
МОЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ У КОШЕК: РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ФАКТОРЫ РИСКА, ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ	145
А.А. Решотко	145
М.В. Стрижкова, научный	145
СОВРЕМЕННЫЕ ГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЕКЦИИ МОЛОЧНОГО СКОТА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ	148
О.С. Ужайкина	148
РОЛЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСКОРЕНИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ	153
П.Д. Халманская	153
РАЗВЕДЕНИЕ ОЛЕНЕЙ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЯ РОССИИ.	156

С.А. Чиркова	156
Научный руководитель: Степаненко Ж.Р., к.б.н., доцент	156
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДНК-ДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ	164
Ю.А. Шуршалова.....	164
БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	170
ПОРЯДОК РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ГБУ НСО «УПРАВЛЕНИЯ ВЕТЕРИНАРИИ ТОГУЧИНСКОГО РАЙОНА НСО».....	170
А.Е. Айманова, И.М. Зубарева	170
ДИНАМИКА ЭКСПОРТА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	175
Я. С. Алеева, М.А. Сенина	175
ВЛИЯНИЕ МИКОТОКСИНОВ НА КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ	179
Е.Э. Богомолова, О.Ю. Леденева	179
ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УБОЙНЫМ ПУНКТАМ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ.....	184
Д.А. Горелов, О.Ю. Леденева	184
ОТБОР ПРОБ И ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОДТВЕРЖДЕНИИ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ.....	188
Е.Ю. Жирова, О.Ю. Леденева.....	188
Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, Новосибирск, Россия, ekat.0661@mail.ru.....	188
ИМПОРТ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ	191
Е.С. Колесникова, М.А. Сенина	191
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЕЖЕСТИ СУБПРОДУКТОВ ПТИЦЫ	196
А. С. Кувалдина, О. Ю. Леденева.....	196
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИТАМИНА С (АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ) В НЕКОТОРЫХ СОРТАХ ЯБЛОК, РЕАЛИЗУЕМЫХ В ГОРОДЕ АСТАНА	203
Л.М. Мурзабекова, А.И. Газизова, Г. Габдулина, А. Коренева.....	203
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО	209
З.Т. Одилзода, Т.В. Усова	209
АНАЛИЗ РЫНКА КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	212
В.А. Орлова, М.А. Сенина	212
АТТЕСТАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРИСВОЕНИЯ УРОВНЕЙ КОМПАРТИМЕНТАЛИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КУДРЯШОВСКОГО МЯСОКОМБИНАТА.....	217
Р.А. Салтовский, М.А. Сенина,.....	217
ДЕЙСТВИЕ ВЕТЕРИНАРНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	220
А.А. Селезнёва, О.Ю. Леденева	220
ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПОРТУ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА	226
А.И. Соколенко, М.А. Сенина	226

Подписано в печать 01.05.2026 г. Формат 60×84 1/8.

Объем 27,2 усл. печ. л

Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано в Издательском центре Университета биотехнологий «Золотой колос»

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.

Тел./факс (383) 267–09–10. E-mail: 2134539@mail.ru