Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», 424000, Российская Федерация, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации: серия ПИ № ФС 77-75884 от 30.05.2019 г.)

Тел.: (8362) 68-79-97 (1565)

Адрес редакции:

424002, Россия, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Кремлевская, 44, переход, к. 303

e-mail: vestnik.margu@mail.ru

http://agro-econom.vestnik.marsu.ru

Территория распространения: Российская Федерация, зарубежные страны

Оригинал-макет подготовлен к печати в редакции научной и учебной литературы ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет». 424002, г. Йошкар-Ола, ул. Кремлевская, 44, переход, к. 303 и отпечатан в типографии «Принтекс». 424003, г. Йошкар-Ола, ул. Суворова, 15а, к. 204

Тем. план 2025 г. № 8.
Подписано в печать 30.04.2025 г.
Дата выхода в свет 30.04.2025 г.

Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 11,69.
Уч.-изд. л. 9,36.
Тираж 500 (I завод – 25).

Цена свободная.

Литературные редакторы:
О. С. Крылова

Компьютерная верстка
Г. И. Галлямова

Дизайн обложки
И. В. Шишкарева

ISSN 2411-9687

Том 11. № 1. 2025
Сквозной номер выпуска – 41

ВЕСТНИК

МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Научный журнал

DOI 10.30914/2411-9687

В Е С Т Н И К

МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Серия «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ»

Журнал входит в международный справочник научных изданий Ulrichsweb Global Serials Directory.

Включен в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (с 11.10.2017 г.) по следующим научным специальностям:

с 01.02.2022 г. по:
5.2.1. Экономическая теория (экономические науки),
5.2.4. Финансы (экономические науки),
5.2.5. Мировая экономика (экономические науки),
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

с 13.07.2022 г. по:
4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки),
4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность (биологические науки),
5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Журнал осуществляет научное рецензирование («двойное слепое») всех поступающих в редакцию материалов с целью экспертной оценки. Редакция журнала направляет копии рецензий в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации при поступлении соответствующего запроса. Журнал придерживается стандартов редакционной этики в соответствии с международной практикой редактирования, рецензирования, изданий и авторства научных публикаций и рекомендациями Комитета по этике научных публикаций. Точка зрения редакции может не совпадать с точкой зрения авторов.

Наименование и содержание рубрик журнала соответствуют шифру и наименованию области науки (и шифру и наименованию группы научных специальностей) в соответствии с Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени: 4 – Сельскохозяйственные науки (4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство; 4.2. Зоотехния и ветеринария); 5 – Социальные и гуманитарные науки (5.2. Экономика).

Цель издания – распространение научного знания, информационное сопровождение достижений ученых в области сельскохозяйственных и экономических наук.

Включен и индексируется в:
Академия Google, East View, ePrints, РИНЦ, Ulrich's Periodicals Directory, «КиберЛенинка», EBSCO.

Выходит с 2015 года.

Периодичность издания: 4 раза в год.

FOUNDER AND PUBLISHER:
Mari State University,
1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000,
Republic of Mari El, Russia

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (registration number and date of registration decision: series PI no. FS 77-75884 dated on May 30, 2019)

Telephone: (8362) 68-79-97 (1565)

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:
44 Kremlevskaya St.,
office 303 (passage), Yoshkar-Ola
424002, Republic of Mari El,
Russian Federation

e-mail: vestnik.margu@mail.ru

http://agro-econom.vestnik.marsu.ru

Distrbuted in the Russian Federation and foreign countries

The layout original was prepared for printing in the editorial board of scientific and educational literature of the Mari State University.
44 Kremlevskaya St., office 303 (passage),
Yoshkar-Ola 424002 and was printed at the printing house "Printecs".
15a Suvorova St., office 204,
Yoshkar-Ola 424003

Thematic plan of 2025 no. 8.
Signed to print 30.04.2025.
Date of publishing 30.04.2025.

Sheet size 60×84/8.
Conventional printed sheets 11.69.
Number of copies 500
(Printing plant I: 25).

Free price

Editors
O. S. Krylova,

Desktop publishing
G. I. Galyamova

Cover design
I. V. Shishkareva

ISSN 2411-9687

Vol. 11, no. 1, 2025
Continuous issue – 41

VESTNIK

OF THE MARI STATE UNIVERSITY

Chapter "AGRICULTURE. ECONOMICS"

Scientific journal

DOI 10.30914/2411-9687

V E S T N I K

OF THE MARI STATE UNIVERSITY

Chapter "AGRICULTURE. ECONOMICS"

The journal is indexed and archived in the international directory of scientific publications Ulrichsweb Global Serials Directory.
The journal is included in the List of Russian peer-reviewed scientific journals, where the main scientific results of Doctor of Sciences and Candidate of Sciences theses (since 11.10.2017), on the following scientific specialties should be published:

since 01.02.2022:
5.2.1. – Economic Theory (Economics),
5.2.4. – Finance (Economics),
5.2.5. – World Economy (Economics),
4.1.1. – General Agriculture, Crop Production (Agricultural Sciences)

since 13.07.2022:
4.2.1. Animal Pathology, Morphology, Physiology, Pharmacology and Toxicology (Biological Sciences),
4.2.2. Sanitation, Hygiene, Ecology, Veterinary-Sanitary Expertise and Biosafety (Biological Sciences),
5.2.3. Regional and Sectoral Economy (Economics)

The journal carries out the reviewing (scientific double-blind peer-review) of all submitted materials with the view of their expert assessment. The editorial board sends review copies to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation upon request. The journal adheres to the standards of editorial ethics in accordance with international practice of editing, reviewing, publishing and authorship of scientific publications and the recommendations of the Committee on Publication Ethics (COPE). The point of view of the editorial board may not coincide with the point of view of the authors.

The name and content of the journal's headings correspond to the code and name of the field of science (code and name of the group of scientific specialties) in accordance with the Nomenclature of scientific specialties for which academic degrees are awarded: 4 – Agricultural Sciences (4.1. Agronomy, Forestry and Water Management; 4.2. Animal Science and Veterinary Medicine); 5 – Social Sciences and Humanities (5.2. Economics).

The purpose of the publication is the dissemination of scientific knowledge, information support of scientific achievements in the field of agricultural and economic sciences.

The journal is indexed and archived by:
Academy Google, East View, ePrints, RSCI, Ulrich's Periodicals Directory, "CyberLeninka", EBSCO.

Published since 2015.

Publication frequency: 4 times a year.

ISSN 2411-9687

ВЕСТНИК МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
СЕРИЯ «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ»
Издается с 2015 года

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»
Выходит 4 раза в год
Главный редактор: **Баталова Галина Аркадьевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, г. Киров, Российская Федерация, *g.batalova@mail.ru*
Ответственный секретарь: **Крылова Ольга Сергеевна**, кандидат филологических наук, зав. редакцией научной и учебной литературы, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация, *vestnik.margu@mail.ru*

ISSN 2411-9687

VESTNIK OF THE MARI STATE UNIVERSITY
CHAPTER "AGRICULTURE. ECONOMICS"

Published since 2015

Founder and publisher: Mari State University

The journal is issued 4 times a year

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Сельскохозяйственные науки

Agriculture

УДК 636.5.034.082.35
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-9-15

Рост и развитие ремонтного молодняка кур кроссов Ломанн Браун-классик, Браун Ник, корал, супер ник

Я. Г. Анаников, О. С. Старостина, Н. А. Атнабаева

Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение***. Направленное выращивание ремонтного молодняка кур яичных кроссов является важным технологическим аспектом в системе «суточный молодняк – ремонтный молодняк – промышленное стадо кур». Основными показателями, предопределяющими время полового созревания «молодки», является интенсивность роста и развития, определяемые, в первую очередь, живой массой, оптимальные значения которой разработаны для каждого анализируемого кросса. Биологически обусловленное кормление и содержание птицы способствует оптимальному набору живой массы, что, соответственно, позволит сформировать однородное стадо здоровых и «плодовитых» кур. ***Цель исследования*** – проанализировать результаты скорости роста ремонтного молодняка кур с разной генетической составляющей. ***Материалы и методы.*** Объектом исследования явился ремонтный молодняк кур кроссов «Ломанн Браун-Классик», «Браун Ник», «Корал» и «Супер Ник» (подопытное поголовье составило 400 голов). Изучены биологические особенности «роста» живой массы (по общепринятым методикам) молодняка за анализируемые периоды: 7, 14 и 21 неделя. ***Результаты и обсуждения.*** За учетный период величина живой массы и среднесуточных приростов молодняка кросса Ломанн Браун-Классик была выше, чем у сверстниц кросса Браун Ник и «белых» кроссов, (при достоверной разнице) на 0,9–16,7 %. Курочки кросса Браун Ник достоверно превосходили по анализируемым показателям и в возрастной динамике сверстниц кроссов Корал и Супер Ник – на 5,7–18,4 %. Среди молодняка «белых» кроссов относительно высокой живой массой отличались курочки кросса Корал, живая масса который была выше на 5,8–9,3 % в сравнении с аналогами кросса Супер Ник. ***Заключение.*** Учет скорости роста молодняка по периодам выращивания является основным параметром для получения однородного стада птицы. Нормированное и сбалансированное кормление и содержание молодняка определяет ростовые и весовые промеры: на сколько обусловлено выше будет их значение, на столько выше будет пик яйценоскости и продолжительность яйцекладки кур.

Ключевые слова: возраст, живая масса, кросс, прирост, ремонтный молодняк

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 23-26-00184.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Анаников Я. Г., Старостина О. С., Атнабаева Н. А.* Рост и развитие ремонтного молодняка кур кроссов Ломанн Браун-классик, Браун Ник, корал, супер ник // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 9–15. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-9-15

Growth and development of young chicken crosses Lomann Braun-classic, Braun Nick, coral, super nick

Ya. G. Ananikov, O. S. Starostina, N. A. Atnabaeva

Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** Directed breeding of young laying egg crosses' hens is an important technological aspect in the system “daily chickens – replacement chickens − industrial flock of hens”. The main indicators predetermining the time of sexual maturity of ‘young ones’ are the intensity of growth and development, determined, first of all, by live weight, which optimal values are developed for each analyzed cross. Biologically conditioned feeding and maintenance of poultry promotes the optimal live weight gain of chickens, resulting to a homogeneous flock of healthy and ‘fertile’ chickens. ***The aim of the study*** is to analyze the results of the growth rate in replacement young chickens with different genetic components. ***Materials and methods.*** The object of the study is the replacement young chickens of the crosses ‘Lohmann Brown-Classic’, ‘Brown Nick’, ‘Coral’ and ‘Super Nick’ (the experimental stock was 400 heads). Biological features of live weight growth (according to generally accepted methods) of young stock for the periods of 7, 14 and 21 weeks were studied. ***Results and Discussion.*** Value of live weight and average daily gain of young chickens of Lohmann Brown-Classic cross was higher than in Brown Nick cross and ‘white’ crosses (with a reliable difference) by 0.9−16.7 % during the experimental period. Brown Nick cross chickens significantly surpassed the chickens of Coral and Super Nick crosses by 5.7−18.4 % in age dynamics in analyzed parameters. Live weight of Coral cross hens was relatively higher by 5.8−9.3 % in comparison with Super Nick cross hens among ‘white’ crosses. ***Conclusion.*** Taking into account to the growth rate of young stock in rearing periods is the main parameter for obtaining a homogeneous flock of poultry. Normalized and balanced feeding and maintenance of young stock determines the growth and weight measurements as well as the peak of egg production and duration of egg-laying period in hens, will be higher.

Key words: age, live weight, cross, weight gain, replacement young chickens

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Ananikov Ya. G., Starostina O. S., Atnabaeva N. A.* Growth and development of young chicken crosses Lomann Braun-classic, Braun Nick, coral, super nick. *Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 9–15. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-9-15

Введение

Грамотно организованное воспроизводство стада, выращивание молодняка кур в биологически обоснованных условиях кормления и содержания – является определяющим звеном в динамично развивающейся отрасли птицеводства, в том числе производства инкубационного и пищевого яйца.

Многочисленными исследованиями установлено, что «грамотное проведение селекционно-племенной работы с кроссами кур, оптимальные условия микроклимата и полноценность рационов кормления «усиливают» вероятность получения физиологически здоровых и пропорционально «развитых» цыплят, а также живой массы в соответствии с требованиями, которые предъявляют иностранные разработчики для ввозимых кроссов птицы. Соответствие требованиям разработчиков по критериям выращивания молодняка кур позволит сформировать здоровое, пропорционально-развитое стадо кур с генетически заложенной продуктивностью и параметрами яиц»[1] [1; 3; 4; 5; 8].

Анализируя аспекты интенсивности роста ремонтного молодняка кур, Анаников Я. Г. (2024) отмечает, что «…для формирования стада высокопродуктивными курами-несушками следует обращать внимание на достижение ими оптимальной массы в разные возрастные периоды: первые с 8 по 13-ю недели и с 13 по 20-ю недели». [1].

Интенсивность роста и развития молодняка птицы определена генетической составляющей

[1] Фисинин В. И. Кормление сельскохозяйственной птицы : учебник. М. : ТГЭОТАР-Медиа, 2011. 344 с.

реализация потенциала которой обеспечивается разработанной программой полноценного кормления и комфортными условиями содержания. [2; 6; 9].

Росту и развитию молодняка кур, как и другим видам сельскохозяйственных животных, свойственна периодичность фаз максимального роста и «замедления». При направленном выращивании молодняка особое значение приобретает знание временных периодов колебаний и своевременное реагирование на снижение (отставание) ростовых систем от нормативного «графика» [7; 11; 12].

Оценивая факторы, влияющие на уровень яичной продуктивности, Анаников Я. Г. (2024), Щербинина М. А. (2019) пишут: «…установлено, что особое внимание должно быть уделено предкладковому периоду молодняка кур, поскольку данный период является «перестройкой» организма «от молодняка к взрослому продуктивному животному», соответственно, любой стресс-фактор, повлиявший в данный период, в первую очередь, повлечет снижение продуктивности» [1; 10].

Таким образом, основной целью выращивания молодняка кур является получение однородного стада кур с хорошими адаптивными способностями, пропорционально развитыми экстерьерно-функциональными особенностями, высокой яйценоскостью и приспособленных к длительному биологическому периоду [1; 3; 4].

В связи с этим **целью исследования** явился сравнительный анализ живой массы в возрастной динамике молодняка яичных кур, обусловленный разностью происхождения.

Материалы и методы

Производственный опыт был проведен в 2023–2024 годах в ООО «Сарапульская птицефабрика» г. Сарапула Удмуртской Республики. Материалом для изучения явился ремонтный молодняк кур кроссов «Ломанн Браун-Классик», «Браун Ник», «Корал» и «Супер Ник». Для изучения интенсивности роста и развития сформированы четыре группы молодняка (в каждой по 100 голов) в зависимости от происхождения.

Содержание ремонтного молодняка кур вне зависимости от кросса на птицеводческом предприятии обеспечено в корпусах, оснащенных автоматическими трехъярусными клеточными батареями VALLI и BIG DUTCHMAN. Температурный, влажностный режимы, продолжительность освещения в помещениях соответствуют рекомендациям по выращиванию и содержанию молодняка.

На птицеводческом предприятии используют четырехэтапную программу нормирования рецептур комбикормов согласно возрасту и живой массе цыплят. Для кормления применяется сухой концентратный тип при использовании полнорационных комбикормов.

Значения живой массы в возрастной динамике: при рождении, 7, 14 и 21 недели – определяли методом взвешивания на электронных весах с точностью до 0,1 г. Полученные результаты живой массы использовали для определения величин среднесуточных приростов за учетный период по общепринятой методике.

Результаты исследования, обсуждения

Анализ результатов интенсивности роста показал, что живая масса молодняка кур разного кроссового происхождения в возрастной динамике соответствовала рекомендациям по выращиванию, а также несколько превосходила рекомендованные «весовые» параметры в среднем на допустимые 10 %.

Разность происхождения ремонтного молодняка оказала существенное влияние на параметры живой массы за учетные возрастные периоды, а соответственно, и на приросты массы тела.

В таблицах 1 и 2 отражены данные по вариативности живой массы разных кроссов птицы.

Анализ таблицы 1 показал, что в суточном возрасте живая масса цыплят не имела кроссовых различий и варьировала от 36,1 г до 36,5 г. Начиная с возраста 7 недель происхождение птицы оказало существенное влияние. Так, в возрасте 7 недель, живая масса молодняка кур кросса Ломанн Браун-Классик составила 628,3 г, что выше, чем у сверстниц кросса Браун Ник, на 8,8 г (1,4 %). В возрасте 14 и 21 неделя выявлена закономерная разница в живой массе между кроссами, которая была выше у ремонтного молодняка кросса Ломанн Браун-Классик на 11,2 г (0,9 %) и 117,5 г (6,2 %) соответственно по возрастам. Среднесуточный прирост за учетные возрастные периоды не выявил существенной разницы между птицей разных кроссов и составил 11,0–12,4 г.

Таблица 1 / Table 1

Живая масса и среднесуточный прирост ремонтного молодняка кур / Live weight and average daily gain of breeding young chickens

Показатель / Indicator	Кроссы ремонтного молодняка/ Breeding chicken crosses					
	Ломанн Браун-Классик			Браун Ник		
	$\bar{x}\pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)	$\bar{x}\pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)
Живая масса в возрасте, г: суточные	36,1±0,12	3,6	33,2–39,4	36,5±0,51	4,2	33,0–41,4
7 недель	628,3±7,8	9,4	612,6–644,1	619,5±5,7	10,1	608,2–638,6
14 недель	1237,5±23,9	10,2	1204,6–1300,4	1226,3±25,4	9,8	1976,4–1289,4
21 неделя	1881,3±32,9	11,6	1766,3–1905,8	1763,8±34,8	11,8	1705,4–1856,5
Среднесуточный прирост за период, г						
0–7 недель	12,1±0,16	8,6	9,6–14,3	11,9±0,15	9,3	10,6–13,1
8–14 недель	12,4±0,14	9,3	11,4–13,8	12,4±0,12	10,6	11,3–14,1
15–21 недель	11,5±0,14	12,7	11,0–13,0	11,0±0,09	13,0	10,8–12,8

Примечание: разность по сравнению с группой 1 достоверна при p <0,05*; p <0,01**; p <0,001***

Анализ таблицы 2 показал, что между «белыми кроссами» молодняка так же выявлены определенные различия в живой массе. За весь учетный период скорость роста курочек кросса Корал была выше, чем кросса Супер Ник на 53,5 г (9,3 %) – в возрасте 7 недель, 67,5 г (5,8 %) – 14 недель и 134,5 г (8,2 %) – в возрасте 21 неделя.

Динамика среднесуточных приростов за учетные возрастные периоды по кроссам молодняка не имела особых различий и варьировала в пределах 9,0–11,8 г.

Сравнительная оценка интенсивности роста и развития молодняка «коричневых» (Ломанн Браун-Классик и Браун Ник) и «белых» кроссов (Корал и Супер Ник) можно отметить достоверное превосходство за весь учетный период особей «коричневых» кроссов. Так, курочки кросса Ломанн Браун-Классик достоверно превосходили своих сверстниц кроссов Корал (P<0,01) и Супер Ник (P<0,001) в возрасте 7 недель – на 51,5 г (8,2 %) и 105 г (16,7 %) соответственно. Аналогичная закономерность отмечена в возрасте 14 недель – при P<0,01 сверстниц кросса Корал на 82,2 г (6,6 %) и Супер Ник (P<0,001) – на 149,7 г (12,1 %), и в возрасте 21 неделя – 236,4 г (8,6 %) и 1510,4 г (16,1 %) соответственно.

Таблица 2 / Table 2

Живая масса и среднесуточный прирост ремонтного молодняка кур / Live weight and average daily gain of breeding young chickens

Показатель / Indicator	Кроссы ремонтного молодняка / Breeding chicken crosses					
	Корал			Супер Ник		
	$\bar{x}\pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)	$\bar{x}\pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)
Живая масса в возрасте, г: суточные	35,2±0,23	3,9	32,2–40,7	35,4±0,15	5,1	32,0–45,6
7 недель	576,8±4,0**	9,8	552,5–621,4	523,3±4,5***	10,3	561,7–620,3
14 недель	1155,3±21,5**	10,7	1087,4–1220,6	10875,8±17,9***	11,6	1076,3–1173,7
21 неделя	1644,9±39,5**	12,6	1568,5–1778,3	1510,4±41,3**	12,1	1460,5–1671,5
Среднесуточный прирост за период, г						
0–7 недель	11,1±0,18**	9,6	10,1–12,4	11,0±0,21**	10,0	9,8–12,6
8–14 недель	11,8±0,22**	11,5	10,3–13,6	11,1±0,12**	11,7	10,5–13,2
15–21 недель	10,0±0,14***	12,8	9,3–11,5	9,0±0,16***	13,6	8,7–12,0

Примечание: разность по сравнению с группой 1 достоверна при p <0,05*; p <0,01**; p <0,001***

Достоверно более высокая ((P<0,05) (P<0,01), (P<0,001)) интенсивность роста отмечена у курочек кросса Браун Ник во все возрастные периоды по сравнению с аналогами кроссов Корал и Супер Ник – на 5,7 % – 18,4 % соответственно.

Количественные значения среднесуточного прироста у молодняка кроссов Ломан Браун-Классик и Браун Ник за весь учетный период были достоверно выше (P<0,05), (P<0,01), (P<0,001), чем у молодняка кроссов Корал и Супер Ник за период 0–7 месяцев – на 6,7–9,1 %, за период 8–14 недель – на 4,8–10,5 %, за период 15–21 неделя – на 9,1–21,8 %.

Заключение

Анализ результатов интенсивности роста и развития курочек разных кроссов показал, что за учетный период величина живой массы и среднесуточных приростов молодняка кросса Ломанн Браун-Классик была выше, чем у сверстниц кросса Браун Ник и «белых» кроссов, (при достоверной разнице) на 0,9–16,7 %. Курочки кросса Браун Ник достоверно превосходили по анализируемым показателям и в возрастной динамике сверстниц кроссов Корал и Супер Ник – на 5,7–18,4 %.

Таким образом, систематический контроль за интенсивностью роста и развития молодняка кур позволит своевременно «реагировать» на отклонения не только от нормативных требований весового роста, но и на состояние здоровья, адаптируя параметры составляющих оптимального выращивания птицы под биологически обусловленные.

1. Анаников Я. Г. Результаты влияния генетики на рост, развитие и яичную продуктивность кур-несушек // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2024. Т. 260 (IV). С. 34–41. URL: https://sciup.org/rezultaty-vlijanija-genetiki-na-rost-razvitie-i-jaichnuju-produktivnost-142243227?ysclid=m7viw4e190513177000 (дата обращения: 22.01.2025).

2. Астраханцев А. А., Исупова Н. В. Рост и развитие ремонтного молодняка и его влияние на последующую яичную продуктивность кур-несушек // Вестник Ижевской ГСХА. 2015. № 4 (45). С. 14–18. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24986326&ysclid=m7vj2ev25y832438987 (дата обращения: 24.01.2025).

3. Морфометрические показатели яиц кур разных кроссов / С. Д. Батанов, И. А. Баранова [и др.] // Зоотехния. 2023. № 8. С. 22–26. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54606646 (дата обращения: 24.01.2025).

4. Влияние возраста кур-несушек на морфометрические показатели яиц / С. Д. Батанов, И. А. Баранова [и др.] // Ученые записки Казанской Государственной Академии Ветеринарной Медицины им. Н. Э. Баумана. 2023. № 3. С. 55–61. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54508632 (дата обращения: 22.01.2025).

5. Бессарабов Б. Ф., Мишуров Н. П., Усов А. А. Методы оценки качества яиц // Эффективное животноводство. 2005. № 2 (2). С. 17–23.

6. Защитные механизмы птицы в постэмбриональном развитии / Бессарабов Б. Ф., Клетникова Л. [и др.] // Птица и птицепродукты. 2009. № 10. С. 49. URL: https://www.agroyug.ru/page/item/_id-3701/ (дата обращения: 22.01.2025).

7. Горелик О. В., Горелик Л. Ш., Харлап С. Ю. Динамика морфологических показателей качества яиц и их взаимосвязь в ходе репродуктивного периода // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 2. С. 91–96. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-morfologicheskih-pokazatelei-kachestva-yaits-i-ih-vzaimosvyaz-v-hode-reproduktivnogo-perioda?ysclid=m7vjz5lsi1446140613 (дата обращения: 24.01.2025).

8. Лекторский И. Н., Ирихимович А. И. Постэмбриональный рост цыплят и голубей в связи с развитием эндокринной системы // Труды института экспериментального морфогенеза. М., 1936. С. 189–205.

9. Наумова В. В. Сравнительное изучение основного обмена, затрат корма и скорости роста молодняка кур разных кроссов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1 (25). С. 136–140. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-izuchenie-osnovnogo-obmena-zatrat-korma-i-skorosti-rosta-molodnyaka-kur-raznyh-krossov?ysclid=m7vkc7g7ta623110055 (дата обращения: 24.01.2025).

10. Щербинина М. А. Морфологические признаки яиц кур в зависимости от направления селекции // Труды Кубанкого ГАУ. 2019. Т. 8. № 1. С. 284–289. DOI: https://doi.org/10.34617/tgxa-q905

11. Morphological indicators of egg quality of chickens at different ages and their interrelation in the reproductive period / S. D. Batanov, I. A. Baranova [et al.] // AIP Conference Proceedings, 3011 Ser. 'I International Conference 'Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology'. 2023. Vol. 3011. Iss. 1. Article 020026. DOI: https://doi.org/10.1063/5.0161542

12. Kavtarashvili A., Novotorov E. Morphological and Chemical Composition of Chicken Eggs as Affected by the Oviposition Time // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East. : Agricultural Innovation Systems, Vol. 2, (Ussuriysk, July 21–22, 2021). Vol. 354. Ussuriysk. 2022. Pp. 848–855. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=47549480&pff=1 (дата обращения: 24.01.2025).

Статья поступила в редакцию 29.01.2025 г.; одобрена после рецензирования 18.02.2025 г.; принята к публикации 21.02.2025 г.

Об авторах

Анаников Янис Гавриилович
аспирант кафедры технологии переработки продукции животноводства, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), *sar-sim@mail.ru*

Старостина Ольга Степановна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии переработки продукции животноводства, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1890-6890, *starostinao.starostinat@yandex.ru*

Атнабаева Наталья Андреевна
кандидат филологических наук, доцент кафедры иностранных языков, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9773-4550, *atnabaeva.nataly@mail.ru*

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Ananikov Ya. G. Rezul'taty vliyaniya genetiki na rost, razvitie i yaichnuyu produktivnost' kur-nesushek [Results of genetic influence on growth, development and egg productivity of laying hens]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2024, vol. 260 (IV), pp. 34–41. Available at: https://sciup.org/rezultaty-vlijanija-genetiki-na-rost-razvitie-i-jaichnuju-produktivnost-142243227?ysclid=m7viw4e190513177000 (accessed 22.01.2025). (In Russ.).

2. Astrakhantsev A. A., Isupova N. V. Rost i razvitie remontnogo molodnyaka i ego vliyanie na posleduyushchuyu yaichnuyu produktivnost' kur-nesushek [Replacement chicks growing and its impact on succeeding efficiency of egg-production chickens]. *Vestnik Izhevskoi GSKHA* = The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy, 2015, no. 4 (45), pp. 14–18. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24986326&ysclid=m7vj2ev25y832438987 (accessed 24.01.2025). (In Russ.).

3. Batanov S. D., Baranova I. A [et al.] Morfometricheskie pokazateli yaits kur raznykh krossov [Morphometric parameters of hens eggs of different cross-owls]. *Zootekhniya* = Animal Husbandry, 2023, no. 8, pp. 22–26. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54606646 (accessed 24.01.2025). (In Russ.).

4. Batanov S. D., Baranova I. A. [et al.] Vliyanie vozrasta kur-nesushek na morfometricheskie pokazateli yaits [Influence of age of laying hens on morphometric indicators of eggs]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2023, no. 3, pp. 55–61. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54508632 (accessed 22.01.2025). (In Russ.).

5. Bessarabov B. F., Mishurov N. P., Usov A. A. Metody otsenki kachestva yaits [Methods to assess the quality of eggs]. *Effektivnoe zhivotnovodstvo* = Efficient Animal Husbandry, 2005, no. 2 (2), pp. 17–23. (In Russ.).

6. Bessarabov B. F., Kletnikova L. [et al.] Zashchitnye mekhanizmy ptitsy v postembrional'nom razvitii [Protective mechanisms of birds in postembryonic development]. *Ptitsa i ptitseprodukty* = Poultry and poultry products, 2009, no. 10, p. 49. Available at: https://www.agroyug.ru/page/item/_id-3701/ (accessed 22.01.2025). (In Russ.).

7. Gorelik O. V., Gorelik L. Sh., Kharlap S. Yu. Dinamika morfologicheskikh pokazatelei kachestva yaits i ikh vzaimosvyaz' v khode reproduktivnogo perioda [Dynamics of morphological indicators of egg quality and their relationship during the reproductive period]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* = Izvestiya St. Petersburg State University of Economics, 2019, no. 2, pp. 91–96. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-morfologicheskih-pokazatelei-kachestva-yaits-i-ih-vzaimosvyaz-v-hode-reproduktivnogo-perioda?ysclid=m7vjz5lsi1446140613 (accessed 24.01.2025). (In Russ.).

8. Lektorsky I. N., Irikhimovich A. I. Postembrional'nyi rost tsyplyat i golubei v svyazi s razvitiem endokrinnoi sistemy [Postembryonic growth of chickens and pigeons in connection with the development of the endocrine system]. *Trudy instituta eksperimental'nogo morfogeneza* = Proceedings of the institute of experimental morphogenesis, Moscow, 1936, pp. 189–205. (In Russ.).

9. Naumova V. V. Sravnitel'noe izuchenie osnovnogo obmena, zatrat korma i skorosti rosta molodnyaka kur raznykh krossov [Comparative study of the main exchange, cost of feed and speed of growth of sapling of chickens of different breeds]. Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2014, no. 1 (25), pp. 136–140. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-izuchenie-osnovnogo-obmena-zatrat-korma-i-skorosti-rosta-molodnyaka-kur-raznyh-krossov?ysclid=m7vkc7g7ta623110055 (accessed 24.01.2025). (In Russ.).

10. Scherbinina M. A. Morfologicheskie priznaki yaits kur v zavisimosti ot napravleniya selektsii [Morphological features of chicken eggs depending on the direction of selection]. *Trudy Kubankogo GAU* = Proceedings of Kuban GAU, 2019, vol. 8, no. 1, pp. 284–289. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.34617/tgxa-q905

11. Batanov S. D., Baranova I. A., Starostina O. S., Ananikov Ya. G., Shkarupa E. I. Morphological indicators of egg quality of chickens at different ages and their interrelation in the reproductive period. *AIP Conference Proceedings, 3011 Ser. 'I International Conference 'Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology'*, 2023, vol. 3011, iss. 1, article 020026. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1063/5.0161542

12. Kavtarashvili A., Novotorov E. Morphological and Chemical Composition of Chicken Eggs as Affected by the Oviposition Time. *Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East.: Agricultural Innovation Systems*, Volume 2, Ussuriysk, Ussuriysk, July 21–22, 2021, vol. 354, Ussuriysk, 2022, pp. 848–855. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=47549480&pff=1 (accessed 24.01.2025). (In Eng.).

The article was submitted 29.01.2025; approved after reviewing 18.02.2025; accepted for publication 21.02.2025.

About the authors

Janis G. Ananikov
Postgraduate student of the Department Technology of Animal Production Processing, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), *sar-sim@mail.ru*

Olga S. Starostina
Ph. D. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Technology of Animal Production Processing, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1890-6890, *starostinao.starostinat@yandex.ru*

Natalya A. Atnabaeva
Ph. D. (Philology), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Foreign Languages, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9773-4550, *atnabaeva.nataly@mail.ru*

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 631.42:631.465
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-16-24

Ферментативная активность верхнего горизонта городских почв

Е. С. Закамская

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** Интенсивная антропогенная деятельность ведет к деградации почв, проявляющейся в изменении их физических, химических и биологических характеристик. Один из первых признаков такой деградации – изменение активности почвенных ферментов, являющихся ключевыми участниками процессов круговорота питательных веществ и формирования почвенной структуры. ***Цель*** – оценка состояния городских почв по активности почвенных ферментов. ***Материал и методы.*** Исследования проводились в ряде районов города Йошкар-Олы. Была определена активность почвенных ферментов (уреаза, инвертаза, протеаза, каталаза, интенсивность почвенного дыхания). Анализ проводился с использованием стандартных методов энзимологии и статистической обработки данных. ***Результаты***. Активность каталазы варьирует от 1,29 до 2,82 мл O_2 / 1 мин / г почвы и не зависит от района исследования. По степени обогащенности каталазой по шкале Д. Г. Звягинцева относятся к бедным, со слабой активностью. Активность уреазы составила 1,13–1,6 ч., инвертазы – 0,12–2,86 мг глюкозы / г почвы / 24 ч, протеазы 0,24–1,23 мг глицина / 1 г почвы / 24 ч, что свидетельствует об очень слабой активности этих ферментов и в то же время зависит от места отбора проб. Также было установлено, что для почв г. Йошкар-Олы характерна низкая интенсивность выделения углекислоты. В городских урбаноземах в общей ферментативной активности выше доля каталазы и уреазы, в контрольных образцах почвы – инвертазы. ***Заключение***. Исследование почв на территории г. Йошкар-Олы показало, что урбаноземы характеризуются низкой ферментативной активностью, что указывает на ухудшение состояния почвы в условиях антропогенного воздействия.

Ключевые слова: городские почвы, ферментативная активность, каталаза, уреаза, протеаза, почвенное дыхание

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Закамская Е. С.* Ферментативная активность верхнего горизонта городских почв // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 16–24. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-16-24

Enzymatic activity of the upper horizon of urban soils

E. C. Zakamskaya

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. ***Introduction*** Intensive anthropogenic activity leads to soil degradation, which is manifested in changes in their physical, chemical and biological characteristics. One of the first signs of such degradation is a change in the activity of soil enzymes, which are key participants in the processes of nutrient cycling and formation of soil structure. ***The purpose*** is to assess the condition of urban soils by the activity of soil enzymes. Material and methods. The research was carried out in a number of districts of the city of Yoshkar-Ola. The activity of soil enzymes (urease, invertase, protease, catalase, intensity of soil respiration) was determined. The analysis was carried out using standard methods of enzymology and statistical data processing. ***Results***. The catalase activity varied from 1.29 to 2.82 ml O_2 / 1 min/g soil and was independent of the study area. According to the degree of catalase enrichment on the scale of D. G. Zvyagintsev they belong to poor, with weak activity. The activity of urease was 1.13–1.6 h, invertase 0.12–2.86 mg glucose / g soil / 24 h, protease 0.24–1.23 mg glycine / 1 g soil / 24 h, which indicates very weak activity of these enzymes and, at the same time, depends on the sampling site. It was also found that the soils of Yoshkar-Ola are characterised by low intensity of carbon dioxide release. In urban urban soils the share of catalase and urease in the total enzymatic activity is higher, in the control soil samples – invertase. ***Conclusion.*** The study of soils in the territory of Yoshkar-Ola showed that urban urban soils are characterised by low enzymatic activity, which indicates deterioration of soil condition under anthropogenic impact.

Key words: urban soils, enzymatic activity, catalase, urease, protease, soil respiration

The author declares no conflict of interest.

For citation: *Zakamskaya E. C.* Enzymatic activity of the upper horizon of urban soils. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2025, vol. 11, no. 1, pp. 16–24. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-16-24

Введение

Городские почвы – это сложная и динамичная экосистема, играющая критически важную роль в функционировании мегаполиса. Они выполняют множество функций, от средообразующих (фильтрация воды, регулирование водного баланса, снижение уровня шума) до защитных (предотвращение эрозии, стабилизация склонов, накопление и удержание загрязняющих веществ) [1]. Однако интенсивное антропогенное воздействие в городской среде – загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами, бытовым мусором, изменение водного режима, уплотнение почвы – приводит к деградации почв и нарушению их естественных функций. Этот процесс, называемый антропогенной трансформацией почв, проявляется в изменении физических, химических и биологических свойств почвенного покрова [2]. Одним из наиболее ранних и чувствительных индикаторов этой деградации является изменение активности почвенных ферментов [3; 4; 5].

В современной городской планировке и экологическом мониторинге оценка ферментативной активности почвы становится все более важной. Использование биохимических показателей позволяет выявлять ранние признаки деградации почвы и принимать превентивные меры по защите этой важной части городской экосистемы. Это важно не только для сохранения биоразнообразия и продуктивности почв, но и для обеспечения здоровья населения и качества жизни в городе. Почвенные ферменты – это биологические катализаторы, белки, ускоряющие биохимические реакции в почве. Они играют центральную роль в круговороте питательных веществ (углерода, азота, фосфора, серы и других элементов), разложении органического вещества, образовании гумуса и формировании почвенной структуры. Изменение активности ферментов отражает изменение состояния всей почвенной экосистемы, включая микрофлору и микрофауну. Наблюдение за ферментативной активностью позволяет оценить влияние антропогенных факторов на почву на ранних стадиях, до того, как произойдут видимые и необратимые изменения [6; 7]. Различные группы ферментов отражают разные аспекты почвенной биологии. Например, активность дегидрогеназ свидетельствует об общем уровне биологической активности в почве, интенсивности дыхания микроорганизмов и скорости разложения органического вещества [8]. Активность уреазы характеризует процессы минерализации азота [9], а активность фосфатаз – доступность фосфора для растений [10]. Инвертазы участвуют в гидролизе сахаров, а протеазы – в разложении белков. Изменение активности этих и других ферментов (например, пероксидазы, каталазы, целлюлазы) служит чувствительным индикатором стресса, вызванного антропогенными факторами [11]. Влияние различных антропогенных воздействий на ферментативную активность почвы различно и зависит от многих факторов: типа и интенсивности воздействия, типа почвы, климатических условий и других факторов. Например, загрязнение тяжелыми металлами может ингибировать активность многих ферментов, приводя к снижению скорости разложения органического вещества и накоплению токсичных веществ в почве [12]. Уплотнение почвы ухудшает аэрацию и водопроницаемость, что также негативно сказывается на деятельности почвенной биоты и ферментативной активности [13]. Загрязнение нефтепродуктами приводит к изменению состава и численности микроорганизмов, что также влияет на активность ферментов [14]. Полученные данные ферментативной активности почв позволяют не только оценивать уровень антропогенного воздействия, но и прогнозировать дальнейшие изменения в почвенной системе, разрабатывать меры по рекультивации загрязненных почв и восстановлению их функций.

Целью настоящей работы явилась оценка состояния городских почв по активности почвенных ферментов.

Материалы и методы

Объектом исследования служили почвы ряда районов города Йошкар-Олы: ул. Я. Эшпая (около ОАО «Йошкар-Олинская кондитерская фабрика»), ул. Луначарского (около ОАО «Марбиофарм»), ул. Крылова (около ЗАО «НП «Завод Искож»), ул. 8 Марта (индивидуальный жилой сектор), Медведевский район, пойменный луг (контроль) (рис. 1.)

Рис. 1. Карта-схема мест отбора почвенных проб на территории г. Йошкар-Олы /
Fig. 1. Map-scheme of soil sampling locations in the territory of Yoshkar-Ola city

Почвы г. Йошкар-Олы относятся к дерново-подзолистым [15], легко- и среднесуглинистым [16]. Почвенные образцы отбирались с верхних горизонтов, так как для них наиболее характерна ферментативная активность [17], согласно ГОСТ Р ГОСТ 17.4.4.02-2017[1]. Интенсивность дыхания оценивали по количеству выделившейся из почвенных проб углекислоты за определенный промежуток времени[2]. Активность каталазы, протеазы определяли по методу Ф. Х. Хазиева времени[2] [18], уреазную активность определяли экспресс-методом по Т. В. Аристовской, М. В. Чугуновой [19]. Определение инвертазы проводили методом И. Н. Ромейко, С. М. Малиновской [18]. Степень обогащенности почв ферментами определяли по шкалам Д. Г. Звягинцева [20], оценку биологической активности почвы проводили по [21].

Данные обработаны статистически в STATISTICA 10.0 и Microsoft Excel 2010. Результаты по содержанию ферментов представлены в виде средней арифметической с доверительными интервалами, повторность пятикратная.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследованные почвы относятся к урбаноземам, т.е. представляют собой насыпной, перемешанный горизонт, состоящий из слоев грунта разного гранулометрического состава и насыщенности органическими соединениям с примесью антропогенных включений. Результаты ферментативной активности исследованных почвенных образцов представлены в таблице 1.

Каталаза – фермент класса оксидоредуктаз, разлагающий перекись водорода на воду и молекулярный кислород. При невысокой концентрации перекиси этот фермент проявляет пероксидазную активность, окисляя полифенолы и низшие спирты. Она является одним из показателей стабилизации почвенных условий. поэтому рекомендуется при биоиндикации и биомониторинге загрязнения почв [22]. Активность каталазы варьирует от 1,29 до 2,82 мл O_2 / 1 мин / г почвы. По степени обогащенности каталазой по шкале Д. Г. Звягинцева относятся к бедным, со слабой активностью. Активность каталазы в почве в значительной степени определяется условиями аэрации, структурой и гранулометрическим составом почвы, а также окислительно-восстановительным потенциалом. Под воздействием урбанизации изменяются свойства почвы, что, в свою очередь, влияет на активность каталазы [23]. В нашей работе влияние района отбора почвенных проб на каталазную активность не выявлено (P=0,120649).

---

[1] ГОСТ 17.4.4.02-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (с Изменением № 1). URL: https://docs.cntd.ru/document/1200158951

[2] Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / под ред. С. Г. Малахова. М. : Гидрометеоиздат, 1984. Ч. II. 76 с.

Таблица 1 / Table 1

Ферментативная активность почв на территории г. Йошкар-Олы / Enzymatic activity of soils on the territory of Yoshkar-Ola city

Район / Neighbourhood	Показатель / Indicator				
	Каталаза, мл O2 / 1 мин / г почвы / Catalase, ml O2 / 1 min / g soil	Уреаза, ч./ Urease, h.	Протеаза, мг глицина / 1 г почвы / 24 ч/ Protease, mg glycine / 1 g soil / 24 h	Инвертаза мг глюкозы / г почвы / 24 ч. / Invertase mg glucose / g soil / 24 h.	Дыхание мг CO2 / сутки / 10 г почвы / Respiration mg CO2 / day / 10 g soil
Эшпая	1,93±0,236	1,47±0,090	0,58±0,087	0,82±0,010	0,14±0,030
Луначарского	1,57±0,178	1,47±0,133	0,43±0,059	0,89±0,003	0,47±0,336
Крылова	1,59±0,202	1,60±0,000	0,32±0,062	1,00±0,007	0,09±0,038
8 Марта	1,29±0,122	1,33±0,176	0,24±0,049	0,75±0,006	0,17±0,003
контроль	2,82±0,132	1,13±0,145	1,23±0,060	2,86±0,008	1,56±0,348

Одним из надежных индикаторов состояния почв является активность уреазы. Уреаза – это фермент класса гидролаз, который играет важную роль в превращении азотсодержащих соединений, и его активность определяет ключевые этапы превращения азотсодержащих веществ в почве. В условиях антропогенного воздействия активность уреазы может меняться, что может привести к нарушению одной из основных функций почв − поддержанию экологического равновесия в урбоэкосистеме [24].

Однако уреаза, содержащаяся в почве, может оказывать и отрицательное влияние. Повышенная активность уреазы в почвах с нейтральным и особенно щелочным уровнем pH может привести к значительным газообразным потерям азота в виде аммиака и оксидов азота из внесенной в почву мочевины. Было выявлено, что самая низкая скорость разложения мочевины до аммиака почвенным ферментом уреазой относится к почвам с ул. Крылова – время экспозиции 1,63 ч, самая высокая в контроле, на пойменном лугу – 1,33 ч, что в целом свидетельствует об очень слабой активности этого фермента. В результате проведенных множественных сравнений значений скорости разложения мочевины во всех случаях разница значимая (кроме ул. Эшпая и Луначарского). Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил, что зависимость активности уреазы от района отбора почвенных проб ($P=2,79 \cdot 10^{-6}$).

Инвертаза – представитель класса гидролаз – встречается почти во всех типах почв. Активность инвертазы четко коррелирует с содержанием гумуса и почвенным плодородием. Самая высокая инвертазная активность была характерна для природных почв пойменного луга (2,86±0,008 мг глюкозы на 1 г за 24 ч), что выше, чем в городских урбаноземах в 2,8–23,3 раза. Тем не менее обогащенность почв этим ферментом очень бедная и активность инвертазы очень слабая. Статистический анализ данных по активности инвертазы показал статически значимую разницу по данному показателю между всеми районами исследования и зависит от места отбора почвенных проб ($P<0,01$).

Протеаза почвы представляет собой фермент, способный расщеплять белки и полипептиды. Этот процесс обусловлен активностью ферментов-протеаз, которые продуцируются почвенными организмами. Протеаза играет важную роль в жизни почвы, поскольку она участвует в мобилизации и круговороте азота [25]. *Самая низкая активность протезы была на ул. 8 Марта и пойменном лугу (0,23–0,24 мг глицина на 1 г почвы* *за 24 ч), самая высокая – в контрольных образцах* (1,23 мг глицина на 1 г почвы за 24 ч). В результате однофакторного дисперсионного анализа выявлена зависимость активности протеазы почв от района отбора почвенных образцов (P=0,016). Н. В. Фоминой [26] показано, что при невысоком нефтяном загрязнении происходит усиление протеазой активности почв.

Одним из наиболее распространенных методов оценки биологической активности почвы является измерение интенсивности ее дыхания как интегрального показателя работы всей биоты. Интенсивность выделения углекислого газа дает достоверную информацию о микробиально-биохимических процессах, трансформации органического вещества и позволяет судить о самоочищении антропогенно нарушенных почв [27]. Интенсивность выделения углекислого газа отражает активность почвенной биоты, скорость разложения органических веществ и напрямую связана с плодородием почвы. Однако при рассмотрении особенностей почв «дыхание» нельзя считать независимой переменной, поскольку этот показатель относится к динамичным современным признакам и связан с общей биологической активностью и является четким показателем измерения скоростей процессов в сезонной динамике, при изменении погодных условий, загрязнении почвы и внесении гербицидов [28].

В результате проведенных исследований по интенсивности дыхания почв было установлено, что для почв г. Йошкар-Олы характерна низкая интенсивность выделения углекислоты (от 0,09 на 10 г почвы за 24 ч на ул. Крылова до 0,47 на 10 г почвы за 24 ч. на ул. Луначарского), максимальные значения зафиксированы в пробах, собранных на пойменном лугу.

Однофакторный дисперсионный анализ показал, что район отбора почвенных проб не влияет на интенсивность дыхания почвы (P=0,406).

Таблица 2 / Table 2

Сравнение средних значений интенсивности дыхания почвы (критерий Стьюдента) /
Comparison of mean values of soil respiration intensity (Student's criterion)

	Район / Neighbourhood	**{1}**	**{2}**	**{3}**	**{4}**	**{5}**
1	ул. Эшпая		0,038914	0,999896	0,999734	0,03386
2	ул. Луначарского	**0,038914**		0,036388	0,027847	0,029085
3	ул. Крылова	0,999896	**0,036388**		0,999999	0,026154
4	ул. 8 Марта	0,999734	**0,027847**	0,999999		0,014716
5	Контроль	**0,033860**	**0,029085**	**0,026154**	**0,014716**	

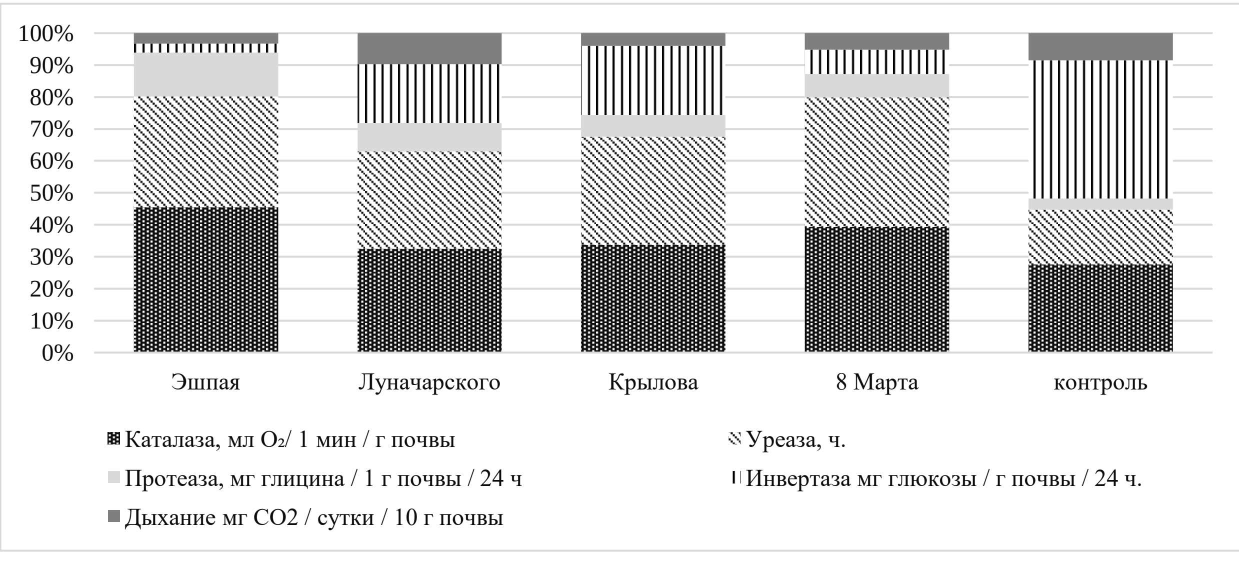


Рис. 2. Относительный вклад в общую ферментативную активность /
Fig. 2. Relative contribution to total enzymatic activity

Как видно из рис. 2, в городских урбаноземах в общей ферментативной активности выше доля каталазы и уреазы, в контрольных образцах почвы – инвертазы.

Нами проведен корреляционный анализ между всеми изученными показателями ферментативной активности почвы. Он показал значимую отрицательную зависимость между активностью уреазы и других изученных ферментов и дыханием почвы. В остальных случаях значимая положительная зависимость (табл. 3).

Таблица 3 / Table 3

Ранговые корреляции Спирмена ферментативной активности почв / Spearman rank correlations of soil enzymatic activity

	Каталаза / Catalase	Уреаза / Urease	Протеаза / Protease	Инвертаза / Invertase
Уреаза	-0,6815	1		
Протеаза	0,990463	-0,75777	1	
Инвертаза	0,927786	-0,78807	0,941762	1
Дыхание	0,629327	-0,67173	0,713348	0,711478

Заключение

Исследование почв на территории г. Йошкар-Олы показало, что урбаноземы характеризуются низкой ферментативной активностью, что указывает на ухудшение состояния почвы в условиях антропогенного воздействия. Наиболее выраженные зависимости отмечены для активности уреазы, протеазы и инвертазы, в то время как активность каталазы и интенсивность дыхания почвы не зависит от места отбора проб.

1. Gorbov S. N., Kolesnikov S. I., Kazeev K. Sh. Enzyme activity of soils in urban landscapes of the lower Don area, Southern Russia // Land Degradation and Development. 2020. Vol. 32. No. 4. Pp. 1618–1631. DOI: https://doi.org/10.1002/ldr.3752

2. Gianfreda L., Rao M. A. Potential of extra cellular enzymes in remediation of polluted soils: a review // Enzyme and Microbial Technology. 2004. Vol. 35. Pp. 339–354. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2004.05.006

3. Галстян А. Ш. Об устойчивости ферментов почв // Почвоведение. 1982. № 4. С. 108–110.

4. Акименко Ю. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Изменение биохимических свойств чернозема обыкновенного при загрязнении биоцидами // Агрохимия. 2015. № 3. С. 81–87. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24872534_68699624.pdf (дата обращения: 25.10.2024).

5. Изменение ферментативной активности почвенных образцов при их хранении / Е. В. Даденко, К. Ш. Казеев [и др.] // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1481–1486. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12988857 (дата обращения: 25.10.2024).

6. Баранова Е. В., Илюшкина Л. Н., Полякова А. В. Изменение ферментативной активности почв в условиях города // Антропогенная трансформация природной среды. 2010. № 1. С. 144–149. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26636632_86897103.pdf (дата обращения: 01.11.2024).

7. Поляк Ю. М., Сухаревич В. И. Почвенные ферменты и загрязнение почв: биодеградация, биоремедиация, биоиндикация // Агрохимия. 2020. № 3. С. 83–93. DOI: https://doi.org/10.31857/S0002188120010123

8. Kaczynska G., Borowik A., Wyszkowska J. Soil dehydrogenases as an indicator of contamination of the environment with petroleum products // Water Air and Soil Pollution. 2015. Vol. 226. Art. 372. DOI: https://doi.org/10.1007/s11270-015-2642-9

9. Новоселова Е. И., Киреева Н. А. Ферментативная активность почв в условиях нефтяного загрязнения и ее биодиагностическое значение // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 2. URL: http://envjournal.ru/ari/v2009/v2/09201.pdf (дата обращения: 27.10.2024).

10. Фосфатный режим и активность фосфатазы в черноземе обыкновенном при возделывании нута / О. И. Наими, О. С. Безуглова [и др.] // Агрохимический вестник. 2020. № 3. С. 25–29. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/fosfatnyy-rezhim-i-aktivnost-fosfatazy-v-chernozeme-obyknovennom-pri-vozdelyvanii-nuta?ysclid=m7ecr43d7s637011463 (дата обращения: 01.11.2024).

11. Реакция ферментативной активности почв ксерофитных лесов черноморского побережья Кавказа на пирогенное воздействие / В. В. Вилкова, К. Ш. Казеев [и др.] // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 1 (90). С. 107–114. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/reaktsiya-fermentativnoy-aktivnosti-pochv-kserofitnyh-lesov-chernomorskogo-poberezhya-kavkaza-na-pirogennoe-vozdeystvie (дата обращения: 12.11.2024).

12. Effects of heavy metals on soil enzyme activities / A. Namli, S. Camci Cetin, O. Turgay, R. Kizilkaya // Soil Heavy Metals. 2010. Vol. 9. Pp. 237–262. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-02436-8_11

13. Хазиев Ф. Х. Экологические связи ферментативной активности почв // Экобиотех. 2018. Т. 1. № 2. С. 80–92. URL: http://ecobiotech-journal.ru/2018/pdf/ecbtch1802080.pdf (дата обращения: 27.10.2024).

14. Минникова Т. В., Русева А. С., Колесников С. И. Оценка ферментативной активности нефтезагрязненного чернозема после биоремедиации // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 5. С. 5–20. DOI: https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-5-5-20

15. Смирнов В. Н. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения. Йошкар-Ола : Марийское книжное издательство, 1968. 532 с.

16. Экологическое состояние почвы урбанизированных территорий общего и ограниченного пользования при ландшафтном анализе объектов Йошкар-Олы Республики Марий Эл / И. И. Митякова, Е. А. Медведкова [и др.] // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2017. № 7. С. 13–15. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29810103_40320565.pdf (дата обращения: 12.11.2024).

17. Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л. Ферментативная активность верхних диагностических горизонтов городских антропогенных почв Биробиджана // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 1 (189). С. 95–99. URL: http://vestnik.osu.ru/2016_1/18.pdf (дата обращения: 27.10.2024).

18. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М. : Наука, 2005. 252 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01002807734 (дата обращения: 27.10.2024).

19. Аристовская Т. В., Чугунова М. В. Экспресс-метод определения биологической активности почв // Почвоведение. 1989. № 11. С. 142–147.

20. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48–54.

21. Гапонюк Э. И., Малахов С. В. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв // Труды 4-го Всесоюзного совещания. Л. : Гидрометеоиздат, 1985. С. 3–10.

22. Дырин В. А. Активность каталазы в торфе целинного и рекультивируемого участков болотной экосистемы низинного типа // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2009. № 6. С. 121–125. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktivnost-katalazy-v-torfe-tselinnogo-i-rekultiviruemogo-uchastkov-bolotnoy-ekosistemy-nizinnogo-tipa?ysclid=m7egjm9fk7502520555 (дата обращения: 25.10.2024).

23. Mikayilov F. Оценка основных кинетических параметров каталазы в почве // Живые и биокосные системы. 2018. № 25. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44583426 (дата обращения: 25.10.2024).

24. Гиззатова Г. Л., Шипаева Т. А. Уреаза – ключевой фермент биодеградации мочевины // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3-3 (45). С. 88–90. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ureaza-klyuchevoy-ferment-biodegradatsii-mocheviny?ysclid=m7eh1rmm6t866239725 (дата обращения: 12.11.2024).

25. Белоусов А. А., Белоусова Е. Н. Активность ферментов азотного цикла агрочерноземов в условиях перехода на минимальные технологии обработки // Вестник КрасГАУ. 2022. № 12 (189). С. 3–9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktivnost-fermentov-azotnogo-tsikla-agrochernozemov-v-usloviyah-perehoda-na-minimalnye-tehnologii-obrabotki?ysclid=m7ehh8x2uy465080393 (дата обращения: 12.11.2024).

26. Фомина Н. В. Протеолитическая активность почвогрунта при использовании биосорбента // Системы контроля окружающей среды. 2017. № 7 (27). С. 151–154. URL: https://msoe.ru/articles/2017/27-22/?ysclid=m7ei6e1bgd310085607 (дата обращения: 25.10.2024).

27. Маячкина Н. В., Чугунова М. В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки // Вестник ННГУ. 2009. № 1. С. 84–93. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-biotestirovaniya-pochv-s-tselyu-ih-ekotoksikologicheskoy-otsenki (дата обращения: 12.11.2024).

28. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Вальков В. Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований : монография. Ростов на Дону : Изд-во РГУ, 2003. 204 с. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27625613 (дата обращения: 25.10.2024).

Статья поступила в редакцию 17.12.2024 г.; одобрена после рецензирования 16.01.2025 г.; принята к публикации 22.01.2025 г.

Об авторе

Закамская Елена Станиславовна
кандидат биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3204-2892, *zakamskay@mail.ru*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Gorbov S. N., Kolesnikov S. I., Kazeev K. Sh. Enzyme activity of soils in urban landscapes of the lower Don area, Southern Russia. *Land Degradation and Development*, 2020, vol. 32, no. 4, pp. 1618–1631. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1002/ldr.3752

2. Gianfreda L., Rao M. A. Potential of extra cellular enzymes in remediation of polluted soils: a review. *Enzyme and Microbial Technology*, 2004, vol. 35, pp. 339–354. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2004.05.006

3. Galstjan A. Sh. Ob ustoichivosti fermentov pochv [Enzymatic activity of the upper horizon of urban soils]. Pochvovedenie = Soil science, 1982, no. 4, pp. 108–110. (In Russ.).

4. Akimenko Ju. V., Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I. Izmenenie biokhimicheskikh svoistv chernozema obyknovennogo pri zagryaznenii biotsidami [Change of biochemical properties of the chernozem ordinary at pollution by biocides]. *Agrokhimiya* = Agrochemistry, 2015, no. 3, pp. 81–87. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_24872534_68699624.pdf (accessed 25.10.2024). (In Russ.).

5. Dadenko E. V., Kazeev K. S., Kolesnikov S. I., Valkov V. F. Izmenenie fermentativnoj aktivnosti pochvennyh obrazcov pri ih hranenii [Changes in the enzymatic activity of soil samples upon their storage]. Pochvovedenie = Soil science, 2009, no. 12, pp. 1481–1486. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12988857 (accessed 25.10.2024). (In Russ.).

6. Baranova E. V., Iljushkina L. N., Poljakova A. V. Izmenenie fermentativnoi aktivnosti pochv v usloviyakh goroda [The change of enzymatic activity of soils under city conditions]. *Antropogennaya transformatsiya prirodnoi sredy* = Anthropogenic Transformation of Nature, 2010, no. 1, pp. 144–149. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26636632_86897103.pdf (accessed 01.11.2024). (In Russ.).

7. Polyak Yu. M., Sukcharevich V. I. Pochvennye fermenty i zagryaznenie pochv: biodegradatsiya, bioremediatsiya, bioindikatsiya [Soil enzymes and soil pollution: biodegradation, bioremediation, bioindication]. *Agrokhimiya* = Agrochemistry, 2020, no. 3, pp. 83–93. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.31857/S0002188120010123

8. Kaczynska G., Borowik A., Wyszkowska J. Soil dehydrogenases as an indicator of contamination of the environment with petroleum products. *Water Air and Soil Pollution*, 2015, vol. 226, art. 372. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1007/s11270-015-2642-9

9. Novosjolova E. I., Kireeva N. A. Fermentativnaya aktivnost' pochv v usloviyakh neftyanogo zagryazneniya i ee biodiagnosticheskoe znachenie [Enzymatic activity of soils under conditions of oil pollution and its biodiagnostic value]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* = Theoretical and Applied Ecology, 2009, no. 2. Available at: http://envjournal.ru/ari/v2009/v2/09201.pdf (accessed 27.10.2024). (In Russ.).

10. Naimi O. I., Bezuglova O. S. [et al.] Fosfatnyi rezhim i aktivnost' fosfatazy v chernozeme obyknovennom pri vozdelyvanii nuta [Phosphate regime and phosphatase activity in ordinary chernozem when cultivating chickpeas]. *Agrokhimicheskii vestnik* = Agrochemical Herald, 2020, no. 3, pp. 25–29. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/fosfatnyy-rezhim-i-aktivnost-fosfatazy-v-chernozeme-obyknovennom-pri-vozdelyvanii-nuta?ysclid=m7ecr43d7s637011463 (accessed 1.11.2024). (In Russ.).

11. Vilkova V. V., Kazeev K. Sh. [et al.] Reaktsiya fermentativnoi aktivnosti pochv kserofitnykh lesov chernomorskogo poberezh'ya Kavkaza Na pirogennoe vozdeistvie [Response of enzyme activity of arid forest soils of the black sea coast of the Caucasus to pyrogenic effects]. *Aridnye ekosistemy* = Arid Ecosystems, 2022, vol. 28, no. 1 (90), pp. 107–114. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/reaktsiya-fermentativnoy-aktivnosti-pochv-kserofitnyh-lesov-chernomorskogo-poberezhya-kavkaza-na-pirogennoe-vozdeystvie (accessed 12.11.2024). (In Russ.).

12. Namli A., Camci Cetin S., Turgay O., Kizilkaya R. Effects of heavy metals on soil enzyme activities. *Soil Heavy Metals*, 2010, vol. 9, pp. 237–262. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-02436-8_11

13. Khaziev F. Kh. Ekologicheskie svyazi fermentativnoi aktivnosti pochv [Ecological relations of the enzymatic activity of soil]. *Ekobiotekh* = Ecobiotech, 2018, vol. 1, no. 2, pp. 80–92. Available at: http://ecobiotech-journal.ru/2018/pdf/ecbtch1802080.pdf (accessed 27.10.2024). (In Russ.).

14. Minnikova T. V., Ruseva A. S., Kolesnikov S. I. Otsenka fermentativnoi aktivnosti neftezagryaznennogo chernozema posle bioremediatsii [Evaluation of the enzymatic activity of haplic chernozem contaminated by petroleum hydrocarbons after bioremediation]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy, 2022, no. 5, pp. 5–20. (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-5-5-20

15. Smirnov V. N. Pochvy Mariiskoi ASSR, ikh genezis, evolyutsiya i puti uluchsheniya [Soils of the Mari ASSR, their genesis, evolution and ways of improvement]. Joshkar-Ola, Marijskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1968, 532 p. (In Russ.)

16. Mityakova I. I., Medvedkova E. A. [et al.] Ekologicheskoe sostoyanie pochvy urbanizirovannykh territorii obshchego i ogranichennogo pol'zovaniya pri landshaftnom ana-lize ob"ektov Ioshkar-Oly Respubliki Marii El [Ecological state of soil of urbanized territories of general and limited use in landscape analysis of Yoshkar-Ola objects Republic of Mari El]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gu-manitarnykh i estestvennykh nauk* = International Journal of Humanities and Natural Sciences, 2017, no. 7, pp. 13–15. Available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29810103_40320565.pdf (accessed 12.11.2024). (In Russ.).

17. Poljakov V. Ju., Revuckaja I. L. Fermentativnaya aktivnost' verkhnikh diagnosticheskikh gorizontov gorodskikh antropogennykh pochv Birobidzhana [The enzymatic activity of the upper diagnostic horizons of urban anthropogenic soils of birobidzhan]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* = Vestnik of Orenburg State Pedagogical University, 2016, no. 1 (189), pp. 95–99. Available at: http://vestnik.osu.ru/2016_1/18.pdf (accessed 27.10.2024). (In Russ.).

18. Haziev F. H. Metody pochvennoi enzimologii [Methods of soil enzymology]. M., Nauka = The science, 2005, 252 p. Available at: https://search.rsl.ru/ru/record/01002807734 (accessed 27.10.2024). (In Russ.).

19. Aristovskaja T. V., Chugunova M. V. Ekspress-metod opredeleniya biologicheskoi aktivnosti pochv [Rapid method for determining biological activity of soils]. *Pochvovedenie* = Eurasian Soil Science, 1989, no. 11, pp. 142–147. (In Russ.).

20. Zvjagincev D. G. Biologicheskaja aktivnost' pochv i shkaly dlja ocenki nekotoryh ejo pokazatelej [Biological activity of soils and scales for assessing some of its indicators]. *Pochvovedenie* = Eurasian Soil Science, 1978, no. 6, pp. 48–54. (In Russ.).

21. Gaponjuk Je. I., Malahov S. V. Kompleksnaya sistema pokazatelei ekologicheskogo monitoringa pochv [Complex system of indicators of ecological monitoring of soils]. *Trudy 4-go Vsesoyuznogo soveshchaniya* = Proceedings of the 4th All-Union Meeting. L., Gidrometeoizdat, 1985, pp. 3–10. (In Russ.).

22. Dyrin V. A. Aktivnost' katalazy v torfe tselinnogo i rekul'tiviruemogo uchastkov bolotnoi ekosistemy nizinnogo tipa [Activity of catalase in peat of virgin and reclamated sites of lowland bog ecosystem]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Tomsk State Pedagogical University Bulletin, 2009, no. 6, pp. 121–125. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/aktivnost-katalazy-v-torfe-tselinnogo-i-rekultiviruemogo-uchastkov-bolotnoy-ekosistemy-nizinnogo-tipa?ysclid=m7egjm9fk7502520555 (accessed 25.10.2024). (In Russ.).

23. Mikayilov F. Otsenka osnovnykh kineticheskikh parametrov katalazy v pochve [Assessment of the main parameters of catalase kinetics in soil]. *Zhivye i biokosnye sistemy* = Live and bio-abiotic systems, 2018, no. 25. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=44583426 (accessed 25.10.2024). (In Eng.).

24. Gizzatova G. L., Shipaeva T. A. Ureaza – klyuchevoi ferment biodegradatsii mocheviny [Urease – a key enzyme in the biodegradation of urea]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* = International Research Journal, 2016, no. 3-3 (45), pp. 88–90. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ureaza-klyuchevoy-ferment-biodegradatsii-mocheviny?ysclid=m7eh1rmm6t866239725 (accessed 12.11.2024). (In Russ.).

25. Belousov A. A., Belousova E. N. Aktivnost' fermentov azotnogo tsikla agrochernozemov v usloviyakh perekhoda na minimal'nye tekhnologii obrabotki [Enzyme activity of the nitrogen cycle of agrichernozem in conditions of transition to minimum processing technologies]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU, 2022, no. 12 (189), pp. 3–9. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/aktivnost-fermentov-azotnogo-tsikla-agrochernozemov-v-usloviyah-perehoda-na-minimalnye-tehnologii-obrabotki?ysclid=m7ehh8x2uy465080393 (accessed 12.11.2024). (In Russ.).

26. Fomina N. V. Proteoliticheskaya aktivnost' pochvogrunta pri ispol'zovanii biosorbenta [Proteolytic activity of soils from the use biosorbents]. *Sistemy kontrolya okruzhayushchei sredy* = Monitoring systems of environment, 2017, no. 7 (27), pp. 151–154. Available at: https://msoe.ru/articles/2017/27-22/?ysclid=m7ei6e1bgd310085607 (accessed 25.10.2024). (In Russ.).

27. Majachkina N. V., Chugunova M. V. Osobennosti biotestirovaniya pochv s tsel'yu ikh ekotoksikologicheskoi otsenki [Peculiarities of soil biotests to evaluate soil ecotoxicity]. *Vestnik NNGU* = Vestnik of Lobachevsky University of Nizhni Novgorod, 2009, no. 1, pp. 84–93. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-biotestirovaniya-pochv-s-tselyu-ih-ekotoksikologicheskoy-otsenki (accessed 12.11.2024). (In Russ.).

28. Kazeev K. Sh., Kolesnikov S. I., Valkov V. F. Biologicheskaja diagnostika i indikacija pochv: metodologija i metody issledovanij [Biologicheskaya diagnostika i indikatsiya pochv: metodologiya i metody issledovanii]. Rostov on Don, Izd-vo RGU, 2003, 204 с. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27625613 (accessed 25.10.2024). (In Russ.).

The article was submitted 17.12.2024; approved after reviewing 16.01.2025; accepted for publication 22.01.2025.

About the author

Elena S. Zakamskaja
Ph. D. (Biology), Associate Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3204-2892, *zakamskay@mail.ru*

The author has read and approved the final manuscript

УДК 651
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-25-30

Исследование воздействия световых стимулов на зрительный анализатор человека с использованием многофункционального медицинского прибора Лучик 7 М

Б. Ф. Лаврентьев

*Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола, Российская Федерация*

Аннотация. ***Ведение.*** В статье приводится информация по медицинским приборам, предназначенным для светового воздействия световыми стимулами на зрительный анализатор человека с целью профилактики и лечения различных заболеваний. Более подробно рассматриваются приборы, созданные учеными Поволжского государственного технологического университета. Основной ***целью*** статьи является ознакомление ученых, занимающихся изучением влияния световых стимулов на зрительный анализатор человека, с модернизированным многофункциональным медицинским прибором Лучик 7 М, который за счет применения типового ШИМ-генератора с частотой в диапазоне от 1 Гц до 150 кГц и скважностью от 0 до 100 % и модуляцией яркости световых стимулов может применяться не только для лечения различных заболеваний человека, но и для проведения научных исследований светового воздействия световыми стимулами на зрительный анализатор человека в диапазоне частот от 1 Гц до 150 кГц и скважностью от 0 до 100 % и с модуляцией их яркости. Отмечается, что раннее такие исследования учеными не проводились. Приводится подробная информация по многофункциональному медицинскому прибору Лучик 7 М, структурная схема прибора и его технические характеристики и работа. В заключении статьи отмечается, что созданный многофункциональный медицинский прибор Лучик 7 М за счет введения в его состав типового ШИМ-генератора значительно повысит функциональные возможности при лечении новых заболеваний и одновременно позволит получить раннее неизвестные знания ученых о воздействии световых стимулов на зрительный анализатор человека в более широком диапазоне частот и скважности и модуляции яркости стимулов. Содержание статьи поможет организовать проведение исследований в филиале клиники Федорова в городе Йошкар-Оле и в медицинских институтах высших учебных заведений Республики Марий Эл.

Ключевые слова: световые стимулы, зрительный анализатор человека, многофункциональный медицинский прибор, профилактика, лечение, научные исследования, ШИМ-генератор, частота, скважность

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Лаврентьев Б. Ф.* Исследование воздействия световых стимулов на зрительный анализатор человека с использованием многофункционального медицинского прибора Лучик 7 М // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 25–30. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-25-30

Research of the impact of light stimuli on the human visual analyzer using the multifunctional medical device Luchik 7 M

B. F. Lavrentyev

Volga Region State Technological University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. The article provides information on medical devices designed for the impact of light stimuli on the human visual analyzer for the prevention and treatment of various diseases. The devices created by scientists of the Volga Region State Technological University are considered in more detail. The main objective of the article is to familiarize scientists studying the effect of light stimuli on the human visual analyzer with the modernized multifunctional medical device Luchik 7 M, which, due to the use of a typical PWM generator with a frequency in the range from 1 Hz to 150 kHz and a duty cycle from 0 to 100 % and modulation of the brightness of light stimuli, can be used not only to treat various human diseases, but also to conduct scientific research on the effect of light stimuli on the human visual analyzer in the frequency range from 1 Hz to 150 kHz and a duty cycle from

0 to 100 % and with modulation of their brightness. It is noted that such studies have not been conducted by scientists before. Detailed information on the multifunctional medical device Luchik 7 M is provided, a structural diagram of the device and its technical characteristics and operation are given. In conclusion, the article notes that the created multifunctional medical device Luchik 7 M, due to the introduction of a standard PWM generator into its composition, will significantly increase the functionality in the treatment of new diseases and at the same time will allow scientists to obtain previously unknown knowledge about the impact of light stimuli on the human visual analyzer in a wider range of frequencies and duty cycles and stimuli brightness modulation. The content of the article will allow organizing research at the branch of the Fedorov Clinic in the city of Yoshkar-Ola and in medical institutes of higher educational institutions of the Republic of Mari El.

Key words: light stimuli, human visual analyzer, multifunctional medical device, prevention, treatment, scientific research, PWM generator, frequency, duty cycle, PMS

The author declares no conflict of interest.

For citation: *Lavrentyev B. F.* Research of the impact of light stimuli on the human visual analyzer using the multifunctional medical device Luchik 7 M. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2025, vol. 11, no. 1, pp. 25–30. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-25-30

Введение

В настоящее время существует большое количество приборов для светового воздействия световыми сигналами на зрительный анализатор человека, которые применяются для профилактики и лечения многих заболеваний человека. Известна приставка «Амблио-1» к аппарату «Амо-Атос, разработанного в Саратовском медицинском институте и имеющего разрешение Министерства здравоохранения для использования в практической медицине. Приставка «АМБЛИО-1» представляет собой светостимулирующее устройство, в виде телескопической трубы, закрепленной на стойке к столу с помощью струбцины. Внутри телескопической трубы расположен диск с источниками световых стимулов. При работе приставки световые сигналы вращаются с заданной частотой вокруг оптической оси. В приборе возможно перемещение световых сигналов только по окружности с постоянной скоростью, яркостью и цветностью свечения. В приборе отсутствует частотная модуляция светового сигнала и возможность изменения режимов работы в одном сеансе [1]. Известны приборы с использованием цветотерапии для лечения человека, в которых в качестве световых стимулов используются полноцветные светодиоды [2–5]. Известны приборы для психоэмоционального воздействия на зрительный анализатор человека световыми стимулами с различной частотной и модуляцией яркости световых стимулов [1–3; 10]. В последние годы в связи с появлением большого количества компьютеров, дисплеев, планшетников большое внимание уделяется профилактике и лечению компьютерного зрительного синдрома. Все существующие приборы предназначены для решения одной из вышеперечисленных проблем, отличаются высокой стоимостью и небольшими функциональными возможностями. В 2023 году сотрудниками Поволжского государственного технологического университета создан многофункциональный медицинский прибор «Лучик 7 М», который выполняет функции всех четырех вышеперечисленных приборов [1]. Основные технические характеристики многофункционального медицинского прибора Лучик 7 М приведены ниже:

– количество режимов работы …………….....8;

– формы световых мельканий ……...……… 8;

– время одного цикла, сек ……………….0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0;

– количество циклов в одном сеансе ……. 16; 32; 64; 128; 256; 512;

– количество цветов……………..…………... 4;

– цвета…………… красный, зеленый, синий, белый, меняющийся;

– частота модуляции светового сигнала, плавно изменяется в диапазоне от Гц ………...0 до 150 000;

– скважность световых стимулов плавно изменяется % ………………………….. от 0 до 100;

– частота модуляции яркости светового сигнала, Гц…

плавно изменяется в трех диапазонах

диапазоне ………………………..….…1 до 10;

диапазоне ……………………………1 до 100;

диапазоне…………….……………...1 до 1 000;

– изменение яркости ……………… 0 – макс;

– питание, в ………………….……..…сеть 220;

– потребляемая мощность, Вт не более … 15

Структурная схема модернизированного многофункционального медицинского прибора Лучик 7 М приведена на рисунке 1.

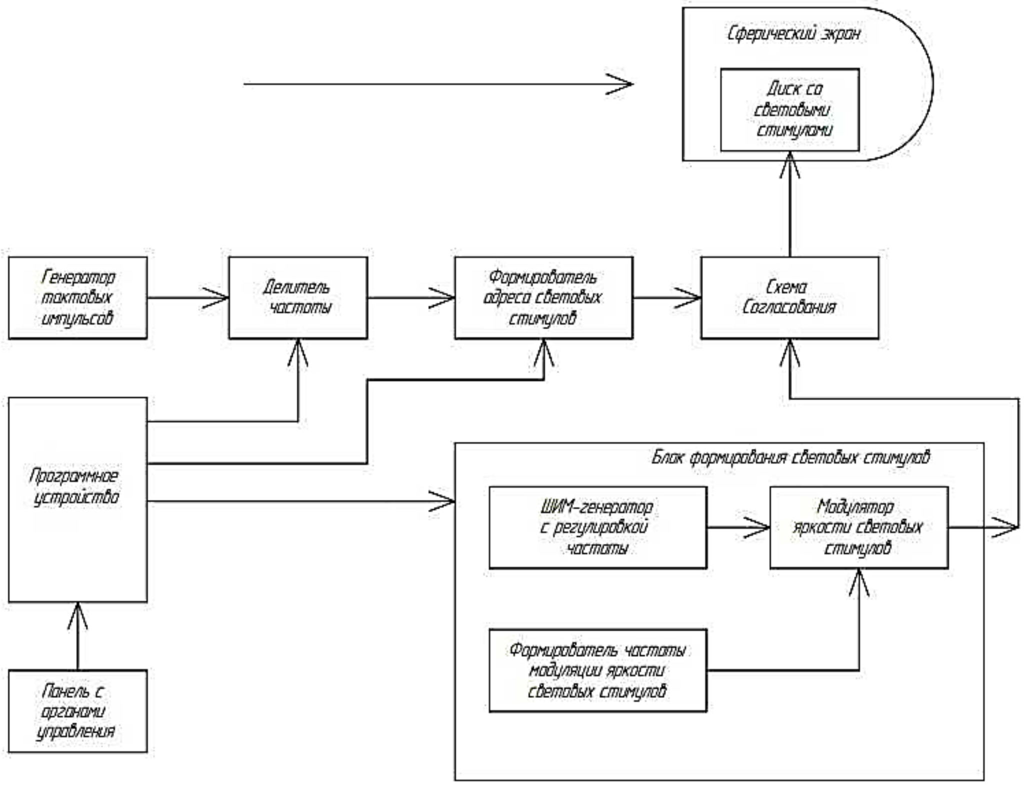


Рис. 1. Структурная схема многофункционального медицинского прибора Лучик 7 М /
Fig. 1. Structural diagram of the multifunctional medical device Luchik 7 M

Многофункциональный медицинский прибора Лучик 7 М работает следующим образом:

– на передней панели блока формирования световых стимулов органами управления задается программа проведения сеанса, состоящая из заданного режима работы, продолжительности каждого режима, цветности световых стимулов, формы движения световых стимулов на сферическом экране, частоты световых стимулов и частоты модуляции яркости. В соответствии с программой программное устройство устанавливает коэффициент пересчета делителя частоты, формирует адрес световых стимулов. Блок формирования световых символов стимулов формирует световые стимулы заданной частоты с заданной модуляцией яркости световых стимулов, которые через схему согласования поступают на световые стимулы сферического экрана.

Созданный прибор Лучик 7 М за счет введения в блок формирования световых стимулов ШИМ-генератора с регулируемой частотой и модуляции яркости световых стимулов позволяет значительно увеличить его функциональные возможности при лечении человека, а также использовать его для проведения исследований по лечению различных заболеваний человека в широком диапазоне частот световых стимулов при различных закономерностях движения световых стимулов на сферическом экране и модуляции яркости стимулов. В настоящее время выполнен технический проект прибора.

Лучик 7 М: выбрана элементная база, разработана техническая документация на прибор, изготовлены опытные образцы прибора и проведены лабораторные испытания прибора. В приборе в качестве формирователя световых стимулов используется типовой ШИМ-генератор, обеспечивающий формирование стабильной частоты в диапазоне от 1 Гц до 150 кГц и скважностью от 0 до 100 %. Существующие в настоящее время приборы для воздействия световыми стимулами на зрительный анализатор человека в лучшем случае обеспечивают формирование световых стимулов в диапазоне от 1 Гц до 1 кГц со скважностью 50 %, поэтому, наряду с лечением различных заболеваний человека, многофункциональный медицинский прибор Лучик 7 М может использоваться в медицинских центрах для исследования воздействия световых стимулов на зрительный анализатор человека в широком диапазоне частот световых стимулов от 1 Гц до 150 кГц со скважностью от 0 до 100 % и модуляции яркости в широком диапазоне частот. Проведенный информационный поиск показал отсутствие подобной информации. Важной особенностью прибора является то, что параметры световых стимулов отображаются на экране ЖК-дисплея, что позволяет визуально контролировать параметры световых стимулов и поддерживать их в процессе всего сеанса лечения. Кроме того, появляется возможность изменять параметры световых стимулов в процессе проведения одного сеанса при лечении ряда заболеваний. В многофункциональном медицинском приборе Лучик 7 М использованы 8 закономерностей перемещения световых стимулов на сферическом экране:

– движение световых стимулов по радиусу и диаметру влево и вправо и

– движение световых стимулов по радиусам от центра к периферии и от периферии к центру и обратно. Для этого использованы 64 ячейки памяти программируемого постоянного запоминающего устройства, выполненного на микросхеме К 556 РТ5, которая имеет емкость 512 – 8 разрядных чисел.

В приборе имеется возможность увеличить количество закономерностей перемещения световых стимулов в 8 раз, например, перемещать световые стимулы по вертикали вверх и вниз или по горизонтали влево и вправо и так далее и исследовать их влияние при профилактике и лечении различных заболеваний человека. Конструктивно многофункциональный медицинский прибор «Лучик 7 М» выполнен в виде блока формирования световых стимулов (рис. 2) и сферического экрана со световыми стимулами (рис. 3).

Рис. 2. Блока формирования световых стимулов /
Fig. 2. Light Stimulus Generating Unit

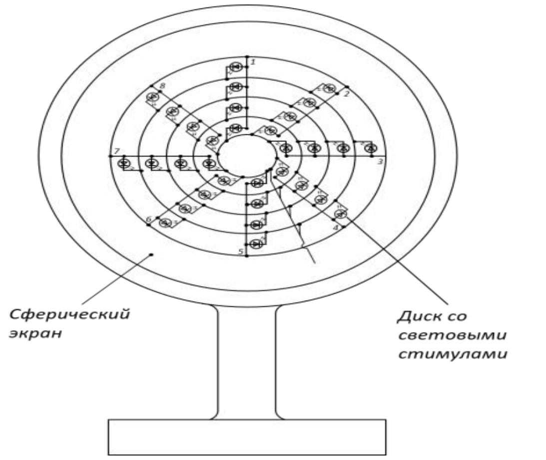


Рис. 3. Сферический экран /
Fig. 3. Spherical screen

Опытные образцы многофункционального медицинского прибора Лучик 7 М планируется передать в медицинские центры, разработать программу по проведению исследований по воздействию световых стимулов частотой от 1 Гц до 150 кГц и скважностью от 0 до 100 % с модуляцией яркости световых стимулов на зрительный аппарат человека, провести исследования и получить сертификат для использования прибора в практической медицине. Результаты исследований планируется опубликовать в научных статьях, в кандидатских и докторских диссертациях, в монографии, в докладах на международных и всероссийских конференциях.

Заключение

Созданный многофункциональный медицинский прибор Лучик 7 М найдет широкое применение для профилактики и лечения многих заболеваний человека. Одновременно прибор Лучик 7 М найдет широкое применение в научных исследовательских работах по изучению влияния световых стимулов на зрительный анализатор человека в широком диапазоне частот и скважности световых стимулов при различных закономерностях их движения на сферическом экране и различной модуляции яркости световых стимулов.

1. Лаврентьев Б. Ф., Гарипова Ю. Е. Многофункциональный медицинский прибор «Лучик 7 М» // Международный научный форум Наука и инновации – современные концепции : сб. статей научных статей по итогам работы Международного научного форума. 2024. С. 61–66. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=62410120&pff=1 (дата обращения: 17.10.2024).

2. Лаврентьев Б. Ф., Роженцов В. В. Прибор цветотерапии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6. С. 38–41. URL: https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6838&ysclid=m6emctzo30715746262 (дата обращения: 16.10.2024).

3. Лаврентьев Б. Ф., Богатов М. С. Прибор для светового воздействия на зрительный анализатор человека // Достижения и проблемы современной науки : сб. публикаций научного журнала «GLOBUS» по матер. 25-й Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 20–23.

4. Полевщиков М. М., Роженцов В. В. Обучение измерению времени восстановления зрительного анализатора // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2011. № 2 (72). С. 157–161. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-izmereniyu-vremeni-vosstanovleniya-zritelnogo-analizatora?ysclid=m6eonzgmb98610368 (дата обращения: 14.10.2024).

5. Петухов И. В., Роженцов В. В. Исследование времени восстановления зрительной системы // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2012. Т. 154. № 8. С. 262–264. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17859161 (дата обращения: 14.10.2024).

6. Роженцов В. В. Моделирование времени зрительного восприятия // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2011. № 1 (79). С. 14–19. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15566215 (дата обращения: 14.10.2024).

7. Роженцов В. В. Способ измерения полосы пропускания пространственно-частотных каналов зрительной системы // Медицинская техника. 2011. № 1 (265). С. 27–29. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=16558826 (дата обращения: 14.10.2024).

8. Роженцов В. В., Полевщиков М. М. Адаптация зрительного анализатора при измерении времени зрительного восприятия // Фундаментальные исследования. 2011. № 11. С. 181–184. URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=28971 (дата обращения: 14.10.2024).

9. Роженцов В. В. Экспресс-метод определения полосы пропускания пространственно-частотных каналов зрительной системы // Медицинская техника. 2012. № 2 (272). С. 21–23. URL: http://www.mtjournal.ru/archive/2012/meditsinskaya-tekhnika-2/ekspress-metod-opredeleniya-polosy-propuskaniya-prostranstvenno-chastotnykh-kanalov-zritelnoy-sistem (дата обращения: 15.10.2024).

10. Серов Н. В. Световая терапия. СПб. : Речь, 2001. 256 с.

11. Мишина О. С. Методология исследования и методы управления социальным здоровьем человека // Политика и Общество. 2011. № 7. С. 56–63. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=16754991 (дата обращения: 15.10.2024).

Статья поступила в редакцию 22.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 15.11.2024 г.; принята к публикации 26.11.2024 г.

Об авторе

Лаврентьев Борис Федорович
кандидат технических наук, профессор кафедры проектирования и производства электронно-вычислительных средств, Поволжский государственный технологический университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3), *Lavrentevbf@volgatech.net*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Lavrentiev B. F., Garipova Y. E. Mnogofunktsional'nyi meditsinskii pribor "Luchik 7 M." [Multifunctional medical device 'Luchik 7 M.']. *Mezhdunarodnyi nauchnyi forum Nauka i innovatsii – sovremennye kontseptsii : sb. statei nauchnykh statei po itogam raboty Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma* = International Scientific Forum Science and Innovation – modern concepts : collection of scientific articles on the results of the International Scientific Forum, 2024, pp. 61–66. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=62410120&pff=1 (accessed 17.10.2024). (In Russ.).

2. Lavrentev B. F., Rozhentsov V. V. Pribor tsvetoterapii [Device color therapy]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii* = International Journal of Applied and Fundamental Research, 2015, no. 6, pp. 38–41. Available at: https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6838&ysclid=m6emctzo30715746262 (accessed 16.10.2024). (In Russ.).

3. Lavrentiev B. F., Bogatov M. S. Pribor dlya svetovogo vozdeistviya na zritel'nyi analizator cheloveka [Device for light influence on the human visual analyser]. *Dostizheniya i problemy sovremennoi nauki : sb. publikatsii nauchnogo zhurnala "GLOBUS" po mater. 25-i Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* = Achievements and problems of modern science : collection of publications of scientific journal 'GLOBUS' on the materials of the 25th International Scientific and Practical Conference, 2016, pp. 20–23. (In Russ.).

4. Polevshchikov M. M., Rozhentsov V. V. Obuchenie izmereniyu vremeni vosstanovleniya zritel'nogo analizatora [Learning the measurement of recovery time of the visual analyzer]. *Uchenye zapiski universiteta im. P. F. Lesgafta* = Uchenye Zapiski Universiteta Imeni P. F. Lesgafta, 2011, no. 2 (72), pp. 157–161. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-izmereniyu-vremeni-vosstanovleniya-zritelnogo-analizatora?ysclid=m6eonzgmb98610368 (accessed 14.10.2024). (In Russ.).

5. Petukhov I. V., Rozhentsov V. V. Issledovanie vremeni vosstanovleniya zritel'noi sistemy [Study of the time of the visual system recovery]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny* = Bulletin of Experimental Biology and Medicine, 2012, vol. 154, no. 8, pp. 262–264. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=17859161 (accessed 14.10.2024). (In Russ.).

6. Rozhentsov V. V. Modelirovanie vremeni zritel'nogo vospriyatiya [Time modeling of visual perception]. *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologii* = Bulletin of Computer and Information Technologies, 2011, no. 1 (79), pp. 1419. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=15566215 (accessed 14.10.2024). (In Russ.).

7. Rozhentsov V. V. Sposob izmereniya polosy propuskaniya prostranstvenno-chastotnykh kanalov zritel'noi sistemy [Method for measuring passband of spatial frequency channels of the visual system]. *Meditsinskaya tekhnika* = Biomedical Engineering, 2011, no. 1 (265), pp. 27–29. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=16558826 (accessed 14.10.2024). (In Russ.).

8. Rozhentsov V. V., Polevshchikov M. M. Adaptatsiya zritel'nogo analizatora pri izmerenii vremeni zritel'nogo vospriyatiya [Adaptation of visual analyzer in the measurement of time visual perception]. *Fundamental'nye issledovaniya* = Fundamental Research, 2011, no. 11, pp. 181–184. Available at: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=28971 (accessed 14.10.2024). (In Russ.).

9. Rozhentsov V. V. Ekspress-metod opredeleniya polosy propuskaniya prostranstvenno-chastotnykh kanalov zritel'noi sistemy [Express method for determining the bandwidth of spatial-frequency channels of the visual system]. *Meditsinskaya tekhnika* = Biomedical Engineering, 2012, no. 2 (272), pp. 21–23. Available at: http://www.mtjournal.ru/archive/2012/meditsinskaya-tekhnika-2/ekspress-metod-opredeleniya-polosy-propuskaniya-prostranstvenno-chastotnykh-kanalov-zritelnoy-sistem (accessed 15.10.2024). (In Russ.).

10. Serov N. V. Svetovaya terapiya [Light therapy]. St. Petersburg. Rech Publishing House, 2001, 256 p.

11. Mishina O. S. Metodologiya issledovaniya i metody upravleniya sotsial'nym zdorov'em cheloveka [Research methodology and methods for managing human social health]. *Politika i Obshchestvo* = Politics and Society, 2011, no. 7, pp. 56–63. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=16754991 (accessed 15.10.2024). (In Russ.).

The article was submitted 22.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 26.11.2024.

About the author

Boris F. Lavrentyev
Ph. D. (Technical Sciences), Professor of the Department of Design and Production of Electronic Computing Equipment, Volga State University of Technology (3 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), *Lavrentevbf@volgatech.net*

The author has read and approved the final manuscript

УДК 636.15/636.1.034/636.082.12
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-31-37

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОПУЛЯЦИИ РУССКИХ ТЯЖЕЛОВОЗОВ В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ

А. В. Онегов, Е. Д. Чиргин

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** Результативность племенной работы сельскохозяйственного предприятия характеризуется не только наличием в дойном табуне высокомолочных конематок, но и применяемыми в отрасли технологиями. Важнейшей задачей отрасли является обеспечение дойных табунов ремонтным молодняком с высоким генетическим потенциалом. ***Целью*** настоящих исследований явилось определение продуктивных и хозяйственных показателей наиболее высокопродуктивных маток русской тяжеловозной породы и сравнение полученных данных со средними значениями по изучаемой популяции. ***Материал и методы.*** На популяции русских тяжеловозов Республики Марий Эл изучены продуктивные и хозяйственные показатели у 213 кобыл, выбракованных из дойного табуна в период с 1998 по 2023 годы. ***Результаты исследования, обсуждение.*** Проведенные исследования показали, что 17 % популяции кобыл дойного табуна имели удой за лактацию более 5000 кг молока, что позволяет отнести этих маток к рекордисткам. Молочная продуктивность рекордисток в среднем составила 5550 кг молока при вариабельности показателя в 34 %. А массовая доля жира и белка рекордисток уступала средним значениям по популяции соответственно на 11 и 3 %. Продолжительность сервис-периода с увеличением молочности увеличивалась с 62 до 173 дней. Коэффициент молочности у рекордисток составлял 856 кг, что превосходило среднее значение по табуну на 36 %. Пожизненная продуктивность рекордисток на 44 % превышала среднее значение по популяции. Рекордистки характеризовались более высокой энергией роста, вследствие чего первое плодотворное осеменение их проводили на 175 дней раньше, чем в среднем по популяции. ***Заключение.*** Вследствие длительной селекции и направленности племенной работы кобылы-рекордистки аккумулировали в генотипе большое количество генов, влияющих на молочную продуктивность. Наличие большого количества маток-рекордисток свидетельствует о генетическом потенциале дойного табуна и крайне необходимо для совершенствования продуктивных и племенных качеств популяции.

Ключевые слова: русская тяжеловозная порода лошадей, молочная продуктивность; жирномолочность, белковомолочность, сервис-период, коэффициент молочности

Благодарности. Статья подготовлена при содействии Российского научного фонда в рамках гранта № 23-26-00285.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Онегов А. В., Чиргин Е. Д.* Генетический потенциал молочной продуктивности популяции русских тяжеловозов в Республике Марий Эл // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 31–37. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-31-37

GENETIC POTENTIAL OF DAIRY PRODUCTIVITY OF THE POPULATION OF RUSSIAN HEAVY DRAWERS IN THE REPUBLIC OF MARI EL

A. V. Onegov, E. D. Chirgin

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** The effectiveness of breeding work of an agricultural enterprise is characterized not only by the presence of high-yielding mares in the dairy herd, but also by the technologies used in the industry. The most important task of the industry is to provide dairy herds with replacement young stock with high genetic potential. ***Objective.*** The purpose of this study was to determine the productive and economic indicators of the most highly productive mares of the Russian Heavy Draft breed and compare the obtained data with the average values for the studied population. ***Material and methods.*** On the population of Russian Heavy Draft horses of the Republic of Mari El, the productive and economic indicators were studied in 213 mares culled from the dairy herd in the period from 1998 to 2023. ***Results of the study, discussion.*** The studies showed that 17 % of the population of mares in the dairy herd had a milk yield of more than 5,000 kg of milk per lactation, which allows us to classify these mares as record holders. The average milk productivity of the record-breakers was 5,550 kg of milk with a variability of 34 %. The mass fraction of fat and protein in the record-breakers was 11 and 3 % lower than the average values for the population, respectively. The service period duration increased from 62 to 173 days with an increase in milk production. The milk production coefficient of the record-breakers was 856 kg, which exceeded the average value for the herd by 36 %. The lifetime productivity of the record-breakers was 44 % higher than the average value for the population. The record-breakers were characterized by higher growth energy, as a result of which their first fruitful insemination was carried out 175 days earlier than the average for the population. ***Conclusion.*** Due to long-term selection and the focus of breeding work, the record-breaking mares accumulated a large number of genes influencing milk production in the genotype. The presence of a large number of record-breaking sows indicates the genetic potential of the dairy herd and is extremely necessary for improving the productive and breeding qualities of the population.

Key words: Russian Heavy Draft horse breed, milk productivity; fat content, protein content, service period, milk coefficient

Acknowledgments. The article was prepared with the assistance of the Russian Science Foundation under grant No. 23-26-00285.

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Onegov A. V., Chirgin E. D.* Genetic potential of dairy productivity of the population of Russian heavy drawers in the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 31–37. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-31-37

Введение

В Российской Федерации активно развивается молочное коневодство, в котором производят кобылье молоко и кумыс – уникальный продукт, являющийся хорошим питательным продуктом и ценным лечебным средством. Рентабельность молочного коневодства определяется по большей части принятой технологией производства продукции и качеством племенной работы с используемой популяцией лошадей. Особенно это актуально при работе с тяжеловозами, обладающими высокой молочностью и которых пока специально не селекционировали на увеличение молочной продуктивности. Появление в популяциях тяжеловозов супермолочных маток свидетельствует о наличии в генофонде их популяции ценных генов молочной продуктивности. Чаще всего для производства молока на стационарных кумысных фермах используется русская тяжеловозная порода лошадей – как самая многочисленная в Российской Федерации. Лошади этой породы выносливы, неприхотливы к условиям кормления и содержания и обладают высокой молочной продуктивностью [1; 3; 4].

Материал и методы

Материалом исследований послужила популяция русских тяжеловозов в Республике Марий Эл, которая локализована на племенном комплексе ЗАО ПЗ «Семеновский». На основании данных производственно-зоотехнического учета нами сформирована группы кобыл, выбракованных из дойного табуна в период с 1998 по 2023 годы, всего в выборку вошли 213 кобыл. Все животные относились к чистопородным и были оценены по бонитировке классом *элита*. За все время исследований лошади были в одинаково хороших условиях кормления и содержания. Молочную продуктивность животных определяли по данным журналов контрольных доений комплекса. Суточный удой определяли по формуле Сайгина [2]:

$$У_c = \frac{У_T}{t} \times 24 \text{ , где}$$

Ус – суточный удой, кг;

Ут – фактический удой, за период контрольных доек, кг;

t – время нахождения кобылы в доении в течение дня, часов;

«24» – продолжительность суток, часов.

Молочную продуктивность кобыл рассчитывали за 210 дней полноценной завершенной лактации[1]. Пожизненную продуктивность вычисляли также расчетным способом. Массовую долю жира (МДЖ) и массовую долю белка (МДБ) в молоке определяли в соответствии ГОСТ 23327-98 – «Молоко и молочные продукты» [2; 10].

Морфофункциональные качества вымени кобыл оценивали по авторской методике, разработанной Е. Д. Чиргиным [5; 6; 7], а емкость вымени определяли по количеству надоенного молока после пропуска одного доения [1; 8].

Продолжительность хозяйственного использования (ПХИ) кобыл устанавливали как период от начала первой лактации и до конца жизни кобылы в днях[2] [4].

Осеменение кобылок проводили при достижении ими массы 75–80 % от веса взрослой кобылы и при наличии регулярных половых циклов [9].

Результаты исследований, обсуждение

Кобылы русской тяжеловозной породы в популяции лошадей ЗАО ПЗ «Семеновский» отличались высокой молочной продуктивностью – в среднем за лактацию продуктивность у них составляла 3558 кг молока. Среди популяции русских тяжеловозов в Республике Марий Эл на долю рекордисток (кобыл с продуктивностью свыше 5000 кг молока) приходится 17 % от общего количества конематок (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Сравнительная характеристика продуктивных и хозяйственно-полезных показателей кобыл-рекордисток со средними значениями по популяции русских тяжеловозов / Comparative characteristics of productive and economically useful indicators of mares-record holders with average values for the population of Russian heavy draft horses

Показатели / Indicators	В среднем по популяции / On average for the population, (n=213)		Кобылы-рекордистки / Record-breaking mares, (n=37)	
	M	m	M	m
Молочная продуктивность за 210 дней лактации, кг	3558	41	5550	161
Пожизненная продуктивность, кг	18090	208	32579	945
Массовая доля жира в молоке (МДЖ), %	1,85	0,02	1,67	0,05
Количество молочного жира, кг	65,8	0,8	92,7	2,7
Массовая доля белка в молоке (МДБ), %	1,93	0,02	1,88	0,05
Количество молочного белка, кг	68,7	0,8	104,3	1,2
Продолжительность сервис-периода, дней	62,6	0,7	173,3	5,0
Масса кобыл, кг	650	7	648	19
Коэффициент молочности, кг	547	6	856	25

Молочная продуктивность кобыл-рекордисток за лактацию составила в среднем 5550 кг молока, что превышало аналогичный показатель по дойному табуну на 1992 кг молока (35,9 %). Разница оказалась значительной и достоверной ($P \geq 0{,}999$). Пожизненная продуктивность маток-рекордисток составила 32579 кг молока, что на 44,4 % выше, чем в среднем по изучаемой популяции. Массовая доля жира и белка в молоке рекордисток, напротив, уступала средним показателям по популяции соответственно на 0,18 % по жиру и 0,05 % по белку. В то же время необходимо отметить, что по количеству молочного жира и молочного белка в молоке рекордистки значимо превышали средние значения дойного табуна. Разница оказалась достоверной и составила 29 % по количеству молочного жира и 34 % по количеству молочного белка.

[1] Ахатова И. А., Фархутдинов К. Д., Мударисов Р. М. Оценка племенных качеств лошадей и организация табунного коневодства: рекомендации. Уфа : Башкирский ГАУ, 2022. 36 с.

[2] Там же.

В условиях интенсивной технологии молочного коневодства важным фактором, повышающим рентабельность кумысного комплекса, является продолжительность сервис-периода. У рекордисток в процессе интенсивной секреции молока значительно повышается нагрузка на организм, вследствие чего продолжительность сервис-периода, как правило, увеличивается [3; 4]. В исследуемой нами популяции русских тяжеловозов продолжительность сервис-периода в среднем по дойному табуну составила 62,6 дня, в то время как у рекордисток он был в 2,7 раза более продолжительным и составил в среднем 173,3 дня.

В племенной работе при отборе кобыл в дойный табун одним из основных селекционируемых признаков является живая масса. В популяции русских тяжеловозов Республики Марий Эл рекордистки не выделялись высокой массой тела. Так, живая масса конематок-рекордисток составляла в среднем 648 кг, в то время как в среднем по популяции этот показатель составлял 650 кг. Разница составила 0,3 %, оказалась незначительной и недостоверной. При этом вычисленные коэффициенты молочности по группе рекордисток и в среднем по изучаемой популяции составили соответственно 856 и 547 кг. Разница составила 309 кг, или 36 %, и оказалась статистически значимой ($P \geq 0{,}999$). Данный факт подтверждает тезис о том, что организм рекордисток более чем на треть эффективнее осуществляет секрецию молока, по сравнению со среднестатистической кобылой в исследуемой популяции.

Для более детального объяснения этого факта мы изучили морфофункциональные свойства вымени у дойных кобыл: форму и размеры вымени, физиологическую и максимальную емкости вымени, а также установили взаимосвязь между емкостной системой молочной железы и удоем. В результате проведенных исследований установлено, что разница в размерах молочной железы у конематок-рекордисток и в среднем по популяции оказалась несущественной и статистически незначимой. Физиологическая емкость вымени (ФЕВ) у маток в исследуемой популяции варьировала от 1,1 до 1,6 литра, а максимальная емкость вымени (МЕВ) колебалась в пределах от 1,3 до 4,2 литра молока. При этом МЕВ в среднем по исследуемой популяции составила 2,5 л, а у рекордисток она оказалась на 40 % выше и составила 3,5 л. Также нами установлены: положительная высокая взаимосвязь между емкостью вымени и суточным удоем, которая составила +0,76; и положительная высокая взаимосвязь между емкостью вымени и средним разовым удоем, величина которой составила +0,79. Данный факт свидетельствует о том, что емкость вымени кобыл определяет величину разовых и суточных удоев и, как следствие, молочную продуктивность конематок в целом.

Огромное влияние на уровень молочной продуктивности кобыл оказывают генетические факторы: линейная принадлежность кобыл, принадлежность конематок к высокопродуктивным семействам, рост и развитие молодняка в молочный период [7; 10]. По нашему мнению, последнее обусловлено тем, что обильномолочные кобылы обеспечивают жеребят более высокой скоростью роста в молочном периоде онтогенеза по сравнению со сверстниками. В связи с вышеизложенным мы провели исследование влияния уровня молочной продуктивности кобыл на рост и развитие молодняка. Результаты проведенного исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

Влияние уровня молочной продуктивности кобыл на рост и развитие молодняка русской тяжеловозной породы лошадей / The influence of the milk productivity level of mares on the growth and development of young Russian heavy draft horses

Показатели / Indicators	Развитие молодняка, полученного: / Development of the young animals obtained			
	от кобыл-рекордисток / from record-breaking mares, (n=37)		в среднем по популяции / on average for the population, (n=213)	
	M	m	M	m
1	2	3	4	5
Масса жеребенка при рождении, кг	56,9	1,6	56,9	0,65
Масса жеребенка в 6-месячном возрасте, кг	314	8,6	280	3,2

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Масса жеребенка в 12-месячном возрасте, кг	434	11,9	379	4,3
Масса жеребенка в 18-месячном возрасте, кг	515	14,1	450	5,1
Возраст кобылок при первом оплодотворении, дней	574	15,7	749	8,6
Масса кобылок при первом оплодотворении, кг	528	14,5	527	6,0
Масса кобыл в первую лактацию, кг	607	16,6	608	6,9

Из материалов таблицы 2 следует, что масса жеребенка при рождении вне зависимости от молочной продуктивности матерей составляла в среднем 56,9 кг при вариабельности признака 24 %. Данный факт свидетельствует о хорошем кормлении и содержании маток во время жеребости. Наиболее интенсивный рост жеребят отмечается в первые 6 месяцев жизни. Так, в среднем по изучаемой популяции масса жеребенка в этом возрасте составила 280 кг при среднесуточных приростах живой массы 1240 г. Жеребята, полученные от матерей-рекордисток, росли более интенсивно – их масса в 6-месячном возрасте составила в среднем 314 кг при среднесуточных приростах живой массы 1428 г. Разница в живой массе составила 34 кг (12 %) (P≥0,99).

После отбивки жеребят в соответствии с принятой технологией интенсивного производства кобыльего молока это происходит в 6–8-месячном возрасте, интенсивность роста жеребят значительно снижается. Так, абсолютный прирост живой массы в период от 6- до 12-месячного возраста у жеребят в среднем по популяции и у жеребят, полученных от матерей-рекордисток, по молочной продуктивности составил соответственно 99 и 120 кг. Разница оказалась значительной и достоверной (P≥0,99). Среднесуточный прирост живой массы составил в этот период соответственно 550 и 667 г. Аналогичная картина наблюдалась и в период с 12- и до 18-месячного возраста. Абсолютный прирост живой массы жеребят, полученных от рекордисток, составил 81 кг, в то время как в среднем по популяции он был равен 71 кг. Среднесуточные приросты живой массы в этот период онтогенеза составили соответственно 450 г у потомства рекордисток и 400 г в среднем по популяции. Таким образом, следует отметить, что у обильномолочных маток жеребята имели более высокую скорость роста, по сравнению со сверстниками.

Результатом более интенсивного набора массы (высокая скорость роста) в ЗАО ПЗ «Семеновский» явилось более раннее развитие молодняка, что проявлялось также и в достижении последними возраста половой зрелости (период времени, когда в организме самки или самца начинают образовываться половые клетки и половые гормоны). На племенном кумысном комплексе первое осеменение кобылок русской тяжеловозной породы принято осуществлять при достижении ими живой массы в 80 % от массы полновозрастных кобыл (примерно 520 кг) и при наличии регулярных половых циклов [3; 7]. Возраст первого оплодотворения кобылок в среднем по популяции русских тяжеловозов в Республике Марий Эл составил 749 дней (2,05 года), в то время как у кобылок, полученных от высокопродуктивных матерей, – 574 дня (1,57 лет). Несмотря на общепринятое правило осеменять кобылок при достижении ими возраста 3–3,5 года, в ЗАО ПЗ «Семеновский» практикуется научно обоснованное более раннее осеменение кобылок в 1,5 –2 летнем возрасте. Это позволяет существенно повысить рентабельность отрасли в целом, сократить затраты и время на выращивание ремонтного молодняка, увеличить число кобыл в структуре дойного табуна и тем самым снизить себестоимость кобыльего молока и кумыса.

Выводы:

1. Молочная продуктивность кобыл русской тяжеловозной породы в среднем по изучаемой популяции (213 голов) составила 3558 кг молока за 210 дней лактации. В изучаемой популяции 17 % кобыл (37 голов) имели молочную продуктивность более 5000 кг молока.

2. Пожизненная продуктивность конематок популяции составила 18090 кг молока при среднем количестве завершенных лактаций 5,1. Пожизненная продуктивность кобыл-рекордисток

была на 44,4 % выше и составляла 32579 кг молока при 5,9 лактации.

3. У кобыл-рекордисток выявлен более продолжительный сервис-период – в 2,7 раза, по сравнению со средним значением по популяции.

4. Высокопродуктивные кобылы в исследуемой популяции имели более высокий коэффициент молочности, по сравнению с дойным табуном. Разница составила 309 кг (36 %) и оказалась значительной и достоверной.

5. Благодаря высокой молочности матерей скорость роста молодняка в ЗАО ПЗ «Семеновсикй» значительно увеличивалась: среднесуточные приросты живой массы молодняка до 6-месячного возраста составили 1428 г у потомства рекордисток и 1280 г – в среднем по популяции. В последующие периоды роста наблюдалась аналогичная картина вследствие чего ремонтные кобылки, полученные от матерей-рекордисток, значительно раньше достигали половой и физиологической зрелости.

6. На племенном кумысном комплексе Республики Марий Эл научно обоснованно проводят раннее осеменение кобылок русской тяжеловозной породы – в 1,5–2-летнем возрасте. Возраст оплодотворения кобылок в среднем по популяции составляет 2,05 года (749 дней) при достижении ими живой массы в среднем 527 кг, а у кобылок, полученных от высокопродуктивных матерей, возраст оплодотворения составляет 1,57 года (574 дня), при этом их масса составляет 528 кг.

1. Буркова С. А., Ямбулатов М. А. Отбор кобыл русской тяжеловозной породы по емкости их вымени // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : сб. матер. IV Международной научно-практической конференции. В 2 томах. Чебоксары : Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2017. С. 285–287. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28932573&ysclid=m7j3ir6fq5282236008 (дата обращения: 03.02.2025).

2. Гладкова Е. Е., Хуснуллина Д. Ф. Сравнительная характеристика молочной продуктивности и ее взаимосвязь с составом молока у кобыл на кумысных фермах в различных зонах содержания // Научные основы сохранения и совершенствования пород лошадей: Сб. науч. трудов. ВНИИК. Дивово. 2002. С. 154–159.

3. Зарипова Л. Р., Сушенцова М. А. Особенности молочной продуктивности кобыл русской и литовской тяжеловозных пород // Ученые записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. 2017. №3. С. 54–59. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-molochnoy-produktivnosti-kobyl-russkoy-i-litovskoy-tyazhelovoznyh-porod?ysclid=m7k6de7e3s40034396 (дата обращения: 03.02.2025).

4. Калашников В. В., Зайцев А. М., Лебедева Л. Ф. Генетические ресурсы коневодства России и биотехнологические методы их сохранения // Коневодство и конный спорт. 2024. № 3. С. 4–9. DOI: https://doi.org/10.25727/HS.2024.3.60837

5. Онегов А. В. Связь морфофункциональных особенностей вымени с молочной продуктивностью кобыл // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : Материалы международной научно-практической конференции (г. Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 г.) Том Выпуск XXIV. Йошкар-Ола : Марийский государственный университет. 2022. С. 361–364. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48449149&pff=1 (дата обращения: 03.02.2025).

6. Смок А. А., Заяц О. В. Отбор кобыл по морфологическим особенностям их вымени // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 473–475. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=jaufsc&ysclid=m7k7az0xqu304654259 (дата обращения: 03.02.2025).

7. Чиргин Е. Д. Форма и промеры вымени кобыл // Коневодство и конный спорт. 2013. № 2. С. 19–23. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=qlivpd&ysclid=m7k7fz03xo588229940 (дата обращения: 03.02.2025).

8. Чиргин Е. Д. Емкость вымени кобыл русской тяжеловозной породы // Ветеринарный врач. 2015. № 5. С. 59–62.

9. Чиргин Е. Д., Семенов В. Г. Рост и развитие племенного молодняка лошадей русской тяжеловозной породы в ЗАО «Племзавод «Семеновский» // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3 (6). С. 66–71. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36759597 (дата обращения: 03.02.2025).

10. Comparing microbiotas of foals and their mares' milk in the first two weeks after birth / Mienaltowski M. J., Callahan M. [et al.] // BMC Vet Res. 2024. Article 17. DOI: https://doi.org/10.1186/s12917-023-03864-1

Статья поступила в редакцию 05.02.2025 г.; одобрена после рецензирования 27.02.2025 г.; принята к публикации 04.03.2025 г.

Об авторах

Онегов Андрей Владимирович
кандидат биологических наук, доцент, директор аграрно-технологического института, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5369-1552, *a.onegov@mail.ru*

Чиргин Евгений Дмитриевич
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет, (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), *chirgindmitrievich@gmail.com*

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Burkova S. A., Yambulatov M. A. Otbor kobyl russkoi tyazhelovoznoi porody po emkosti ikh vymeni [Selection of Russian Heavy Draft Mares Based on Their Udder Capacity]. *Nauka, obrazovanie, obshchestvo: tendentsii i perspektivy razvitiya : Sbornik materialov IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Science, Education, Society: Development Trends and Prospects. Collection of Materials of the IV International Scientific and Practical Conference. In 2 volumes. Cheboksary, Centre for Scientific Cooperation "Interactive Plus", 2017, pp. 285–287. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=28932573&ysclid=m7j3ir6fq5282236008 (accessed 03.02.2025). (In Russ.).

2. Gladkova E. E., Khusnullina D. F. Sravnitel'naya kharakteristika molochnoi produktivnosti i ee vzaimosvyaz' s sostavom moloka u kobyl na kumysnykh fermakh v razlichnykh zonakh soderzhaniya [Comparative characteristics of milk productivity and its relationship with milk composition in mares on kumys farms in different maintenance zones]. *Nauchnye osnovy sokhraneniya i sovershenstvovaniya porod loshadei: Sb. nauch. trudov* = Scientific foundations for the conservation and improvement of horse breeds: Collection of scientific papers, VNIIK, Divovo, 2002, pp. 154–159. (In Russ.).

3. Zaripova L. R., Sushentsova M. A. Osobennosti molochnoi produktivnosti kobyl russkoi i litovskoi tyazhelovoznykh porod [Specific characteristics of Russian and Lithuanian heavy draft mares' milk productivity]. *Uchenye zapiski kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2017, no. 3, pp. 54–59. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-molochnoy-produktivnosti-kobyl-russkoy-i-litovskoy-tyazhelovoznyh-porod?ysclid=m7k6de7e3s40034396 (accessed 03.02.2025). (In Russ.).

4. Kalashnikov V. V., Zaitsev A. M., Lebedeva L. F. Geneticheskie resursy konevodstva Rossii i biotekhnologicheskie metody ikh sokhraneniya [Genetic resources of Russian horse breeding and biotechnological methods of their conservation]. *Konevodstvo i konnyi sport* = Horse breeding and equestrian sport, 2024, no. 3, pp. 4–9. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.25727/HS.2024.3.60837

5. Onegov A. V. Cvyaz' morfofunktsional'nykh osobennostei vymeni s molochnoi produktivnost'yu kobyl [Relationship of morphofunctional features of the udder with milk productivity of mares] *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva : Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. Proceedings of the international scientific and practical conference, Yoshkar-Ola, 16–17 March 2022, Vol. Issue XXIV, Yoshkar-Ola, Mari State University, 2022, pp. 361–364. (In Russ.).

6. Smok A. A., Zayats O. V. Otbor kobyl po morfologicheskim osobennostyam ikh vymeni [Selection of mares based on morphological features of their udder]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva* = Current issues in improving the technology of production and processing of agricultural products, 2021, no. 23, pp. 473–475. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=jaufsc&ysclid=m7k7az0xqu304654259 (accessed 03.02.2025). (In Russ.).

7. Chirgin E. D. Forma i promery vymeni kobyl [Form and measurements of mare' udder]. *Konevodstvo i konnyi sport* = Horse breeding and equestrian sport, 2013, no. 2, pp. 19–23. (In Russ.).

8. Chirgin E. D. Emkost' vymeni kobyl russkoi tyazhelovoznoi porody [The udder capacity of russian heavy draught breed mares]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2015, no. 5, pp. 59–62. (In Russ.).

9. Chirgin E. D., Semenov V. G. Growth and development of breeding of young growth of horses of the Russian heavy horse breed in closed joint- stock company breeding farm "Semenovsky" [Rost i razvitie plemennogo molodnyaka loshadei russkoi tyazhelovoznoi porody v ZAO "Plemzavod "Semenovskii"]. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Vestnik Chuvash State Agricultural Academy, 2018, no. 3 (6), pp. 66–71. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36759597 (accessed 03.02.2025). (In Russ.).

10. Mienaltowski M. J., Callahan M. [ey al.] Comparing microbiotas of foals and their mares' milk in the first two weeks after birth. *BMC Vet Res*, 2024, article 17. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1186/s12917-023-03864-1

The article was submitted 05.02.2025; approved after reviewing 27.02.2025; accepted for publication 04.03.2025.

About authors

Andrey V. Onegov
Ph. D. (Biology), Associate Professor, Director of the Agrarian Institute of Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5369-1552, *a.onegov@mail.ru*

Evgeny D. Chirgin
Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Professor of the Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., 424000 Yoshkar-Ola, Russian Federation), *chirgindmitrievich@gmail.com*

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619/636.8.045
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-38-45

Терапевтическая эффективность комбинированного геля «Маклозол» при лечении инфицированной раны у кота

А. А. Парфенюк, Е. П. Долгов, К. А. Железнякова

Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** В статье приведены данные по изучению терапевтического эффекта антибактериального геля «Маклозол» при лечении открытой гнойной раны у самца кота, полученной в результате драки с другим котом. Установлено, что применение геля способствует хорошему и быстрому заживлению гнойной раны, что подтверждается лабораторными исследованиями, клиническим состоянием кота и морфологическими изменениями самой раны, на фоне лечения. Весь курс терапии составил 14 дней, а полное заживление раны наступило спустя 18 дней. ***Целью*** настоящего исследования явилось изучение эффективности геля «Маклозол» при лечении гнойной раны у кота на основе комплексной оценки его терапевтического действия. ***Материалы и методы.*** Опыт проведен в условиях вивария Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института. Пациентом явился кот по кличке Степа, некастрированный самец, метис, в возрасте 3 лет с массой тела 4,2 кг. Травму получил во время драки с другим самцом. На момент осмотра был выявлен вскрывшийся абсцесс мягких тканей, справа в области массетера. В качестве первой помощи была проведена хирургическая санация раны, поставлены инъекции мелоксикама, в дозе 0,2 мг/кг и бициллина-5, в дозе 40 000 ЕД/кг, внутримышечно. В дальнейшем проводились ежедневные местные обработки раны раствором хлоргексидина 0,05 % и антибактериальным гелем «Маклозол» 1–2 раза в день. ***Результаты исследования, обсуждения.*** В результате проведенных исследований установлено, что сочетание хирургического и медикаментозного лечения способствовало значительному ускорению заживления раны, что подтверждалось клиническим состоянием кота и лабораторными исследованиями. ***Заключение.*** Сочетанное противомикробное, противовоспалительное, регенеративное и другие виды действия препарата «Маклозол» обуславливает его высокую терапевтическую эффективность. Наряду с этим, комбинация природных и синтетических компонентов позволяет во многих случаях снизить концентрацию синтетического составляющего лекарственного средства, что выгодно отличает его по степени безопасности и фармакоэкономике от большинства зарегистрированных для лечения ран монопрепаратов.

Ключевые слова: антибактериальный гель, терапия, инфицированная рана, абсцесс, кот, общий анализ крови

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Парфенюк А. А., Долгов Е. П., Железнякова К. А.* Терапевтическая эффективность комбинированного геля «Маклозол» при лечении инфицированной раны у кота // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 38–45. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-38-45

Study of the therapeutic effect of the antibacterial gel "Maclozol" in the treatment of infected wound in a cat

A. A. Parfenyuk, E. P. Dolgov, K. A. Zheleznyakova

Krasnodar Scientific Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** The article presents data on the study of the therapeutic effect of the antibacterial gel “Maclozol” in the treatment of an open purulent wound in a male cat, received as a result of a fight with another cat. It was found that the use of the gel contributes to good and rapid healing of the purulent wound, which is confirmed by laboratory studies, the clinical condition of the cat and morphological changes in the wound itself on the background of treatment. The entire course of therapy was 14 days, and complete healing of the wound occurred after 18 days. ***Purpose.*** The aim of this study was to investigate the effectiveness of “Maklozol” gel in the treatment of a purulent wound in a cat based on a comprehensive assessment of its therapeutic effect. ***Materials and methods.*** The experiment was conducted in the vivarium of the Krasnodar Veterinary Research Institute. The patient was a male cat named Stepa, an uncastrated crossbreed at the age of 3 years, weighing 4.2 kg. He received the injury during a fight with another male. At the time of examination, an opened abscess of soft tissues was detected, on the right in the masseter area. As first aid, surgical debridement of the wound was performed, injections of meloxicam were administered at a dose of 0.2 mg/kg and bicillin-5, at a dose of 40,000 U/kg, intramuscularly. Subsequently, daily local treatments of the wound were carried out with a 0.05 % chlorhexidine solution and the antibacterial gel "Maclozol" 1–2 times a day. ***Results, discussion.*** As a result of the conducted research, it was determined that the combination of surgical and drug treatment contributed to a significant acceleration of wound healing, which was confirmed by the clinical condition of the cat and laboratory tests. ***Conclusion.*** The combined antimicrobial, anti-inflammatory, regenerative and other types of action of the drug "Maclozol" determine its high therapeutic effectiveness. Along with this, the combination of natural and synthetic components allows in many cases to reduce the concentration of the synthetic component of the drug, which distinguishes it favorably in terms of safety and pharmacoeconomics from most monodrugs registered for the treatment of wounds.

Key words: antibacterial gel, therapy, infected wound, abscess, cat, complete blood count

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Parfenyuk A. A., Dolgov E. P., Zheleznyakova K. A.* Study of the therapeutic effect of the antibacterial gel "Maclozol" in the treatment of infected wound in a cat. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 38–45. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-38-45

Введение

Одной из важных проблем ветеринарной медицины на протяжении многих лет является поиск эффективных методов лечения ран, в том числе осложненных инфекцией, абсцессом, некрозом тканей. Наличие анаэробной и аэробной микрофлоры в очагах повреждения тканей приводит к нарушению тканевого дыхания и в конечном итоге к более серьезным проблемам, таким как развитие ацидоза, гипоксии и метаболической интоксикации всего организма [1; 2].

Очень часто инфицированные повреждения кожного покрова животных приводят к развитию абсцессов, которые становятся причиной обращения владельцев за специализированной помощью, так как купировать такие осложнения без помощи специалиста практически невозможно [3].

Подкожные абсцессы и инфицированные раны являются наиболее распространенными заболеваниями кожи и мягких тканей у кошек, которые формируются под влиянием травматических факторов – внутривидовые и межвидовые драки, падения с высоты, попадания в организм инородных предметов (заноз, острых осколков, растительные колоски/устюги, металлическая стружка) [4]. По статистике среди домашних животных чаще всего абсцессы формируются у самцов котов. Глубокие и серьезные раны обсеменяются многочисленной микрофлорой слюны кошек, что приводит к инфицированию раны. *Pasteurella multocida* является наиболее распространенным патогеном, выделенным из аэробных микробиологических культур материала поражений, но также распространены *Staphylococcus spp, Streptococcus spp* и представители семейства *Enterobacteriaceae*. Среди анаэробных возбудителей часто обнаруживаются: *Fusobacterium spp, Bacteroides spp, Porphyromonas spp, Prevotella spp, Peptostreptococcus spp, Clostridium spp и Actinomyces spp*. [5].

В этой связи очень важно начать своевременное лечение с использованием методов, соответствующих течению раневого процесса: хирургическая обработка ран, использование препаратов, улучшающих эвакуацию раневого отделяемого, трофику и регенерацию тканей [6; 7].

В целях профилактики прогрессирования раневой инфекции широко применяются местные антибактериальные препараты. Однако устойчивость многих штаммов микроорганизмов к антибиотикам, снижение иммунитета у животных и как результат, отсутствие терапевтической эффективности имеющихся лекарственных препаратов, стимулирует поиск новых методов и средств лечения осложненных ран [8]. Наиболее перспективным в этом направлении видится создание новых комбинированных лекарственных препаратов на базе синтетических компонентов и биологически активных веществ растительного происхождения. Сочетанное противомикробное, противовоспалительное, регенеративное и другие виды действия таких препаратов обуславливает их высокую эффективность. Наряду с этим комбинация природных и синтетических компонентов позволяет во многих случаях снизить концентрацию синтетического составляющего лекарственного средства, что выгодно отличает его по степени безопасности и пофармакоэкономике от большинства зарегистрированных для лечения ран монопрепаратов [9; 10].

Цель настоящего исследования явилось изучение эффективности геля «Маклозол» при лечении гнойной раны у кота на основе комплексной оценки его терапевтического действия.

Материалы и методы

Опыт проведен в условиях вивария Краснодарского научно-исследовательского ветеринарного института. Пациентом явился кот по кличке Степа, некастрированный самец, метис, в возрасте 3-х лет с массой тела 4,2 кг. Содержание животного – домашнее при свободном доступе к улице, вакцинирован, обработан от экто- и эндопаразитов. Травму получил во время драки с другим самцом. На момент осмотра был выявлен вскрывшийся абсцесс мягких тканей, справа в области массетера (рис. 1).

Рис. 1. Абсцесс мягких тканей с некротическими краями раны /
Fig. 1. Abscess of soft tissues with necrotic wound edges

В течение эксперимента у кота двукратно с интервалом 7 дней брали кровь для оценки ее морфологического статуса. Из раны готовились мазки-отпечатки, окрашенные по Романовскому-Гимзе, для цитологической оценки содержимого, а также отбирали раневое отделяемое для проведения бактериологического посева.

Морфологические исследования крови животного проведены на гематологическом ветеринарном анализаторе «Mythic 18 vet». Микроскопия мазков-отпечатков проводилась на микроскопе «Микромед-3» с видеоокуляром ToupCam 10.0 MP. Бактериологический посев осуществлялся в отделе эпизоотологии, микологии и ВСЭ Краснодарского НИВИ на специальные питательные среды с МПА.

В качестве первой помощи была проведена хирургическая санация раны. В отверстие раны установили дренаж для оттока экссудата. Также коту были поставлены инъекции мелоксикама, в дозе 0,2 мг/кг и бициллина-5, в дозе 40 000 ЕД/кг, внутримышечно. В дальнейшем проводилось ежедневное наблюдение за общим состоянием кота и тщательные местные обработки раны раствором хлоргексидина 0,05 % и антибактериального геля «Маклозол» 1–2 раза в день.

Антибактериальный комбинированный гель «Маклозол» представляет собой оригинальную комбинацию активных веществ природного и синтетического происхождения с полифункциональными свойствами. Состав представлен наиболее перспективными для включения активными компонентами, носителями антимикробных, противовоспалительных, некролитических, антиэкссудативных, регенерирующих свойств. Так, в качестве одного из компонентов антимикробного действия в состав геля был введен экстракт травы маклеи мелкоплодной, а в качестве противовоспалительного и регенерирующего компонента – экстракт алоэ древовидного.

Получение препарата осуществлялось посредством использования процессов взвешивания, экстрагирования, растворения и смешивания компонентов до однородного состояния геля на соответствующем лабораторном оборудовании. Фармацевтические методы оценки препарата определялись согласно требованиям ОФС.1.4.1.0008.15 «Мази».

Результаты исследования

В результате проведенных исследований установлено, что сочетание хирургического и медикаментозного лечения способствовало значительному ускорению заживления раны, что подтверждалось клиническим состоянием кота и лабораторными исследованиями.

При цитологическом исследовании мазков-отпечатков из раневой поверхности обнаружено нейтрофильное воспаление, выраженный фагоцитоз, дегенерированные нейтрофилы, макрофаги, эозинофилы и обильная кокковая флора в каждом поле зрения. Бактерии визуализировались как вне цитоплазмы лейкоцитов, так и внутри нее. Фон представлен разрушенными ядрами клеток, кокковой флорой и нейтрофилами.

По окончании терапии в мазках-отпечатках на 14-й день лечения микрофлоры не наблюдалось ни в одном из полей зрения, клеточный состав был скудный, представленный нейтрофилами с нормальным сегментированным ядром без признаков дегенерации, единичными плазмоцитами и фиброцитами, что свидетельствует о нормальном процессе регенерации кожи.

В результате микробиологического исследования раневого отделяемого были выделены бактерии *Staphylococcus epidermidis* и *Streptococcus pyogenes* (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Результаты бактериологического посева раневого отделяемого / Results of bacteriological culture of wound discharge

Выделенные микроорганизмы / Microorganisms isolated	**Оценка роста КОЕ * / Evaluation of CFU***
Staphylococcus epidermidis	$1*10^6$
Streptococcus pyogenes	$1*10^6$

*КОЕ – колониеобразующие единицы микроорганизмов 10^3–10^4 – скудный рост 10^5 – умеренный рост 10^6 и более – обильный рост

Повторного бактериологического исследования не проводилось, так как общее состояние животного имело положительную динамику, что подтверждалось отсутствием видимых гнойно-воспалительных процессов кожи с выраженной регенерацией ткани.

При оценке гематологических показателей в 1-й день опыта выявлен выраженный лейкоцитоз (отклонение от нормы составило 62,2 %), сопровождаемый нейтрофилией с дегенеративным (гипопластическим) сдвигом, обусловленным увеличением палочкоядерных нейтрофилов (в 5 раз). Подобная разновидность нейтрофилеза наиболее типична для выраженных септических состояний в острой стадии, осложненных вторичным воспалительным процессом.

Спустя 7 дней после начала лечения было проведено повторное взятие крови, по результатам которого установлено снижение лейкоцитов до пределов референсных значений при умеренном увеличении содержания палочкоядерных нейтрофилов (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Результаты клинического анализа крови / Results of the clinical blood test

Показатель / Indicator	**1 день терапии / 1 day of therapy**	**7 день терапии / Day 7 of therapy**	**Норма / Norma**
1	**2**	**3**	**4**
Лейкоциты, 10^9/л	30	17	5,5–18,5
Эритроциты, 10^{12}/л	7,8	7,6	5,6–10,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Гемоглобин, г/л	110	100	90–150
Гематокрит, %	31	34	29–48
Тромбоциты, 10^9/л	345	378	160–630
Лейкоформула, %: Нейтрофилы: палочкоядерные сегментоядерные	 15 51	 4 60	 0–3 35–75
Эозинофилы	3	2	0–6
Базофилы	0	0	0–1
Моноциты	4	3	0–4
Лимфоциты	27	31	25–55

В нашем случае использование антибактериального препарата способствовало коррекции молодых форм нейтрофильных гранулоцитов с последующим формированием пула зрелых клеток миелобластного ряда – сегментоядерных нейтрофилов.

При осмотре кота на 3-й день лечения установлено следующее: края раны состоятельны, из полости раны у основания дренажа выявлена экссудация, содержимое желтовато-красного цвета, мутное, консистенция вязкая, кот угнетен, аппетит при этом сохранен.

На 7-й день терапии рана уменьшилась в размере, под струпом экссудация сохранена – содержимое желтовато-коричневого цвета без запаха, края раны покрыты темно-коричневым струпом (рис. 2).

Клиническим осмотром животного на 9-й день лечения выявлено следующее: края раны состоятельны, экссудация уменьшилась в объеме, светло-коричневого цвета, прозрачная, водянистой консистенции, струп коричневатого цвета, а под струпом выраженная грануляция краев раны без кровотечения и ярко-красного цвета (рис. 3).

Рис. 2. Экссудация раны на 7-й день лечения /
Fig. 2. Wound exudation on the 7th day of treatment

Рис. 3. Рана на 9-й день лечения /
Fig. 3. Wound on the 9th day of treatment

При этом уже через три дня (12-й день терапии) глубина и размеры раны значительно уменьшились, экссудация практически отсутствовала, под сухим струпом выявлялась ярко-красная грануляция без признаков гнойного воспаления (рис. 4).

Рис. 4. Рана на 12-й день лечения /
Fig. 4. Wound on the 12th day of treatment

Рис. 5. Состояние раны на 18-й день после начала лечения /
Fig. 5. The condition of the wound on the 18th day after the beginning of treatment

На 14-й день лечения рана покрылась светло-коричневым сухим струпом, экссудация отсутствовала, грануляция была скрыта под небольшим участком рубцовой ткани. К 18-му дню рана полностью затянулась, покрылась новой шерстью, которая скрывала небольшой рубец (рис. 5).

Заключение

Таким образом установлено, что применение антибактериального геля «Маклозол» способствовало быстрому заживлению раны, что подтвердилось результатами лабораторных исследований крови, нормализацией общего клинического состояния кота, выраженной чистой грануляцией раны с формированием небольшого рубца. Весь курс терапии составил 14 дней, а полное заживление раны наступило спустя 18 дней терапевтических мероприятий.

1. Гончаров Н. В. Кожные заболевания кошек и собак // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции (г. Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 г.). Том Выпуск XXV. Йошкар-Ола : Марийский государственный университет, 2023. С. 761–763. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=52454952 (дата обращения 16.12.2024).

2. Анализ заболеваемости дерматомикозом мелких домашних животных и эффективность лечения / Б. В. Очиров, Е. Ю. Давашкин [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2019. № 4 (42). С. 51–53. URL https://elibrary.ru/item.asp?id=41575495 (дата обращения 16.12.2024).

3. Спасская Т. А. Инфекции мелких домашних животных // Научное обеспечение животноводства Сибири : Материалы VI Международной научно-практической конференции (г. Красноярск, 19–20 мая 2022 г.). Красноярск, 2022. С. 453–455. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=49279630 (дата обращения 16.12.2024).

4. Стужук Д. А., Издепский В. И., Руденко П. А. Патогенетические подходы к терапии при экспериментальных инфицированных ранах у кошек // Научная жизнь. 2022. Т. 17. № 6 (126). С. 990–1005. DOI: https://doi.org/10.35679/1991-9476-2022-17-6-990-1005

5. Спасская Т. А. Аспекты применения АСД при лечении раневых инфекций // Материалы Региональной научно-практической конференции КФ РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева с международным участием (г. Калуга, 24 апреля 2019 г.). Том Выпуск № 13. Калуга : ИП Якунин А.В., 2019. С. 29–32. URL https://elibrary.ru/item.asp?id=41133266 (дата обращения 16.12.2024).

6. Колосова О. В., Чуев Н. А., Бондаренко А. И. Клинический случай лечения длительно незаживающих септических ран у кошек // Вестник КрасГАУ. 2024. № 9 (210). С. 109–115. DOI: https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-9-109-115

7. Андрос Н. О. Применение местного антибактериального средства при инфицированном повреждении кожи у кошки (клинический случай) // Ветеринария Северного Кавказа. 2022. № S5. С. 70–80. DOI: https://doi.org/10.56660/77368_2022_5_70

8. Актуальность разработки комбинированного ранозаживляющего препарата для ветеринарного применения и его перспективный компонентный состав / А. А. Парфенюк, А. М. Сампиев [и др.] // Ветеринарный фармакологический вестник. 2023. № 2 (23). С. 76–90. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=54030772 (дата обращения 16.12.2024).

9. Стужук Д. А., Руденко П. А., Позябин С. В. Оценка показателей метаболизма соединительной ткани при лечении экспериментальных гнойных ран у кошек // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (58). С. 141–147. DOI: https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-141-147

10. Основные лекарственные средства для кошек и собак в Российской ветеринарной практике / С. В. Акчурин, Г. П. Дюльгер [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 109–123. DOI: https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-2-109-123

Статья поступила в редакцию 25.12.2024 г.; одобрена после рецензирования 03.02.2025 г.; принята к публикации 07.02.2025 г.

Об авторах

Парфенюк Алина Андреевна
аспирант отдела фармакологии, Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии (350055, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. 1-я Линия, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8622-4103, *alinaparphy@yandex.ru*

Долгов Евгений Петрович
кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела фармакологии, Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии (350055, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. 1-я Линия, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2979-0782, *edolgov93@mail.ru*

Железнякова Ксения Андреевна
кандидат экономических наук, старший научный сотрудник отдела фармакологии, Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии (350055, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. 1-я Линия, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9407-0768, *ksenia.andreevna0708@gmail.com*

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Goncharov N. V. Kozhnye zabolevaniya koshek i sobak [Skin diseases of cats and dogs]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products: Proceedings of the international scientific and practical conference, Joshkar-Ola, 23–24 March 2023. Tom Issue XXV, Joshkar-Ola, Marijskij gosudarstvennyj universitet, 2023, pp. 761–763. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=52454952 (accessed 16.12.2024). (In Russ.).

2. Ochirov B. V., Davashkin E. YU. [et al.] Analiz zabolevaemosti dermatomikozom melkikh domashnikh zhivotnykh i effektivnost' lecheniya [Dermatomycosis in small domestic animals: analysis and treatment efficiency]. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa* = Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex, 2019, no. 4 (42), pp. 51–53. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=41575495 (accessed 16.12.2024). (In Russ.).

3. Spasskaya T. A. Infektsii melkikh domashnikh zhivotnykh [Infections of small animals]. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri : Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Scientific support for animal husbandry in Siberia: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Krasnoyarsk, 19–20 May 2022. Sostaviteli L. V. Efimova, V. A. Tereshchenko. Krasnoyarsk, 2022, pp. 453–455. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=49279630 (accessed 16.12.2024).

4. Stuzhuk D. A., Izdepskij V. I., Rudenko P. A. Patogeneticheskie podkhody k terapii pri eksperimental'nykh infitsirovannykh ranakh u koshek [Pathogenetic approaches to therapy in experimental infected wounds in cats]. *Nauchnaya zhizn'* = Scientific Life. 2022, vol. 17, no. 6 (126), pp. 990–1005. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.35679/1991-9476-2022-17-6-990-1005

5. Spasskaya T. A. Aspekty primeneniya ASD pri lechenii ranevykh infektsii [Aspects of asd in the treatment of wound infections]. *Materialy Regional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii KF RGAU-MSKhA im. K. A. Timiryazeva s mezhdunarodnym uchastiem* = Proceedings of the Regional scientific and practical conference of the KF RGAU-MTAA named after K. A. Timiryazev with international participation, Kaluga, 24 April 2019. Tom Issue 13. Kaluga, IP Yakunin A. V., 2019, pp. 29–32. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=41133266 (accessed 16.12.2024). (In Russ.).

6. Kolosova O. V., Chuev N. A., Bondarenko A. I. Klinicheskii sluchai lecheniya dlitel'no nezazhivayushchikh septicheskikh ran u koshek [Clinical case of treatment of long-term non-healing septic wounds in cats]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU, 2024, no. 9 (210), pp. 109–115. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-9-109-115

7. Andros N. O. Primenenie mestnogo antibakterial'nogo sredstva pri infitsirovannom povrezhdenii kozhi u koshki (klinicheskii sluchai) [Application of a topical antibacterial agent for an infected skin lesion in a cat (clinical case)]. *Veterinariya Severnogo Kavkaza* = Veterinary science of the North Caucasus, 2022, no. S5, pp. 70–80. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.56660/77368_2022_5_70

8. Parfenyuk A. A., Sampiev A. M. [et al] Aktual'nost' razrabotki kombinirovannogo ranozazhivlyayushchego preparata dlya veterinarnogo primeneniya i ego perspektiv-nyi komponentnyi sostav [Relevance of the design of a combination wound healing drug for veterinary use and its potential component composition]. *Veterinarnyi farmakologicheskii vestnik* = Bulletin of Veterinary Pharmacology, 2023, no. 2 (23), pp. 76–90. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=54030772 (accessed 16.12.2024). (In Russ.).

9. Stuzhuk D. A., Rudenko P. A., Pozyabin S. V. Otsenka pokazatelei metabolizma soedinitel'noi tkani pri lechenii eksperimental'nykh gnoinykh ran u koshek [Evaluation of metabolism parametres of connective tissue in treatment of experimental purulent wounds of cats]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2022, no. 2 (58), pp. 141–147. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-141-147

10. Akchurin S. V., Dyul'ger G. P., Akchurina I. V. [et al.] Osnovnye lekarstvennye sredstva dlya koshek i sobak v Rossiiskoi veterinarnoi praktike [Essential medicines for cats and dogs in Russian Veterinary Practice]. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy, 2023, no. 2, pp. 109–123. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-2-109-123

The article was submitted 25.12.2024; approved after reviewing 03.02.2025; accepted for publication 07.02.2025.

About authors

Alina A. Parfenyuk
Postgraduate student, Krasnodar Scientific Centre for Zootechnics and Veterinary Medicine (1st Line St., Krasnodar 350055, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0009-0002-8622-4103, *alinaparphy@yandex.ru*

Evgeny P. Dolgov
Ph. D. (Veterinary), Senior Researcher at the Department of Pharmacology, Krasnodar Scientific Centre for Zootechnics and Veterinary Medicine (1st Line St., Krasnodar 350055, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2979-0782, *edolgov93@mail.ru*

Ksenia A. Zheleznyakova
Ph. D. (Economics), Senior Researcher at the Department of Pharmacology, Krasnodar Scientific Centre for Zootechnics and Veterinary Medicine (1 st Line St., Krasnodar 350055, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9407-0768, *ksenia.andreevna0708@gmail.com*

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619:618.19-002:636.2
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-46-52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭМБРИОТОКСИЧНОСТИ И ТЕРАТОГЕННОСТИ НОВОГО ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО МАСТИТА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А. С. Порфирьев

Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** Обеспечение продовольственной безопасности на территории Российской Федерации является актуальным вопросом современного агропромышленного комплекса. Выпуск качественных молочных продуктов напрямую зависит от соблюдения правил гигиены крупного рогатого скота и технологии машинного доения, нарушение которых ведут к снижению качества молока, что выражается в увеличении числа нежелательной микрофлоры и количества соматических клеток. ***Цель исследования*** – исследование эмбриотоксического и тератогенного действия нового пробиотического препарата на белых крысах линии Wistar. ***Материалы и методы.*** Рассматривается вопрос влияния нового пробиотического препарата на основе рода *Bacillus* на эмбриональное и постэмбриональное развитие плода на разных сроках беременности самок белых крыс линии Wistar. Новый пробиотический препарат – биопрепарат с противомаститным эффектом, разработан ФГБОУ ВО «Казанская ГАВМ» совместно с ООО «Фортерра». Эксперименты проводили в стандартных условиях вивария кафедры технологии животноводства и зоогигиены федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана» на клинически здоровых белых крысах живой массой тела 190–220 граммов, разделенных на опытную и контрольную группы по принципу аналогов. Новый пробиотический препарат исследовался каждый день в течение всей беременности крыс, в дозе 5000 мг/кг массы тела. ***Результаты исследований.*** Установлено, что инновационное пробиотическое средство на основе микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Bacillus amiloliquefaciens* не оказывает эмбриотоксического и тератогенного действия на организм опытных крыс и их потомство. Перорально вводимая доза 5000 мг/кг живой массы тела нового инновационного средства не оказывает токсического действия на организм беременных крыс линии Wistar и их эмбрионов и молодняка в эмбриональный и постэмбриональный периоды развития. ***Заключение.*** На основании полученных данных можно сказать, что новый пробиотический препарат отвечает требованиям биобезопасности использования лекарственных средств, применяемых для профилактики субклинического мастита крупного рогатого скота.

Ключевые слова: новый пробиотический препарат, эмбриотоксичность, тератогенность, субклинический мастит, биобезопасность, линейные крысы, крупный рогатый скот, молочная продукция, беременность, эмбриогенез

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Порфирьев А. С.* Определение параметров эмбриотоксичности и тератогенности нового пробиотического препарата для профилактики субклинического мастита крупного рогатого скота // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 46–52. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-46-52

DETERMINATION OF EMBRYOTOXICITY AND TERATOGENICITY PARAMETERS OF A NEW PROBIOTIC DRUG FOR THE PREVENTION OF SUBCLINICAL MASTITIS IN CATTLE

A. S. Porfiriev

Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, Kazan, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** Ensuring food security on the territory of the Russian Federation is an urgent issue of modern agro-industrial complex. Production of quality dairy products directly depends on compliance with the rules of cattle hygiene and machine milking technology, violation of which leads to a decrease in milk quality, which is expressed in an increase in the number of undesirable microflora and the number of somatic cells. ***The purpose*** of the study was to investigate the embryotoxic and teratogenic effect of a new probiotic preparation on white Wistar rats. ***Materials and methods***. The effect of a new probiotic preparation based on the genus Bacillus on the embryonic and postembryonic development of the fetus at different gestation periods of white Wistar rats is considered. The new probiotic preparation is a biopreparation with antimasatitis effect, developed by FSBEIU VO Kazan GAVM together with "Forterra" Ltd. The experiments were conducted in standard conditions of the vivarium of the Department of Animal Husbandry Technology and Animal Hygiene of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman", on clinically healthy white rats, live body weight 190–220 grams, divided into experimental and control groups according to the principle of analogs. The new probiotic preparation was investigated every day during the whole pregnancy of rats, at a dose of 5000 mg/kg body weight. ***The research results***. It was found that the innovative probiotic preparation based on microorganisms Bacillus subtilis and Bacillus amiloliquefaciens has no embryotoxic and teratogenic effect on the organism of experimental rats and their offspring. Orally administered dose of 5000 mg/kg body weight of a new innovative agent has no toxic effect on the organism of pregnant rats of Wistar line, their embryos and young animals in embryonic and postembryonic periods of development. ***Conclusion.*** Based on the obtained data, it can be said that the new probiotic preparation meets the biosafety requirements for the use of drugs used for the prevention of subclinical mastitis in cattle.

Key words: new probiotic preparation, embryotoxicity, teratogenicity, subclinical mastitis, biosafety, line rats, cattle, dairy products, pregnancy, embryogenesis

The author declares no conflict of interest.

For citation: *Porfiriev A. S.* Determination of embryotoxicity and teratogenicity parameters of a new probiotic drug for the prevention of subclinical mastitis in cattle. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2025, vol. 11, no. 1, pp. 46–52. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-46-52

Введение

Одной из наиболее значимых проблем является обеспечение продовольственной безопасности на территории Российской Федерации. В современном мире уделяется внимание продуктовой безопасности, которая связана с качеством молочной продукции. Развитие молочно-продуктового подкомплекса АПК является приоритетным направлением государственной агропродовольственной политики [1; 2].

Выпуск молока и продуктов его переработки напрямую зависит от соблюдения правил и технологии машинного доения, а также правильного подбора препаратов для обработки сосков вымени. Отсутствие ухода и несоблюдение правил гигиены становится причиной развития мастита крупного рогатого скота, снижения его резистентности и ухудшения качества молока. Инновационным способом решения проблемы является применение пробиотиков-микроорганизмов, которые восстанавливают нормальную микрофлору организма [6; 7; 9]. О пользе для здоровья пробиотиков свидетельствуют наличие устойчивого рынка разнообразных продуктов, содержащих живые бактерии, а также многочисленные публикации, подтверждающие с научной точки зрения механизмы пробиозиса – выгодного содружества животных организмов с определенными группами микроорганизмами [3; 4; 10].

Целью настоящего исследования стало исследование эмбриотоксического и тератогенного действия нового пробиотического препарата на белых крысах линии Wistar.

Материалы и методы

Новый пробиотический препарат представляет собой безвредный очиститель вымени, в составе которого имеются штаммы обычной сенной палочки Bacillus subtilis. Терапевтическое действие препарата начинается с момента нанесения на поверхность сосков и вытеснения патогенных микроорганизмов путем антагонизма. Защита обеспечивается за счет колонизации пробиотическими культурами, создавая определенное микробное сообщество на поверхности вымени и сосков.

Эксперименты по оценке эмбриотоксической и тератогенной активности инновационного пробиотического препарата проводили в условиях вивария кафедры технологии животноводства и зоогигиены на 20-ти клинически здоровых самоках белых крыс линии Wistar, живой массой тела 190–220 граммов, ранее не участвовавших в опытах, которые прошли двухнедельную адаптацию, и 4 самцов. К половозрелым самкам во время течки на сутки подсаживали самцов из расчета 1 самец на 5 самок. О наступлении беременности судили по обнаружению мужских половых клеток (спермиев) во влагалищных мазках у крыс. Для изучения эмбрио- и тератогенного действия в перинатальном и постнатальном периодах развития крыс было сформировано 2 группы (опытная и контрольная). Животные I группы служили биологическим контролем, где испытуемое средство заменяли дистиллированной водой. Новый пробиотический препарат в дозе, нелетальной для самок, установленной при определении субхронической токсичности, ежедневно с момента наступления беременности перорально задавался в дозе 5000 мг/кг массы тела в периоды эмбриогенеза (с 1-го по 7-й день), органогенеза (с 8-го по 14-й день) и плодного периода филогенеза (с 15-го по 21-й день беременности). Лабораторные животные находились в оптимальных по санитарно-гигиеническим нормам условиях, предусмотренных для содержания экспериментальных животных. Кормление подопытных крыс осуществляли полноценным кормлением. За время проведения эксперимента животные находились под постоянным контролем, учитывали общее состояние животных, производили осмотр гнезда на наличие крысят [5].

На 20-е сутки эксперимента была проведена патологоанатомическая некропсия для оценки эмбриотоксического действия препарата, оценивали количество, массу живых плодов, число особей разного пола, количество желтых тел в яичниках, число мест имплантации. Определяли предимплантационную смертность по разности между количеством желтых тел и количеством мест имплантации и высчитывали, какую долю в процентах (%) составляет от числа желтых тел. Для выведения постимплантационной смертности вычисляли разность между количеством мест имплантации и количеством живых плодов и определяли, какую долю в процентах (%) составляет от числа имплантации. Общую эмбриональную смертность высчитывали по разности между количеством желтых тел беременности и живых плодов, выраженную в процентах от числа желтых тел беременности.

Начиная со 2-го дня после рождения, осуществляли оценку тератогенного эффекта методом внешнего осмотра, регистрировали массу и кранио-каудальный размер плодов. При внешнем осмотре оценивали состояние органов зрения (глазное яблоко), головного мозга, лицевого черепа, конечностей, позвоночного столба и передней брюшной стенки.

После рождения была также проведена оценка постнатального развития крысят, где измеряли массу тела, время отлипания ушных раковин, прозрения и опушения.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel. Различия считали достоверными при уровне значимости $P<0{,}05$.

Результаты исследований

Результаты исследовании эмбриотоксического действия инновационного пробиотического препарата в опытных и контрольной группах оценивали, согласно методическим указаниям[1] [8].

Согласно табличным значениям, можно заключить, что в течение 19-суточного исследования эмбриотоксического действия инновационного пробиотического препарата на белых крысах в установленных дозах путем вскрытия матки показали, что исследуемое средство не оказало токсического действия на состояние органов половой системы, плаценты, плодных оболочек и эмбрионов. Репродуктивная система подопытных животных была на уровне физиологической номы и не отличалась от контрольной группы. Не было достоверной разницы в значениях пред- и постимплантационной смертности среди эмбрионов контрольной и опытных групп, а также общей эмбриональной смертности. Показатели предимплантационной смертности крысят опытной группы были чуть ниже по сравнению с контрольной группой и были выше постимплантационной гибели, однако эта тенденция сохранялась для всех групп животных.

[1] Методические указания по определению токсических свойств препарата, применяемых в ветеринарии и животноводстве/ Ветеринарные препараты: Справочник / Сост.: Л. П. Маланин и др.; под ред. А. Д. Третьякова. М. : Агропромиздат, 1988. С. 239–246.

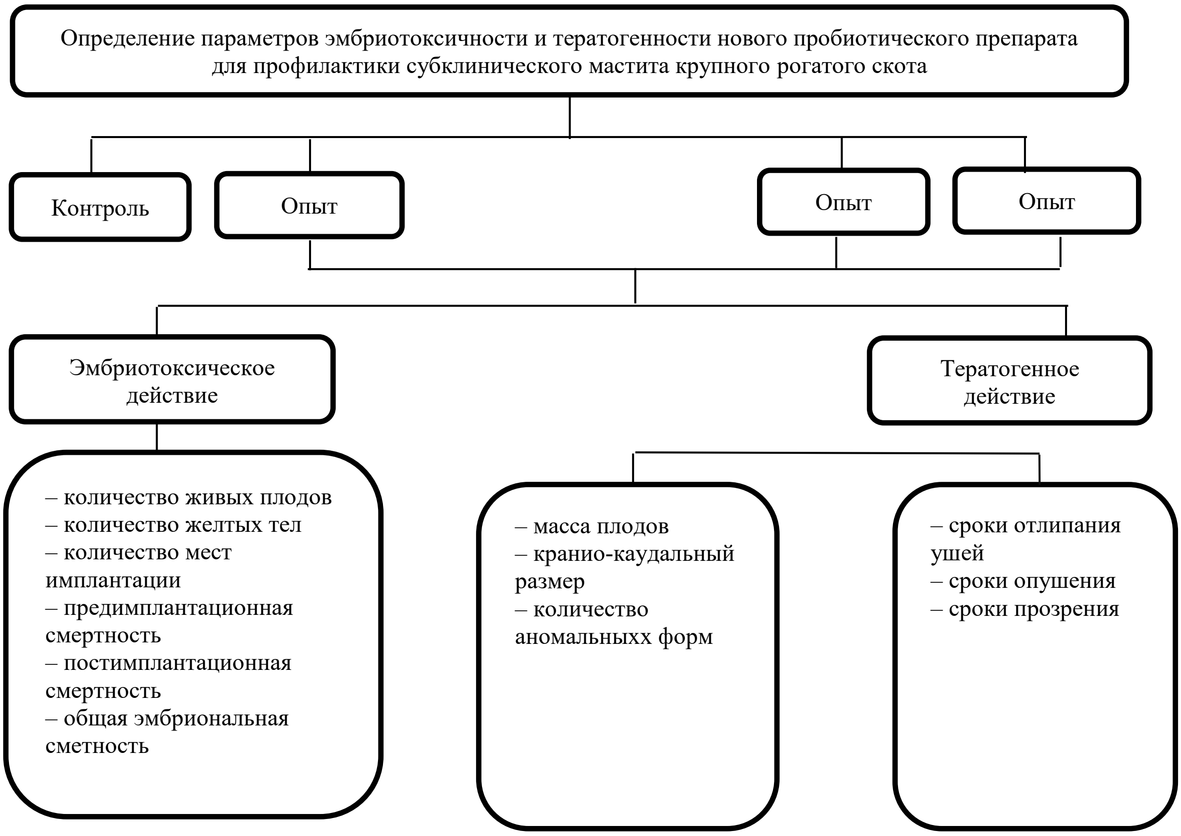


Рис. 1. Схема опыта / Fig. 1. Experiment scheme

Таблица 1 / Table 1

Изучение эмбриотоксического действия инновационного пробиотического препарата на беременных белых крысах линии Wistar / Study of embryotoxic effect of the innovative probiotic preparation on pregnant white rats of Wistar line.

Показатель / Indicator	**Группа животных / Animal group**	
	1 (контроль) / 1 (control)	**2 (опыт) / 2 (experience)**
Количество живых эмбрионов шт.	10,37±0,25	10,60±0,51
Количество погибших плодов, шт.	0	0
Количество желтых тел, шт.	12,4±0,81	12,5±0,75
Число мест имплантации, шт.	10,8±0,98	11,1±1,04
Предимплантационная смертность, %	12	11
Постимплантационная смертность, %	3,9	4,5
Масса эмбрионов, г	3.8±0,1	3,6±0,3
Размеры эмбрионов, г	3,2±0,1	3,1±0,1
Аномалии развития органов зрения, головного мозга, лицевого черепа, конечностей	отсутствуют	
Уродства	отсутствуют	
Общая эмбриональная смертность, %	15,9	15,7

При внешнем осмотре эмбрионы опытных групп ничем не отличались от контрольной. Визуально можно сказать, что у извлеченных плодов не выявлено врожденных пороков и признаков нарушения системы органов кровообращения в виде скопления сгустков крови и кровоизлияний. Отмечено не было достоверных различий, как по массе, так и по кранио-каудальным размерам эмбрионов. Аномалий развития органов зрения (анофтальмия, микрофтальмия), органов центральной нервной системы – головного мозга (экзенцефалия, мозговые грыжи, краниорахишизис), лицевого черепа (заячья губа, волчья пасть), конечностей, пальцев, позвоночного столба, хвоста, передней брюшной стенки отмечены не были.

В течение всего периода беременности состояние крыс были в пределах физиологической нормы. Было замечено, что период плодоношения у самок в обеих группах проходил без патологических отклонений. Предвестниками родов считались изменения в поведении, животное формирует гнездо из подстилочного материала, самки частично теряют интерес к корму и воде. Роды прошли в обеих группах без патологических осложнений. Признаков каннибализма отмечено не было. Следующим этапом исследования тератогенной активности инновационного пробиотического препарата было проведение исследовании по развитию крысят в постнатальный период, где регистрировали их клиническое состояние, двигательную активность, сроки отлипания ушных раковин, появление шерстного покрова, раскрытие глаз и прорезывание резцов. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

Влияние инновационного пробиотического препарата на развитие потомства крыс в постнатальный период / Effect of the innovative probiotic preparation on the development of rat offspring in the postnatal period

Показатель / Indicator	Группа животных / Animal group	
	1 (контроль) / 1 (control)	2 (опыт) / 2 (experience)
Количество рожденных крысят на самку, шт	8,0±0,3	9,1±01
Масса крысят при рождении, г	5,65±0,16	5,72±0,50
Количество мертворожденных крысят, шт	0	0
Сроки отлипания ушных раковин, сутки	6,3±0.25	6,5±0,34
Появление шерстного покрова, сутки	8,1±0,45	8,2±0,62
Сроки раскрытия органов зрения, сутки	9,0±0,6	9,2±0,55
Сроки прорезывания резцов, сутки	15,4±0,45	15,3±0,26

По результатам таблицы 2 можно заключить, что по развитию потомства крыс в постнатальный период в опытных и контрольных группах соответствовали физиологическим нормам. Данные по изучению тератогенного действия на организм крысят практически не отличались друг от друга и не имели достоверной разницы. Нами было отмечено рождение 8 крысят в контрольной и 9 в опытной группах. При внешнем осмотре можно сказать, что двигательная активность новорожденных животных не нарушена, патологии со стороны кожного покрова отмечены не были, целостность не нарушена, цвет, форма головы, конечностей, туловища соответствовали возрастным и видовым особенностям. Начиная с 8-го дня после рождения, появляется шерстный покров, на 6-е сутки отлипают уши, на 9-е сутки начинают функционировать органы зрительного анализатора. У животных в подсосный период реализуется поза стояния, крысята начинают активно передвигаться по гнезду.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенного эксперимента по изучению эмбриотоксических и тератогенных свойств нового пробиотического препарата было установлено, что перорально вводимая доза 5000,0 мг/кг живой массы тела не оказывает токсического действия на организм беременных крыс линии Wistar, их эмбрионов и молодняка в эмбриональный и постэмбриональный периоды развития.

1. Влияние кормовых добавок агроминералов на основе сапропеля на метаболизм, количественные и качественные показатели животноводческой продукции: монография / Р. Н. Файзрахманов, А. М. Ежкова [и др.]. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. 256 с. URL: https://www.elibrary.ru/xikkju (дата обращения: 28.08.2024).

2. Карпова Е. В., Азатян Л. А. Анализ показателей производства молока в аспекте обеспечения продовольственной и экономической безопасности // Сборник трудов, приуроченных к 76-й Всероссийской студенческой научно-практической конференции, посвященной 155-летию со дня рождения В. П. Горячкина. 2023. С. 235. URL: https://www.timacad.ru/uploads/files/20240212/1707739266_sbornik-76.pdf#page=235 (дата обращения: 15.08.2024).

3. Хамидова З. Д., Сорокина Ю. В. Пробиотики в биотехнологии // Студенческий вестник. 2021. № 6-2 (151). С. 76–78. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44827673 (дата обращения: 10.08.2024).

4. Влияние пребиотиков на ветеринарно-санитарную оценку мяса индеек / С. Ю. Смоленцев, А. Х. Волков [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 1. С. 44–52. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-44-52

5. Шарипова Д. М., Файзрахманов Р. Н. Изучение эмбриотоксических и тератогенных свойств комплексной кормовой добавки на основе минерала и пробиотических микроорганизмов // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференци (г. Курган, 20 января 2022 г.). Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2022. С. 308–311. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48208706 (дата обращения: 12.08.2024).

6. Использование пробиотиков для повышения продуктивных качеств сельскохозяйственных животных / И. Н. Сычева, Е. В. Казакова [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. Т. 2. С. 66. URL: https://yaragrovuz.ru/images/Vestnik_APK/2024662/46-53.pdf (дата обращения: 15.08.2024).

7. Влияние минерально-пробиотических концентратов на молочную продуктивность крупного рогатого скота / И. Т. Вафин, А. Х. Волков, Г. Р. Юсупова [и др.] // Современные проблемы пищевой безопасности : материалы международной научной конференции (г. Санкт-Петербург, 22–23 октября 2020 г.). Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины. 2020. С. 6–10. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59985336 (дата обращения: 20.08.2024).

8. Шарипова Д. М., Файзрахманов Р. Н. Изучение эмбриотоксических и тератогенных свойств комплексной кормовой добавки на основе минерала и пробиотических микроорганизмов // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (г. Курган, 20 января 2022 г.). Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2022. С. 308–311. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=uvgywa&ysclid=m8scyxzdco452559326 (дата обращения: 20.08.2024).

9. Иванов Н. Г., Димитриева А. И., Никитина А. П. Пробиотики в ветеринарии // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации : материалы II Международной научно-практической конференции (г. Чебоксары, 10 февраля 2023 г.). Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет. 2023. С. 264–266. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50487541&ysclid=m7lk8139ho626808931 (дата обращения: 20.08.2024)

10. Инновационные синбиотики для сельскохозяйственных животных и птицы / Л. А. Неминущая, И. В. Павленко [и др.] // Ветеринарный врач. 2023. № 1. С. 42–50. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-sinbiotiki-dlya-selskohozyaystvennyh-zhivotnyh-i-ptitsy (дата обращения: 02.09.2024).

Статья поступила в редакцию 22.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 02.12.2024 г.; принята к публикации 09.12.2024 г.

Об авторе

Порфирьев Артур Сергеевич
аспирант кафедры технологии животноводства и зоогигиены, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), *artur.por99@mail.ru*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Fajzrahmanov R. N., Ezhkova A. M. [et al.] Vliyanie kormovykh dobavok agromineralov na osnove sapropelya na metabolizm, kolichestvennye i kachestvennye pokazateli zhivotnovodcheskoi produktsii: monografiya [Influence of sapropel-based agrominerals feed additives on metabolism, quantitative and qualitative indicators of livestock products: monograph]. Kazan, Kazan National Research Technological University, 2020, 256 p. Available at: https://www.elibrary.ru/xikkju (accessed 28.08.2024). (In Russ.).

2. Karpova E. V., Azatyan L. A. Analiz pokazatelei proizvodstva moloka v aspekte obespecheniya prodovol'stvennoi i ekonomicheskoi bezopasnosti [Analysing milk production indicators in the context of food and economic security]. *Sbornik trudov, priurochennykh k 76-i Vserossiiskoi studencheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 155-letiyu so dnya rozhdeniya V. P. Goryachkina* = Proceedings of the 76th All-Russian Student Scientific and Practical Conference dedicated to the 155th anniversary of the birth of V. P. Goryachkin, 2023, p. 235. Available at: https://www.timacad.ru/uploads/files/20240212/1707739266_sbornik-76.pdf#page=235 (accessed 15.08.2024). (In Russ.).

3. Hamidova Z. D., Sorokina Yu. V. Probiotiki v biotekhnologii [Probiotics in biotechnology]. *Studencheskii vestnik* = Student Bulletin, 2021, no. 6-2 (151), pp. 76–78. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44827673 (accessed 10.08.2024). (In Russ.).

4. Smolentsev S. Yu., Volkov A. H. [et al.] Vliyanie prebiotikov na veterinarno-sanitarnuyu otsenku myasa indeek [The effect of probiotics on the veterinary and sanitary assessment of turkey meat]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya “Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki”* = Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”, 2024, vol. 10, no. 1, pp. 44–52. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-44-52

5. Sharipova D. M., Fajzrahmanov R. N. Izuchenie embriotoksicheskikh i teratogennykh svoistv kompleksnoi kormovoi dobavki na osnove minerala i probioticheskikh mikroorganizmov [Study of embryotoxic and teratogenic properties of complex feed additive based on mineral and probiotic microorganisms]. *Innovatsii i sovremennye tekhnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaistvennoi produktsii: sbornik statei po materialam Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Innovations and modern technologies in production and processing of agricultural products: collection of articles on the materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference, Kurgan, 20 January 2022, Kurgan, Kurgan State Agricultural Academy n.a. T. T. Gubkin, 2022, pp. 308–311. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48208706 (accessed 12.08.2024). (In Russ.).

6. Sycheva I. N., Kazakova E. V. [et al.] Ispol'zovanie probiotikov dlya povysheniya produktivnykh kachestv sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh [Use of probiotics to increase the productive qualities of farm animals]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Herald of Agroindustrial Complex of Upper Volga Region, 2024, vol. 2, p. 66. Available at: https://yaragrovuz.ru/images/Vestnik_APK/2024662/46-53.pdf (accessed 15.08.2024). (In Russ.).

7. Vafin I. T., Volkov A. Kh. [et al.] Vliyanie mineral'no-probioticheskikh kontsentratov na molochnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota [Influence of mineral and probiotic concentrates on dairy productivity of large cattle]. *Sovremennye problemy pishchevoi bezopasnosti : materialy mezhdunarodnoi nauchnoi kon-ferentsii* = Innovative approaches in increasing the productivity of farm animals in modern conditions of industrial production: Scientific Proceedings of the All-Russian (national) scientific-practical conference, Kazan, 02 March 2023. Kazan, Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine, 2020. pp. 6–10. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59985336 (accessed 20.08.2024). (In Russ.).

8. Sharipova D. M., Faizrahmanov R. N. Izuchenie embriotoksicheskikh i teratogennykh svoistv kompleksnoi kormovoi dobavki na osnove minerala i probioticheskikh mikroorganizmov [Study of embryotoxic and teratogenic properties of complex feed additive based on mineral and probiotic microorganisms]. *Innovatsii i sovremennye tekhnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaistvennoi produktsii : sbornik statei po materialam Vserossiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products : a collection of articles on the materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference, Kurgan, January 20, 2022, Kurgan, Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, 2022, pp. 308–311. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=uvgywa&ysclid=m8scyxzdco452559326 (accessed 20.08.2024). (In Russ.).

9. Ivanov N. G., Dimitrieva A. I., Nikitina A. P. Probiotiki v veterinarii [Probiotics in veterinary medicine]. *Perspektivnye tekhnologii i innovatsii v APK v usloviyakh tsifrovizatsii : materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Perspective technologies and innovations in agro-industrial complex in the conditions of digitalisation : proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Cheboksary, 10 February 2023. Cheboksary, Chuvash State Agrarian University, 2023, pp. 264–266. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50487541&ysclid=m7lk8139ho626808931 (accessed 20.08.2024). (In Russ.).

10. Neminashcha L. A., Pavlenko I. V. [et al.] Innovatsionnye sinbiotiki dlya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i ptitsy [Innovative synbiotics for farm animals and poultry]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2023, no. 1, pp. 42–50. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-sinbiotiki-dlya-selskohozyaystvennyh-zhivotnyh-i-ptitsy (accessed 02.09.2024). (In Russ.).

The article was submitted 22.10.2024; approved after reviewing 02.12.2024; accepted for publication 09.12.2024.

About the author

Artur S. Porfiriev
Postgraduate student of the epartment of Animal Production Technology and Animal Hygiene, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), *artur.por99@mail.ru*

The author has read and approved the final manuscript

УДК 619:615.9:636.5
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-53-58

ЭМБРИОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО БИОПРЕПАРАТА «МЕЛАССА» В ОПЫТАХ НА БЕЛЫХ КРЫСАХ

Р. М. Потехина

Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** Эффективность развития животноводства в основном зависит от максимального сохранения и выращивания здорового и продуктивного молодняка. В структуре патологий молодняка животных желудочно-кишечные болезни занимают одно из ведущих мест по частоте, массовости проявления обуславливают значительную гибель нарождающегося молодняка, снижают показатели продуктивности и тем самым наносят хозяйствам ощутимый экономический ущерб. В статье представлены результаты эмбриотоксического действия биопрепарата «Меласса» в опытах на белых крысах для телят. ***Целью исследования*** явилось изучение эмбриотоксического действия биопрепарата «Меласса» в опытах на белых крысах для телят крупного рогатого скота. ***Материалы и методы.*** Исследования эмбриотоксического действия проводили на 18 самках белых крыс массой тела 200–220 г. Животных, участвующих в эксперименте, разделили на 3 группы, по 6 крыс в каждой. Каждую группу крыс разделили на 2 подгруппы, по 3 – в контрольной и 3 – в опытной. Вечером самок подсаживали к самцам, а утром следующего дня исследовали мазок из их влагалища. День обнаружения спермиев в мазке у крыс учитывали за основной момент овуляции животных. ***Результаты исследований.*** В ходе наблюдения и исследования эмбриотоксичности биопрепарата «Меласса» за весь двадцатисуточный период у белых крыс средняя масса эмбрионов контрольной группы составила 2,38±0,01 г., в опытной группе – 2,40±0,01 г., что существенно не отличалась по массе. В течение всего опытного периода наблюдения установлено, что клиническое состояние животных, получавших биопрепарат «Меласса», отрицательно не влияет на репродуктивную функцию и развитие эмбрионов.

Ключевые слова: эмбриотоксичность, белые крысы, лабораторные животные, биопрепарат «Меласса», эвтаназия

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Потехина Р. М.* Эмбриотоксическое действие композиционного биопрепарата «Меласса» в опытах на белых крысах // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 53–58. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-53-58

EMBRYOTOXIC EFFECTS OF A COMPOSITE BIOLOGICAL PRODUCT IN EXPERIMENTS ON WHITE RATS

R. M. Potekhina

Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation

Annotation. ***Introduction.*** The effectiveness of animal husbandry development mainly depends on the maximum preservation and cultivation of healthy and productive young animals. In the structure of pathologies of young animals, gastrointestinal diseases occupy one of the leading places in terms of frequency, mass manifestations cause significant death of nascent young animals, reduce productivity and thereby cause significant economic damage to farms. The article presents the results of the embryotoxic effect of the biological product "Molasses" in experiments on white rats for calves. **The aim of the study** was to study the embryotoxic effect of the biological product "Molasses" in experiments on white rats for cattle calves. ***Materials and methods***. Studies of the embryotoxic effect were carried out on 18 female white rats weighing 200–220 g. The animals participating in the experiment were divided into 3 groups, 6 rats each. Each group of rats was divided into 2 subgroups, 3 in the control group and 3 in the experimental group. In the evening, the females were placed next to the males, and in the morning of the next day, a swab from their vagina was examined. The day of detection of sperm in the smear in rats was taken into account for the main moment of ovulation of the animals. ***Research results.*** During the observation and study of the embryotoxicity of the Molasses biopreparation for the entire twenty-day period in white rats, the average embryo weight of the control group was 2.38±0.01 g. in the experimental group, 2.40±0.01 g. that did not differ significantly in weight. During the entire experimental observation period, it was found that the clinical condition of animals treated with the Molasses biopreparation did not negatively affect the reproductive function and development of embryos.

Key words: embryotoxicity, white rats, laboratory animals, biological product "Molasses"

The author declares no conflict of interest.

For citation: *Potekhina R. M.* Embryotoxic effects of a composite biological product in experiments on white rats. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2025, vol. 11, no. 1, pp. 53–58. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-53-58

Введение

Развитие животноводства в целом зависит от сохранения и выращивания здорового продуктивного молодняка. Устойчивое животноводство – это эффективное выращивание скота с положительными (или нейтральными) социально-экономическими и экологическими результатами. Они могут быть достигнуты в рамках экстенсивных, интенсивных или полуинтенсивных производственных систем в зависимости от наличия ресурсов, агроклиматических условий и производственных целей [1–4].

Рациональное применение биопрепаратов, лекарственных средств и кормов или питательных веществ является эффективным средством повышения устойчивости к желудочно-кишечным заболеваниям, поскольку оно может во многих отношениях повысить продуктивность животных и помочь смягчить воздействие животноводства на окружающую среду [5–10].

Источниками возбудителя кишечных инфекций являются больные и переболевшие животные, а также матери-носители патогенных бактерий возбудителей. Вирулентность возбудителей повышается при многократных пассажах их через ослабленных восприимчивых животных.

В связи с этим цель лабораторного эксперимента заключалась в изучении эмбриотоксического действия биопрепарата «Меласса» (в составе которого содержится мицелиальный гриб *Fusarium sambucinum*, *Trichoderma reesei* и бактерии *Lactobacillus paracasei.*) для профилактики диареи телят.

Материалы и методы

Композиционный биопрепарат «Меласса» получали путем предварительного механического смешивания компонентов инокулятов ферментированного зерна пшеницы и мицелиальных грибов *F. sambucinum* и *Trichoderma reesei* и биомассы бактерий *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei*, в концентрации 10^8 КОЕ/мл, (дополнительно добавляя мелассу свекловичную, хлорид натрия и цеолит порошок). Состав биопрепарата представлен в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Составные компоненты биопрепарата «Меласса» / Constituents of the biopreparation "Melassa"

Наименование компонентов / Name of components	Гр / % / Gr / %
Зерновой субстрат мицелиального гриба *Fusarium sambucinum*	30,0
Зерновой субстрат мицелиального гриба *Trichoderma reesei*	12,0
Lactobacillus paracasei subsp. 10^9 КОЕ/мл.	6,0
Меласса свекловичная	28,0
Хлорид натрия	4,0
Цеолит порошок	остальное

Проведение исследования эмбриотоксического действия биопрепарата «Меласса» проводили (в опытах на самках крыс) согласно «Методическим указаниям, по токсикологической оценке, химических веществ и фармакологических препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве». Для осеменения самок крыс животных помещали в клетку к самцу в вечернее время, а утром на следующий день брали мазки из влагалища для исследования в трех проворностях. День обнаружения сперматозоидов в мазке крыс засчитывали как первый день беременности. В первый же день беременности самкам крыс задавали биопрепарат «Меласса» для определения токсичности эмбрионов. Экспериментальные группы лабораторных животных получали биопрепарат «Меласса» внутрижелудочно в дозе 0,5 мл/кг в течение всего опытного периода, а контрольная группа дистиллированную воду в том же количестве. Животные всех подгрупп содержалась отдельно друг от друга в изолированных клетках, и получали стандартный рацион питания. Для определения эмбриотоксического действия биосредства «Меласса» провели убой трех самок на двенадцатый день беременности (период имплантации) и высчитывали количество желтых тел, наличие плодов, их расположение в рогах матки.

Результаты

Определение эмбриотоксического действия биопрепарата изучали путем эвтаназии самок крыс в первых двух групп и подсчетом в матке живых и мертвых зародышей, а в яичнике желтых тел. Эвтаназию первой группы проводили на двенадцатый день беременности, а вторую группу на двадцатый день. Зародыши и плаценты крысят взвешивали, осматривали их на наличие кровоизлияний, аномалий. Определяли краниокаудальные размеры плодов

Результаты изучения развития эмбрионов крыс, эвтазированных на 12-й день беременности, представлены в таблице 2.

Таблица 2 / Table 2

Показатели эмбриогенеза у крыс, эвтазированных на 12-й день беременности, представлены в таблице / Indicators of embryogenesis in rats euthasised on day 12 of gestation are presented in the Table

Показатели (средний показатель) / Indicators (average)	Группа животных / Animal group	
	Контрольная / Control	Опытная / Experienced
Количество самок	3	3
Общая доза биопрепарата «Меласса» мг/кг	-	8000
Количество желтых тел	7,0±0,03	6,9±0,05
Количество эмбрионов, всего живых на 1 самку	21 21 7	18 18 6
Масса эмбрионов, г	1,59±0,09	1,55±0,06
Длина эмбрионов, см	1,5±0,02	1,5±0,02
Ширина эмбрионов, см	0,54±0,01	0,54±0,01
Вес плаценты, мг	250,5±8,96	249±2,77

Результаты исследований показали, что применение биопрепарата «Меласса» беременным лабораторным животным не оказало отрицательного воздействия на их клиническое состояние и эмбриогенез. Некоторые различия в средней массе, ширине и длине плодов, а также в весе плаценты и количестве желтых тел в яичнике среди опытных и контрольных групп были не достоверны. Опыт показал, что применение биопрепарата «Меласса» не оказывал отрицательного действия на развитие эмбрионов белых крыс. Результаты исследования зародышей крыс на двадцатый день беременности представлены в таблице 3.

Лабораторные исследования показали, что введение биопрепарата «Меласса» беременным животным не оказывало отрицательного воздействия на их клиническое состояние и развитие плода.

У третьей группы контрольных животных на 22 день беременности наступали роды. Результаты исследования представлены в таблице 4.

Таблица 3 / Table 3

Показатели развития плодов у крыс, умерщвленных на 20-й день беременности / Fetal development indicators in rats killed on day 20 of gestation

Показатели (средний показатель) / Indicators (average)	Группа животных / Animal group	
	Контрольная / Control	Опытная / Experienced
Количество самок	3	3
Общая доза биопрепарата «Меласса» мг/кг	–	9250
Количество желтых тел	6,1±0,09	7,2±0,03
Количество эмбрионов, всего живых на 1 самку	16 16 5,33±0,55	18 18 6±0,29
Масса эмбрионов, г	2,38±0,01	2,40±0,02
Длина эмбрионов, см	2,96±0,04	2,97±0,01
Ширина эмбрионов, см	1,32±0,01	1,34±0,01
Вес плаценты, мг	499±6,94	508±3,29

Таблица 4 / Table 4

Результаты обследования подопытных крыс и их крысят / Results of examination of experimental rats and their rats

Показатель (средний показатель) / Indicators (average)	Группа животных / Animal group	
	Контрольная / Control	Опытная / Experienced
Количество самок	3	3
Продолжительность беременности	21–22	21–22
Количество крысят, всего живых на 1 самку	23 23 7,66±0,50	22 22 7,33±0,06
Масса крысят, г	5,84±0,22	6,04±0,14
Длина крысят, см	5,78±0,18	5,91±0,11
Ширина крысят, см	1,33±0,28	1,5±0,03
Отлипание ушей, дни	2–3	2–3
Открывание глаз, дни	15–17	14–17
Сохранность к 20-му дню, %	100	100

Проведенные исследования показали, что потомство крыс, как в опытной, так и в контрольной группе отличий в развитии не имело. В течение двадцати дней постнатального развития сохранность приплода была 100 %.

Заключение

Таким образом, обобщенный лабораторный анализ показал, что биопрепарат «Меласса» не оказывает негативного воздействия на общее клиническое состояние белых крыс. Полученные результаты у лабораторных животных (вес, длина и ширина) в опытных и контрольных группах на 12-й и 20-й дни внутриутробного развития и в первые дни рождения, существенно не отличались. При визуальном осмотре (половых органов) видимых отличий не обнаружено. После родов кормление и уход за потомством самками белых крыс в обеих группах (опытной и контрольной) был одинаковым. Потомство всех групп развивалось без видимых изменений, и сохранность приплода в течение 20-ти дней была 100 %.

1. Грибы рода Aspergillus – возбудители болезней животных и птиц : монография / Р. М. Потехина, Е. Ю. Тарасова [и др.]. Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2020. 121 с. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44896529 (дата обращения: 11.12.2024).

2. Towards potential antifungal agents: synthesis, supramolecular self-assembly and in vitro activity of azole mono- , sesqui- and diterpenoids / A. Akhmedov, R. Gamirov [et al.] // Organic & Biomolecular Chemistry. 2023. Vol. 21. No. 23. Pp. 4863–4873. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=53959743 (дата обращения: 11.12.2024).

3. Случай микоза птиц, вызванный токсигенным изолятом Fusarium proliferatum / Р. М. Потехина, Л. Е. Матросова [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5. № 3 (19). С. 316–322. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-322-328 (дата обращения: 11.12.2024).

4. Загрязненность продовольственного сырья грибом Aspergillus fumigatus / Э. И. Семёнов, С. Р. Габдуллина [и др.] // Успехи медицинской микологии. 2016. № 16. С. 225–227. URL: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/34824/SemyonoveiEI.pdf?sequence-1 (дата обращения: 11.12.2024)

5. Определение хронической токсичности профилактического средства «Цеапитокс» / К. В. Перфилова Э. И. Семенов [и др.] // Ветеринарный врач. 2021. № 4. С. 50–57. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=47302478 (дата обращения: 04.04.2024).

6. Экспериментальный сочетанный микотоксикоз свиней на фоне инфекционной нагрузки / Э. И. Семенов, Л. Е. Матросова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57. № 2. С. 371–383. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48453663&ysclid=m20ee71lll509894434 (дата обращения: 11.12.2024).

7. Микофлора кормов в районах Республики Татарстан / О. К. Ермолаева, С. А. Танасева [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2020. Т. 243. № 3. С. 84–87. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43937310 (дата обращения: 11.12.2024).

8. Исследование острой токсичности искусственного сухого молозива / П. В. Быкова, Р. Р. Мусин [и др.] // Современные проблемы экспериментальной и клинической токсикологии, фармакологии и экологии : сб. тезисов докладов Международной научно-практической конференции (г. Казань, 09–10 сентября 2021 г.). Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2021. С. 93–95. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=48025766 (дата обращения: 04.04.2024).

9. Роль сапрофитных и условно-патогенных микроорганизмов в возникновении и распространении оппортунистических инфекций крупного рогатого скота / Д. А. Хузин, С. А. Юсупов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 252. № 4. С. 267–272. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49843434 (дата обращения: 11.12.2024).

10. Изучение антимикробной активности новых дезинфицирующих средств из группы четвертичных аммониевых соединений / Ф. М. Нехайчик, Д. Н. Мингалеев [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2020. Т. 244. № 4. С. 134–138. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44300648 (дата обращения: 11.12.2024).

Статья поступила в редакцию 26.12.2024 г.; одобрена после рецензирования 24.01.2025 г.; принята к публикации 11.02.2025 г.

Об авторах

Потехина Рамзия Мухаметовна
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория ветеринарной санитарии, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный город, д. 2), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9056-5798, *ramziyap@yandex.ru*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Potekhina R. M., Tarasova E. Yu. [et al.] Griby roda Aspergillus – vozbuditeli boleznei zhivotnykh i ptits [Fungi of the genus *Aspergillus* – pathogens of diseases of animals and birds]. Kazan, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 2020, 121 p. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=44896529 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

2. Akhmedov A., Gamirov R. [et al.] Towards potential antifungal agents: synthesis, supramolecular self-assembly and in vitro activity of azole mono- , sesqui- and diterpenoids. *Organic & Biomolecular Chemistry*, 2023, vol. 21, no. 23, pp. 4863–4873. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=53959743 (accessed 11.12.2024). (In Eng.).

3. Tarasova E. Yu., Semenov E. I. [et al.] Sluchai mikoza ptits, vyzvannyi toksigennym izolyatom Fusarium proliferatum [Search for effective T-2 toxin adsorbents]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2019, vol. 5, no. 3, pp. 316–322. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-322-328

4. Semonov E. I., Gabdullina S. R. [et al.] Zagryaznennost' prodovol'stvennogo syr'ya gribom Aspergillus fumigatus [Contamination of food raw materials with Aspergillus fumigatus]. *Uspekhi meditsinskoi mikologii* = Advances in Medical Mycology, 2016, no. 16, pp. 225–227. Available at: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/34824/SemyonoveiEI.pdf?sequence-1 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

5. Perfilova K. V., Semenov E. I. [et al.] Opredelenie khronicheskoi toksichnosti profilakticheskogo sredstva “Tseapitoks” [Determination of the chronic toxicity of the preventive agent “Zeapitox”]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2021, no. 4, pp. 50–57. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47302478 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

6. Semenov E. I., Matrosova L. E. [et al.] Eksperimental'nyi sochetannyi mikotoksikoz svinei na fone infektsionnoi nagruzki [Experimental combined mycotoxicosis in pigs as affected by infection load]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* = Agricultural Biology, 2022, vol. 57, no. 2, pp. 371–383. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48453663&ysclid=m20ee71ll l509894434 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

7. Ermolaeva O. K., Tanaseva S. A. [et al.] Mikoflora kormov v raionakh Respubliki Tatarstan [Mykoflora of feed in the areas of the Republic of Tatarstan]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2020, vol. 243, no. 3, pp. 84–87. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43937310 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

8. Bykova P. V., Musin R. R. [et al.] Issledovanie ostroi toksichnosti iskusstvennogo sukhogo moloziva [Acute toxicity study of artificial dried colostrum]. *Sovremennye pro-blemy eksperimental'noi i klinicheskoi toksikologii, farmakologii i ekologii : sb. tezisov dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Modern problems of experimental and clinical toxicology, pharmacology and ecology: materials of the International scientific and practical conference, Kazan, September 09–10, 2021, Kazan, Publ. house of the Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 2021, pp. 93–95. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=48025766 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

9. Khuzin D. A., Yusupov S. A. [et al.] Rol' saprofitnykh i uslovno-patogennykh mikroorganizmov v vozniknovenii i rasprostranenii opportunisticheskikh infek-tsii krupnogo rogatogo skota [The role of saprophytic and conditionally pathogenic microorganisms in the occurrence and spread of opportunistic infections of cattle]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2022, vol. 252, no. 4, pp. 267–272. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49843434 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

10. Nekhaychik F. M., Mingaleev D. N. [et al.] Izuchenie antimikrobnoi aktivnosti novykh dezinfitsiruyushchikh sredstv iz gruppy chetvertichnykh ammonievykh soedinenii [Study of antimicrobial activity of new disinfectants from the group of quaternary ammonium compounds]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2021, vol. 247, no. 4, pp. 134–138. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=44300648 (accessed 11.12.2024). (In Russ.).

The article was submitted 26.12.2024; approved after reviewing 24.01.2025; accepted for publication 11.02.2025.

About the author

Ramzia M. Potekhina
Ph. D. (Biology), Leading Researcher of the Laboratory of Veterinary Sanitation, Federal Center for Toxicological, Radiation, and Biological Safety (2-Nauchny Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9056-5798, *ramziyap@yandex.ru*

The author has read and approved the final manuscript

УДК 636.74:612.172.4
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-59-65

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСЬЮ СЕРДЦА У СОБАК

Н. Н. Рощупкин

Ижевская городская станция по борьбе с болезнями животных, г. Ижевск, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** На параметры показателей ЭКГ у собак оказывает влияние размер их тела, который определяется породой этих животных. Точных исследований в доступной научной литературе, где приводился бы анализ количественных данных зависимости показателей ЭКГ от конкретных промеров тела собак, не отмечено, подобная информация позволила бы более точно диагностировать патологии сердца. ***Цель*:** проанализировать зависимость между положением электрической оси сердца (ЭОС), абсолютными показателями промеров тела и экстерьерными индексами. ***Материалы и методы.*** Исследование проведено на базе кафедры анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», кинологического питомника МВД Удмуртской Республики, ИГОО Кинологический центр «Оружейный Град», УРОО Клуб Любителей Собак «Восток» в г. Ижевске (Удмуртская республика). Было обследовано 73 клинически здоровых собак породы немецкая овчарка, ротвейлер, далматин, московская сторожевая. 7 животных принадлежали питомнику МВД, остальные собаки – частным владельцам. Используемые методы: электрокардиография, снятие конституциональных промеров. У исследуемых собак снимали конституциональные промеры, высчитывали экстрерьерные индексы и записывали ЭКГ-сигнал. ***Результаты исследования, обсуждения.*** Результаты исследования позволили установить, что данные положения ЭОС не зависят от индекса массивности, растянутости, костистости и высоконогости, а также от абсолютных показателей конституциональных промеров. Однако удалось выявить линейную отрицательную корреляцию между грудным индексом и положением электрической оси сердца (ЭОС) собак пород немецкая овчарка и ротвейлер. ***Заключение.*** Выявленную зависимость между показателями ЭОС и грудным индексом необходимо учитывать при интерпретации данных ЭКГ от собак указанных пород.

Ключевые слова: немецкая овчарка, ротвейлер, электрокардиограмма, электрическая ось сердца, промеры, зависимость

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Рощупкин Н. Н.* Количественный анализ взаимосвязи экстерьерных характеристик с электрической осью сердца у собак // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 59–65. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-59-65

QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP OF EXTERIOR CHARACTERISTICS WITH THE ELECTRIC AXIS OF THE HEART IN DOGS

N. N. Roshchupkin

Izhevsk City Animal Disease Control Station, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** The parameters of ECG indicators in dogs are influenced by the size of their body, which is determined by the breed of these animals. Accurate studies in the available scientific literature, which would provide an analysis of quantitative data on the dependence of ECG indicators on specific measurements of the body of dogs, were not noted, such information would allow for more accurate diagnosis of heart pathology. ***Purpose*:** to analyze the relationship between the position of the electrical axis of the heart, the absolute values of body measurements and exterior indexes. ***Materials and methods.*** The study was conducted on the basis of the Department of Anatomy and Physiology of the Udmurt State Agrarian University, the kennel of the Ministry of Internal Affairs of the Udmurt Republic, Cynological Center “Armory City”, Dog Lovers Club “Vostok” in Izhevsk (Udmurt Republic). 73 clinically healthy dogs of the German Shepherd, Rottweiler, Dalmatian, and Moscow Watchdog breeds were examined. 7 animals belonged to the kennel of the Ministry of Internal Affairs, the rest of the dogs belonged to private owners. Methods used: electrocardiography, taking constitutional measurements. Constitutional measurements were taken in the studied dogs, exterior indices were calculated and an ECG signal was recorded. ***Results, discussion.*** The results of the study allowed us to establish that these positions of the electrical axis of the heart do not depend on the index of massiveness, elongation, bony and high-legged, as well as on the absolute indicators of constitutional measurements. However, it was possible to identify a linear negative correlation between the thoracic index and the position of the electrical axis of the heart of German Shepherd and Rottweiler dogs. ***Conclusion*****:** the revealed dependence between the electrical axis of the heart indicators and the chest index should be taken into account when interpreting ECG data from dogs of these breeds.

Key words: German Shepherd, Rottweiler, electrocardiogram, electric axis of the heart, measurements, interrelation

The author declares no conflict of interest.

For citation: *Roshchupkin N. N.* Quantitative analysis of the relationship of exterior characteristics with the electric axis of the heart in dogs. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2025, vol. 11, no. 1, pp. 59–65. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-59-65

Введение

В доступной научной литературе отмечается, что параметры ЭКГ, особенно положение электрической оси сердца, зависят от породных особенностей собак, которые в основном определяются анатомическими особенностями их тела[1,2] [1; 2–5]. Однако точных исследований с анализом количественных данных зависимости показателей ЭКГ от конкретных промеров тела в доступной литературе не отмечено. Подобные сведения могут быть полезны для их интеграции в анализирующие модели, оценивающие риск сердечных заболеваний у собак.

В связи с этим **целью** исследования стал анализ зависимости между положением электрической оси сердца (ЭОС), абсолютными показателями промеров тела и экстерьерными индексами. Исходя из цели были поставлены задачи:

1. Сравнить положение ЭОС с абсолютными показателями промеров тела собак различных пород;
2. Сравнить положение ЭОС собак различных пород с их экстерьерными индексами;
3. Проанализировать полученные результаты.

Материалы и методы исследований

Исследование было проведено с июля 2022 года по март 2024 года на базе кафедры анатомии и физиологии ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет», кинологического питомника МВД Удмуртской Республики, ИГОО «Кинологический центр» Оружейный Град» и УРОО Клуб Любителей Собак «Восток». Породный состав исследуемых животных представлен в таблице 1.

Возраст исследуемых животных колебался от 1,5 до 11 лет. Семь собак породы немецкая овчарка содержались в условиях питомника ведомственных органов, остальные собаки жили в домашних условиях. С помощью электрокардиографа «Поли-Спектр-8/В» с параллельной записью кардиосигнала от основных, усиленных и грудных (V2, rV2, V4 и V10) отведений проводилось обследование животных. Для установления связи между показателями ЭКГ и биометрическими данными у собак измерялись параметры тела, указанные в таблице 2.

Таблица 1 / Table 1

Породы и количество обследуемых собак / Breeds and number of examined dogs.

Порода / Breed	Количество животных / Number of animals
Немецкая овчарка	52
Московская сторожевая	5
Далматин	10
Ротвейлер	6

[1] Бондаренко С. В., Малкова Н. В. Электрокардиография собак : методическое пособие. М. : Аквариум Лтд, 1999. 96 с.
[2] Мартин М. Руководство по электрокардиографии мелких домашних животных. М. : Аквариум Лтд. 2001. 78 с.

Таблица 2 / Table 2

Промеры животных, используемые в работе / Animal measurements used in the research[1]

Наименование измерения / Name of the measurement	**Техника измерения / Measurement technique**
Высота в холке	Измеряется в самом высоком месте холки вниз мимо локтя
Косая длина туловища	Измеряется от переднего выступа плечевой кости до седалищного бугра
Обхват пясти	Лента огибает ногу ниже запястья и выше основания пятого пальца
Длина передней конечности	Лента опускается от локтя вниз по прямой до земли (не по ноге собаки)
Обхват груди	Лента обводится вокруг грудной клетки за лопатками возле локтей
Ширина груди	Измеряется расстояние между плечелопаточными сочленениями.
Глубина груди	Неподвижная часть палки накладывается на нижнюю часть груди, подвижная опускается за лопатками на холку

В ходе исследования были вычислены индекс растянутости, костистости, высоконогости, массивности и грудной индекс, которые использовались для определения соотношения с положением электрической оси сердца (ЭОС) (табл. 3).

Также из архивных данных была проанализирована информация о промерах и конституциональных индексах собак. Полученные числовые значения подвергали статистическому анализу общепринятыми методами.

Результаты исследований

Поскольку положение ЭОС в большей степени зависит от формы и размеров грудной клетки [3–6] наибольшую важность для исследования представлял грудной индекс, как процентное отношение ширины груди собаки к глубине груди.

В результате проведенного сравнения положения электрической оси сердца у собак различных пород в покое получены данные, представленные в таблице 4.

Таблица 3 / Table 3

Экстерьерные индексы, используемые в работе / Exterior indexes used in the research[3]

Экстерьерный индекс / Exterior index	**Формула расчета / Calculation formula**
Индекс растянутости	Косая длина туловища (см) × 100 / Высота в холке (см)
Индекс костистости	Обхват пясти (см) × 100 / Высота в холке (см)
Индекс высоконогости	Длина передней конечности (см) × 100 / Высота в холке (см)
Индекс массивности	Обхват груди (см) × 100 / Высота в холке (см)
Грудной индекс	Ширина груди (см) × 100 / Глубина груди (см)

Таблица 4 / Table 4

Положение ЭОС у собак исследованных пород в состоянии покоя / The position of the electrical axis of the heart in dogs of the studied breeds at rest[2]

Порода / Breed	**ЭОС, º / The electrical axis of the heart, º (M ± m)**	**Референсный интервал / The reference interval**
Немецкая овчарка	+ 74 ± 25	+ 30…+ 100
Далматин	+ 61 ± 13	
Ротвейлер	+ 79 ± 18	
Московская сторожевая	+ 85 ± 4	

[1] Мазовер А. П. Племенное дело в служебном собаководстве. Руководство по подготовке и содержанию служебных собак. Домодедово : ВАП. 1994. 576 с.

[2] Мазовер А. П. Племенное дело в служебном собаководстве. Руководство по подготовке и содержанию служебных собак. До-модедово : ВАП. 1994. 576 с.

Средние показатели конституциональных промеров и экстерьерных индексов представлены в таблицах 5 и 6.

Наиболее ярко выраженная зависимость была замечена у собак пород немецкая овчарка и ротвейлер, где наблюдалась четкая закономерность: чем больше значение грудного индекса, тем более горизонтальное положение занимала ЭОС.

Исходя из полученных данных была выведена кривая зависимости положения ЭОС от грудного индекса, которая показана на рисунке 1.

Таблица 5 / Table 5

Значение средних конституциональных промеров у собак исследованных пород / The value of average constitutional measurements in dogs of the studied breeds[3]

Конституциональный промер / Constitutional measurement	Значение промера, см / The measurement value, cm (M ± m)			
	Немецких овчарок / German Shepherds	Далматинов / Dalmatians	Ротвейлеров / Rottweilers	Московских сторожевых / Moscow Watchdog
Высота в холке	61,94 ± 2,82	61,23 ± 1,94	61,14 ± 4,44	66,00 ± 3,33
Высота в крестце	58,63 ± 2,95	60,26 ± 1,04	59,31 ± 1,16	67,67 ± 2,89
Глубина груди	30,78 ± 1,72	29,22 ± 2,03	31,27 ± 4,29	31,17 ± 1,11
Обхват груди	78,63 ± 3,03	75,34 ± 3,03	82, 03 ± 6,41	85,00 ± 4,00
Косая длина туловища	79,50 ± 4,38	79,67 ± 3,12	80,26 ± 1,23	80,33 ± 2,22
Длина передней конечности	35,00 ± 2,50	36,10 ± 1,58	36,63 ± 1,17	38,33 ± 2,42
Обхват пясти	13,56 ± 1,13	13,37 ± 0,78	14,34 ± 0,61	16,00 ± 0,67

Таблица 6 / Table 6

Значение средних экстерьерных индексов у собак исследованных пород / The value of average exterior indices in dogs of the studied breeds[1]

Конституциональный промер / Constitutional measurement	Значение промера, см / The measurement value, cm (M ± m)			
	Немецких овчарок / German Shepherds	Далматинов / Dalmatians	Ротвейлеров / Rottweilers	Московских сторожевых / Moscow Watchdog
Индекс растянутости	128,74 ± 3,44	130,45 ± 5,82	131,41 ± 6,03	122,14 ± 7,82
Индекс костистости	21,87 ± 1,24	21,65 ± 1,37	23,76 ± 1,19	24,28 ± 1,02
Индекс высоконогости	56,46 ± 2,50	58, 78 ± 1,24	59,12 ± 2,43	58,02 ± 1,05
Индекс массивности	127,04 ± 2,96	123, 06 ± 2,49	134,78 ± 3,68	128,83 ± 2,32
Грудной индекс	51,38 ± 17,02	70,14 ± 3,42	59,36 ± 16,21	53,34 ± 7,09

Зависимость носила практически линейный характер. Коэффициент корреляции между величиной грудного индекса и положением ЭОС составил 0,94. Обнаруженная закономерность может быть использована для точной интерпретации ЭКГ, так как предлагаемые исследователями нормы находятся в довольно широком диапазоне – от +30° до +100°[2] [2; 8; 9]. Измерения у некоторых собак показали, что отклонение ЭОС даже за пределы указанного авторами диапазона нормы не следует считать патологией, если параметры ЭОС и величина грудного индекса данной собаки соответствуют приведенному графику зависимости.

[1] Мазовер А. П. Племенное дело в служебном собаководстве. Руководство по подготовке и содержанию служебных собак. Домодедово : ВАП. 1994. 576 с.

[2] Мартин М. Руководство по электрокардиографии мелких домашних животных. М. : Аквариум Лтд. 2001. 78 с.

У собак породы ротвейлер наблюдалась аналогичная тенденция, однако их график зависимости не совпадал с таковым у немецких овчарок, что подчеркивает необходимость учета породных особенностей при анализе данных ЭКГ. У собак других пород такая закономерность не наблюдалась.

Исследование показало, что данные положения ЭОС не коррелируют с индексами массивности, растянутости, костистости и высоконогости собак, а также абсолютными показателями конституциональных промеров (табл. 7, 8).

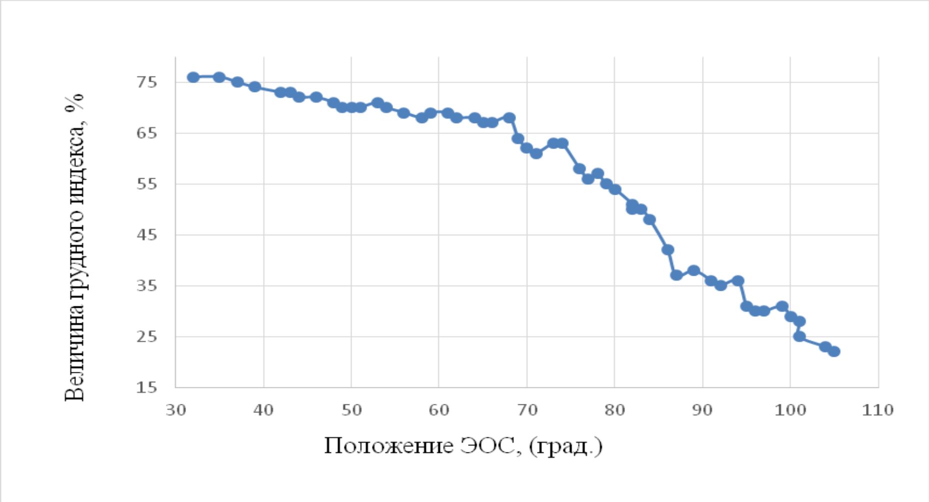


Рис. 1. График зависимости положения ЭОС от величины грудного индекса у собак породы немецкая овчарка /
Fig. 1. Graph of the dependence of the electrical axis of the heart position
on the value of the breast index in German Shepherd dogs

Таблица 7 / Table 7

**Коэффициент корреляции между ЭОС и экстерьерными индексами различных пород собак /
Correlation coefficient between electrical axis of the heart and exterior indexes of various dog breeds**

Экстерьерный индекс / Exterior index	**ЭОС у немецких овчарок / Electrical axis of the heart in German shepherds**	**ЭОС у далматинов / Electrical axis of the heart in Dalmatians**	**ЭОС у ротвейлеров / Electrical axis of the heart in Rottweilers**	**ЭОС у московских сторожевых / Electrical axis of the heart in Moscow Watchdog**
Индекс растянутости	-0,06	-0,13	0,08	-0,21
Индекс костистости	-0,11	0,03	0,09	-0,14
Индекс высоконогости	-0,09	0,05	0,11	-0,13
Индекс массивности	-0,40	-0,35	-0,41	-0,38

Таблица 8 / Table 8

**Коэффициент корреляции между ЭОС и конституциональными промерами различных пород собак /
Correlation coefficient between electrical axis of the heart and constitutional examples of different dog breeds**

Конституциональный промер / Constitutional measurement	**ЭОС у немецких овчарок / Electrical axis of the heart in German shepherds**	**ЭОС у далматинов / Electrical axis of the heart in Dalmatians**	**ЭОС у ротвейлеров / Electrical axis of the heart in Rottweilers**	**ЭОС у московских сторожевых / Electrical axis of the heart in Moscow Watchdog**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Высота в холке	0,21	0,18	0,23	0,21
Высота в крестце	0,01	0,03	0,01	0,02
Глубина груди	0,24	0,16	0,17	0,13

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5
Обхват груди	0,01	0,04	0,03	0,08
Косая длина туловища	0,06	0,05	0,05	0,04
Длина передней конечности	0,07	0,09	0,05	0,08
Обхват пясти	0,17	0,12	0,2	0,14

Обсуждение

Как указывалось ранее, положение сердца в грудной клетке, равно как и его электрической оси, в большей степени зависит от формы и размеров грудной клетки. У более узкогрудых собак положение электрической оси было более вертикальным в связи с тем, что относительно малый объем грудной клетки, в сравнении с более широкогрудыми представителями той же породы, способствует своеобразному удержанию и поджиманию сердца структурами грудной стенки. Более широкогрудые животные имеют достаточный объем для того, чтобы сердце в грудной клетке принимало более горизонтальное положение.

По нашему предположению, существенной корреляции между положением ЭОС и прочими индексами, а также абсолютными промерами тела не наблюдалось по причине того, что все прочие индексы и промеры слабо взаимосвязаны с объемом грудной клетки животного, который определяет расположение сердца в ней и ЭОС соответственно.

Заключение

Полученные цифровые данные позволяют говорить о наличии линейной отрицательной корреляции между грудным индексом и положением электрической оси сердца собак пород немецкая овчарка и ротвейлер, что необходимо учитывать при интерпретации данных ЭКГ от собак указанных пород. Помимо этого, можно заключить, что положение ЭОС не коррелирует со значениями индексов массивности, растянутости, костистости и высоконогости собак, а также от абсолютных показателей конституциональных промеров.

1. Кудинова А. К., Вайкшнорайте М. А., Азаров Я. Э. Влияние массы/размера тела на электрокардиографические показатели дисперсии реполяризации (qtpeak, qtend, Tpeak-Tend) у собак // Основные проблемы естественных и математических наук : сб. научных трудов по итогам международной научно-практической конференции (г. Волгоград, 11 октября 2019 г.) Том Выпуск IV. Волгоград : Инновационный центр развития образования и науки, 2019. С. 20–21.

2. Сантилли Р., Перего М. Электрокардиография собак и кошек. Формирование и интерпретация сердечного ритма. М. : Аквариум, 2017. 280 с.

3. Basu J., Malhotra A. Interpreting the athlete’s ECG: current state and future perspectives // Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine. 2019. No. 20 (12). Pp. 104–108. DOI: https://doi.org/10.1007/s11936-018-0693-0

4. Boon J. A. Electrocardiography in the Dog and Cat: Basic Principles and Clinical Applications // Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2020. No. 50 (2). Pp. 207–219.

5. Electrocardiography in Dogs and Cats / Côté E., Estrada A. H. [et al.] // Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2020. No. 50 (2). Pp. 235–247.

6. Maron B. J., Pelliccia A. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death // Circulation. 2006. No. 15. Pp. 1633–1644. DOI: https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.613562

7. Santilli R. A., Oyama M. A. Electrocardiography in Dogs and Cats: A Practical Guide // Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2020. No. 50 (2). Pp. 249–269.

8. Schober K. E., Baade H. Electrocardiography in Dogs and Cats: A Comprehensive Review // Journal of Veterinary Cardiology. 2020. No. 22 (1). Pp. 1–15.

9. Tilley L. P., Smith F. W. K The Five Minute Veterinary Consult-Canine & Feline Medicine 4th Edition. Ames : Wiley Blackwell Publishing, 2008. 1640 p.

10. Ware W. A. Electrocardiography in the Dog and Cat // Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2020. No. 50 (2). Pp. 221–233.

Статья поступила в редакцию 04.02.2025 г.; одобрена после рецензирования 25.02.2025 г.; принята к публикации 28.02.2025 г.

Об авторе

Рощупкин Никита Николаевич
главный ветеринарный врач отдела противоэпизоотических мероприятий, планирования и контроля государственного задания, Ижевская городская станция по борьбе с болезнями животных (426011, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. В. Сивкова, д. 120), *nikitaroschupkin@yandex.ru*

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Kudinova A. K., Vaikshnoraite M. A., Azarov J. E. Vliyanie massy/razmera tela na elektrokardiograficheskie pokazateli dispersii repolyarizatsii (qtpeak, qtend, Tpeak-Tend) u sobak [Influence of weight/body size on electrocardiographic indices of repolarisation dispersion (qtpeak, qtend, Treak-Tend) in dogs]. *Osnovnye problemy estestvennykh i matematicheskikh nauk : sb. nauchnykh trudov po itogam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Basic problems of natural and mathematical sciences : collection of scientific papers on the results of the international scientific-practical conference, Volgograd, 11 October 2019, Vol. Issue IV, Volgograd, Innovation Centre for Education and Science Development, 2019, pp. 20–21.

2. Santilli R., Perego M. Elektrokardiografiya sobak i koshek. Formirovanie i interpretatsiya serdechnogo ritma [Electrocardiography of dogs and cats. Formation and interpretation of the heart rate]. M., Akvarium Ltd, 2017, 280 p.

3. Basu J., Malhotra A. Interpreting the athlete's ECG: current state and future perspectives. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*, 2019, no. 20 (12), pp. 104–108. DOI: https://doi.org/10.1007/s11936-018-0693-0

4. Boon J. A. Electrocardiography in the Dog and Cat: Basic Principles and Clinical Applications. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 2020, no. 50 (2), pp. 207–219.

5. Côté E., Estrada A. H. [et al.] Electrocardiography in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 2020, no. 50 (2), pp. 235–247.

6. Maron B. J., Pelliccia A.The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. *Circulation*, 2006, no. 15, pp. 1633–1644. DOI: https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.613562

7. Santilli R. A., Oyama M. A. Electrocardiography in Dogs and Cats: A Practical Guide. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 2020, no. 50 (2), pp. 249–269.

8. Schober K. E., Baade H. Electrocardiography in Dogs and Cats: A Comprehensive Review. *Journal of Veterinary Cardiology*, 2020, no. 22 (1), pp. 1–15.

9. Tilley L. P., Smith F. W. K. The Five Minute Veterinary Consult-Canine & Feline Medicine 4th Edition. Ames, Wiley Blackwell Publishing, 2008, 1640 p.

10. Ware W. A. Electrocardiography in the Dog and Cat. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 2020, no. 50 (2), pp. 221–233.

The article was submitted 04.02.2025; approved after reviewing 25.02.2025; accepted for publication 28.02.2025.

About the author

Nikita N. Roshchupkin
Chief Veterinarian of the Department of Anti-Epizootic Measures, Planning and Control of State Assignment, Izhevsk City Animal Disease Control Station (120 Vadim Sivkov St., Izhevsk 426011, Russian Federation), *nikitaroschupkin@yandex.ru*

The author has read and approved the final manuscript

УДК 637.054:639.122:549.64
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-66-73

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И БЕЗОПАСНОСТИ МОЛОКА КОРОВ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

С. Ю. Смоленцев[1], А. Х. Волков[2], Г. Р. Юсупова[2, 3], Р. А. Волков[2]

[1]Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация
[2]Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана, г. Казань, Российская Федерация
[3] Институт прикладных исследований Академии наук Республики Татарстан, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** Безопасность коровьего молока остается ключевым аспектом здоровья и благополучия людей во всем мире. Это продукт, который пользуется популярностью во многих культурах, являясь источником важных питательных веществ, таких как кальций, белки и витамины. ***Материалы и методы.*** Исследования проводились на базе хозяйств, отобранных с учетом инфекционного благополучия, климатических условий, кормления и породного состава скота. Для формирования групп животных использовалась информация зоотехнического учета, учитывались параметры продуктивности и возраста. Осуществлялся контрольный отбор проб молока, проводились анализы на титруемую кислотность, плотность, содержание белков и жиров, а также оценивалась корреляция между плотностью и составом. ***Результаты и обсуждение.*** Средний уровень содержания белка составляет 3,03 %, а плотность достигает 27,44 °А в молоке черно-пестрых коров, обитающих в III климатической зоне, что является самым высоким показателем для этой породы. Наименьшее содержание белка равняется 2,85 %, а СОМО – 8,09 %, что также встречается у коров этой породы, разводимых в IV климатической зоне. Молоко коров голштино-фризской породы быстро свертывается, но обладает низкой устойчивостью к термической обработке. Молоко коров красной степной породы, адаптированной к первой и третьей климатическим зонам, отнесено ко второму классу, который является наиболее предпочтительным для сыроделия. Молоко от красных степных и черно-пестрых коров обладает схожими технологическими свойствами, показывая хорошую устойчивость к нагреванию и ферментативное свертывание, близкое ко второму классу. ***Заключение.*** Установлено, что у коров 2–4-го отелов наблюдается рост их числа на 55 %, а у коров 3–4 отелов – на 45 %. У коров с 5–6-ю лактациями количество соматических клеток достигает критического уровня в 1000 тыс. на см³.

Ключевые слова: молоко коров, технологические свойства, сыропригодность, состав молока, климатическая зона, условия кормления и содержания

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Оценка технологических свойств и безопасности молока коров Республики Марий Эл / *С. Ю. Смоленцев, А. Х. Волков, Г. Р. Юсупова, Р. А. Волков* // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 66–73. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-66-73

ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND SAFETY OF MILK CATTLE OF THE REPUBLIC OF MARI EL

S. Yu. Smolentsev[1], A. H. Volkov[2], G. R. Usupova[2, 3], R. A. Volkov[2]

[1]Mari state University, Yoshkar-Ola, Russian Federation
[2]Kazan State Academy of Veterinary Medicine by N. E. Bauman, Kazan, Russian Federation
[3]Institute of Applied Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** The safety of cow's milk remains a key aspect of human health and well-being worldwide. It is a product that is popular in many cultures, being a source of important nutrients such as calcium, proteins and vitamins. Ensuring maximum milk safety includes a whole range of measures, starting with the conditions of keeping cows and ending with the processes of processing and storing milk. ***Materials and methods.*** The research was conducted on the basis of farms selected taking into account the infectious well-being, climatic conditions, feeding and breed composition of livestock. Information from zootechnical accounting was used to form groups of animals, and productivity and age parameters were taken into account.

Milk was sampled, titrated acidity, density, protein and fat content were analyzed, and the correlation between density and composition was evaluated. ***Results and discussion.*** The average protein content is 3.03 %, and the density reaches 27.44 °A in the milk of black-and-white cows living in the III climatic zone, which is the highest indicator for this breed. The lowest protein content is 2.85 %, and SOMO is 8.09 %, which is also found in cows of this breed bred in the IV climatic zone. The milk of Holstein-Frisian cows coagulates quickly, but has a low resistance to heat treatment. The milk of cows of the red steppe breed, adapted to the first and third climatic zones, is classified as the second class, which is the most preferred for cheese production. In Simmental cows, the indicators of enzymatic coagulation and thermal stability are lower. Milk from red steppe and black-and-white cows has similar technological properties, showing good resistance to heat and enzymatic coagulation, close to the second class. ***Conclusion.*** It was found that the milk of the Holstein-Frisian and red steppe breeds most meets the requirements for cheese production. The influence of the age of cows on the dynamics of somatic cells was also studied: cows of 2–4 calving showed an increase in their number by 55 %, and cows of 3–4 calving by 45 %. In cows with 5–6 lactation, the number of somatic cells reaches a critical level of 1,000 thousand per cm^3. The results of the study emphasize the importance of taking age factors into account when assessing milk quality.

Key words: cow's milk, technological properties, cheese suitability, milk composition, climatic zone, feeding and maintenance conditions

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Smolentsev S. Yu., Volkov A. H., Usupova G. R., Volkov R. A.* Assessment of technological properties and safety of milk cattle of the Republic of Mari El. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 66–73. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-66-73

Введение

В 2003 году был введен относящийся к натуральному коровьему молоку (сырью) ГОСТ Р 52054. С учетом данного обстоятельства в молочном животноводстве существует необходимость соблюдению предусмотренных требований при получении молока [1; 2]. При этом решение данной задачи осложняется условиями получения хозяйствами молока, осуществления первичной обработки, недостаточной сбалансированностью кормовых рационов, значительным уровнем стоимости кормов. Указанные обстоятельства негативно сказываются на рентабельности [3; 4].

Предъявляемый молочной промышленностью в отношении молока-сырья высокого качества спрос удовлетворяется не в полном объеме, значительное число предприятий указанной отрасли приобретают существенную часть молока, направляемого в переработку, у частного сектора. В местах, где производится молоко, создаются пункты, на которых реализуются операции, связанные со сбором молока, его первичной обработкой. Подобный подход ориентирован на то, чтобы сохранять необходимые качественные характеристики сырья [5; 6; 7]. При этом следует отметить, что переработка осуществляется в отношении значительных объемов производимого молока в отсутствие охлаждения. Лишь молоко-сырье, являющееся полноценным, может быть использовано для изготовления молочных продуктов высокого качества. Необходимо непрерывно отслеживать безопасность, качественные характеристики, состав, чтобы получить соответствующее предусмотренным стандартом требованиям молоко [8; 9; 10].

Критерии, по которым может оцениваться молоко на предмет его безопасности и качества, выявлены в рамках проводившихся отечественными и иностранными специалистами исследований. Также выявлены факторы, влияющие на безопасность молока, его качество [11; 12; 13].

Востребованность научных данных, связанных с оценкой производимого расположенными в Республике Марий Эл хозяйствами молока-сырья на предмет его безопасности, технологических характеристик, состава, определяет актуальность исследований.

Цель исследования состоит в том, чтобы комплексно оценить производимое расположенными в указанном регионе хозяйствами молоко.

Материалы и методы

Местом проведения исследований являлась учебно-научная лаборатория. В расположенных в регионе хозяйствах оценивались присущие молоку характеристики, а также его состав. Исходя из благополучия по инфекционным заболеваниям, климатической зоны, типа кормления и породы молочного скота отбирались базовые хозяйства.

Формирование групп животных одной породы осуществлялось на основе имеющейся в зоотехническом учете информации. При формировании групп отбирались аналоги с точки зрения таких параметров, как продуктивность, возраст. Далее осуществлялось контрольное доение, дважды в месяц отбирались средние пробы.

Проводилось определение характеристик, являющихся физико-химическими, а также характеристик, связанных с составом. В первом случае выявились титруемая кислотность, плотность, во втором – содержание СОМО, белков, жиров. Проводилась оценка корреляции плотности с содержанием белков, СОМО.

Методика оплаты молока исходя из качественных характеристик и состава была сформирована на основе вышеуказанных результатов. Применительно к сборному молоку оценивались посторонние вещества (перекись водорода, аммиак, формалин, сода), соматические клетки, а также присущие молоку свойства в виде количества сыворотки, термостойкости, сычужной свертываемости.

В соответствии с оригинальной методикой осуществлялось дополнительное исследование молока, являющегося фальсифицированным и анормальным с точки зрения содержания клеток, являющихся соматическими.

Общепринятые и стандартные методики применялись для того, чтобы оценивать присущие молоку технологические, физико-химические свойства, а также его состав.

В соответствии с адаптированной в отношении молока методикой определялась общая токсичность, использовался прибор «Биотестер-2» (предназначение исходной методики предполагает необходимость использовать инфузорий P. caudatum, чтобы определять токсичность проб водной вытяжки).

Согласно ГОСТ Р 8 563-96 в соответствии с аттестованной инструкцией использовался прибор «Лактан 1-4», и посредством ультразвукового метода определялись массовые доли белков, жиров.

Вискозометрический анализатор «Соматос» применялся для того, чтобы оценивать число клеток, являющихся соматическими. Изменения осуществлялись согласно ГОСТ 23453-90.

Результаты обрабатывались посредством MS Excel, данная программа применялась для проведения статистического анализа.

Результаты исследования, обсуждения

Средние значения массовой доли белка, жира, СОМО (%) и плотности (°А) молока от пород скота Республики Марий Эл представлены в таблице 1. Наибольшее содержание СОМО (8,22 %) зафиксировано у молока коров красной степной породы. При этом вариации состава молока практически незаметны, несмотря на существенно различающиеся условия I (засушливой) и III (неустойчивого увлажнения) климатических зон. Такая устойчивость объясняется генетической стабильностью красного степного скота и превосходной адаптацией коров этой породы к изменяющимся климатическим условиям.

Таблица 1 / Table 1

Средние показатели состава и плотности молока коров / Average indicators of the composition and density of cow's milk

Порода коров / Cow breed	Климатическая тона / Climatic tone	Количество коров, гол. / Number of cows, head	Молочная продуктивность за 305 дней, кг / Milk productivity for 305 days, kg	Белок,% / Protein,%	Жир, % / Fat, %	СОМО, % / Skimmed milk powder, %	Плотность, °А / Density, °A
Красная степная	I	350	2585	2,91	3,81	8,33	27,40
Красная степная	Ш	1500	2688	2,93	3 82	8,34	27,29
Черно-пестрая	III	1200	3145	3,04	3,75	8,28	27,48
Черно-пестрая	IV	1100	2551	2,85	3,88	8,05	27,33

В исследовании было обнаружено, что средний уровень содержания белка составляет 3,03 %, а плотность достигает 27,44 °А в молоке черно-пестрых коров, обитающих в III климатической зоне, что является самым высоким показателем для этой породы. Наименьшее содержание белка равняется 2,85 %, а СОМО – 8,09 %, что также встречается у коров этой породы, разводимых в IV климатической зоне. Такие вариации объясняются ограниченной адаптацией черно-пестрых коров к природно-климатическим условиям и их высокой требовательностью к хорошему питанию. Максимальный генетический потенциал этой породы проявляется только при благоприятных фенотипических условиях. Тем не менее это не означает, что черно-пестрая порода молочного скота уступает, например, красной степной. При должном уровне кормления эти коровы дают стабильно высокие надои и качественное молоко. Наиболее заметная взаимосвязь наблюдается между содержанием белка и плотностью молока, что позволяет использовать этот параметр при определении стоимости молока-сырья. Фактор «плотность» оказывает наибольшее влияние на содержание белка в молоке.

Ключевые технологические характеристики молока включают устойчивость к нагреванию и способность к ферментативному свертыванию. Молоко коров голштино-фризской породы быстро свертывается, но обладает низкой устойчивостью к термической обработке. Это делает его более подходящим для производства сыра, что обычно и применяется на практике.

Молоко коров красной степной породы, адаптированной к первой и третьей климатическим зонам, отнесено ко второму классу, который является наиболее предпочтительным для сыроделия. Устойчивость к нагреванию у этого молока высокая, что делает его технологические свойства в целом хорошими. У коров симментальской породы показатели ферментативного свертывания и термоустойчивости ниже. Молоко от красных степных и черно-пестрых коров обладает схожими технологическими свойствами, показывая хорошую устойчивость к нагреванию и ферментативное свертывание, близкое ко второму классу (примерно 15 минут по сывороточной пробе). Наиболее пригодно для сыроварения молоко коров красной степной и голштино-фризской пород, что делает его оптимальным для использования в сыроделии.

Для оценки технологических характеристик молока от коров черно-пестрой и красной степной пород было проведено производство сыра сулугуни. В ходе производства отслеживались ключевые параметры технологического процесса (табл. 2). Параметры процесса производства сыра соответствовали стандартам технологической инструкции. В молоке от красной степной породы быстрее начинался рост титруемой кислотности, что затем влияло на продолжительность свертывания.

Таблица 2 / Table 2

Параметры технологического процесса выработки сыра / Parameters of the technological process of cheese production

Показатель / Indicator	Порода скота / Livestock breed	
	Красная степная / Red steppe	**Черно-пестрая / Black and mottled**
Кислотность, °Т	21,6±1,6	21,6±1,6
Температура свертывания смеси, °С	32±2,6	32±2,6
Продолжительность активизации молока до свертывания, мин	26±7	37±6
Продолжительность свертывания, мин	31,6±6	31±6
Продолжительность вымешивания зерна до второго нагревания, мин	11,6±1,6	14±2
Температура второго нагревания, °С	37±1	37±1
Продолжительность чеддеризации, мин	171±14,1	217±11,1
Расход молока на выработку 1 кг сыра 45 %-ной жирности, кг	9,62±1,27	9,67±1,22

Доля сухого вещества, перешедшего из молока в сыр, составила 42,48% и 41,71 % для молока коров красной степной и черно-пестрой пород соответственно. После производства, соления и сушки сыры были упакованы в пленку и подготовлены для продажи. Перед продажей оценивались физико-химические и органолептические свойства сыров. Повышенная кислотность немного ослабила способность белка удерживать влагу, но незначительно. Массовая доля влаги в готовых сырах обоих вариантов соответствовала нормам. По результатам органолептической оценки экспертов сыры соответствовали требованиям ОСТ 10-090-95 «Сыры сычужные рассольные. Технические условия», при этом сыры из молока коров красной степной породы обладали более выраженным вкусом, что подтверждено протоколом дегустации.

Снижение количества соматических клеток считается важным для улучшения качества молока. Лишь три четверти хозяйств соответствуют нормам СанПиН 2.3.2.1078-01. Консерванты, ингибиторы и другие посторонние вещества не должны присутствовать в молоке. Однако в молоке, собранном с личных подворий, часто обнаруживаются такие вещества.

При сравнении со средними показателями, незначительные отклонения наблюдаются при субклинической форме мастита, тогда как заметные изменения наблюдаются в технологических свойствах. Молоко с высоким содержанием соматических клеток отличается снижением влагоудерживающей способности сгустка, уменьшением выхода сгустка почти в два с половиной раза и замедлением процесса свертывания. Содержание белка в сыворотке является повышенным, отмечается наличие мутной сыворотки. Причины изменений могут быть связаны с формированием пор, ячеек, вовлечением указанных клеток в формирующийся гель, его структуру.

Следствием является снижение синтетической активности, обусловленное разрыхляющим влиянием сокращение прочности геля, снижение темпов его формирования. Способность к удержанию влаги у сгустка низкая, т. к. соматические клетки не обладают гидрофильностью.

Определение токсичности сред, являющихся жидкими, осуществлялось посредством биотестирования с использованием прибора «Биотестер-2». Данная экспресс-методика является одной из наиболее современных. Присущее соответствующему методу достоинство (обусловленное чувствительностью используемых в тесте организмов) состоит в том, что данные могут быть экстраполированы на людей.

Результативность оценивалась с использованием индексов токсичности, которые предусмотрены для соответствующего метода (0,70 и более – высокая, 0,40–0,6 – умеренная, менее 0,3 – допустимая).

Анализ осуществлялся применительно к характеризующимся различными уровнями наличия соматических клеток образцам молока. В отношении соответствующих образцов, после того, как проводилась центробежная очистка, также проводился ориентированный на выявление общей токсичности анализ. Отмечено сокращение уровня соматических клеток до уровня, являющегося допустимым после того, как была проведена очистка. Однако данные образцы имели и после очистки высокую токсичность. Соответствующие результаты определялись наличием токсинов микроорганизмов, являющихся патогенными, а не соматическими клетками.

На основании проведенного исследования, в ходе которого были оценены рационы кормления коров, а также выявлены дефициты в минеральных веществах, представляются следующие рекомендации, направленные на улучшение условий кормления и, как следствие, повышение молочной продуктивности:

Сбалансирование кормовых рационов. Рекомендуется провести детальный анализ существующих рационов кормления с целью выявления недостатков в содержании основных питательных веществ, включая углеводы, белки, жиры, витамины и минеральные вещества. В частности, необходимо обратить внимание на дефицит йода, кобальта, цинка и сахара, который, как показало исследование, достигает значительных величин. Введение специализированных добавок, обогащенных этими элементами, может способствовать улучшению здоровья животных и увеличению их продуктивности.

Оптимизация кормления по физиологическим потребностям. Учитывая, что молочная продуктивность коров зависит от их физиологического состояния, рекомендуется адаптировать рационы в зависимости от этапа лактации, возраста и продуктивности. Это позволит обеспечить животных необходимыми питательными веществами в критические периоды их жизненного цикла.

Улучшение качества кормов. Важно обеспечить высокое качество используемых кормов, что включает в себя их правильное хранение и обработку. Следует избегать использования кормов с высоким содержанием токсичных веществ и патогенных микроорганизмов, что может негативно сказаться на здоровье коров и качестве молока.

Внедрение современных технологий кормления. Рекомендуется использовать технологии, такие как точное кормление и автоматизированные системы контроля за рационом. Это позволит оптимизировать процессы кормления, а также снизить затраты на корма и повысить их эффективность.

Регулярный мониторинг состояния здоровья и продуктивности. Необходимо внедрить систему регулярного мониторинга состояния здоровья коров и их молочной продуктивности. Это позволит оперативно выявлять проблемы в кормлении и производстве, а также принимать соответствующие меры для их устранения.

Обучение и повышение квалификации персонала. Рекомендуется проводить обучение для работников фермерских хозяйств по вопросам рационального кормления, управления здоровьем животных и современных технологий в животноводстве. Это поможет повысить общий уровень знаний и навыков, что в свою очередь отразится на продуктивности и качестве молока.

Внедрение этих рекомендаций может способствовать улучшению условий кормления коров, что в свою очередь приведет к повышению молочной продуктивности и улучшению качества производимого молока. Таким образом, будет достигнута не только экономическая выгода, но и улучшение здоровья животных, что является важным аспектом устойчивого развития молочного животноводства.

В подобных условиях значительное число предприятий, осуществляющих переработку молока, собирают молоко у личных подворий. Сдатчики стремятся исключить повышение кислотности, в ряде случаев добавляют консерванты – формалин, соду, перекись водорода, аммиак. Наличие подобных веществ негативно сказывается на осуществлении технологического процесса. Наличие некоторых из указанных веществ может быть сопряжено с опасностью. С учетом указанных обстоятельств в рамках исследования применительно к включающему ингибиторы (перекись водорода, соду, формалин, аммиак) осуществлялось определение токсичности. Исследование проводилось при хранении молока при температуре +6 град. Цельсия на протяжении трехдневного периода. Выявлено соответствие допустимому уровню молока, в котором посторонние вещества отсутствовали, значение характеризующего токсичность индекса в указанный период составляло менее 0,23.

Выводы:

В исследовании проанализированы рационы содержащихся в базовых хозяйствах коров, являвшихся лактирующими. Выявлен дефицит по ряду минеральных веществ, таким как сахар – до 35 %, йод – 42,7–82,5%, кобальт – 12,1–15,4 %, цинк – 6,5–38,7 %.

При проведении исследования проведена оценка присущих молоку технологических свойств. По итогам исследования обеспечена возможность определения обоснованных направлений переработки молока каждой из пород. Для того чтобы изготавливать сыр, может использоваться молоко таких пород, как голштино-фризская, красная степная, т. к. данное молоко в наибольшей мере соотносится с требованиями с точки зрения сыропригодности.

Изучено влияние возраста на динамику клеток, являющихся соматическими. Выявлено, что в сопоставлении с первотелками рост числа данных клеток достигает 55 % у коров 2–4 отелов. В сопоставлении с последними отмечен рост соответствующего показателя на 45 % у коров 3–4-х отелов. Рост числа указанных клеток на 55 % отмечен у имеющих 5–6-ти лактаций коров. Значение у данных коров близко к 1000 тыс. на см. куб, что является критическим уровнем.

1. Базылев С. Е., Будревич О. Л., Демешко М. Д. Молочная продуктивность коров в зависимости от типов белковомолочности // Ветеринарный журнал Беларуси. 2021. № 1 (14). С. 58–62. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=iqpldb&ysclid=m7mzr92uoe186435634 (дата обращения: 30.01.2025).

2. Закирова Р. Р., Берёзкина Г. Ю. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров-первотелок при использовании белковых добавок // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (90). С. 263–266. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-i-vosproizvoditelnye-kachestva-korov-pervotyolok-pri-ispolzovanii-belkovyh-dobavok?ysclid=m7n023h7pk767771577 (дата обращения: 30.01.2025).

3. Клименко А. В., Горелик О. В. Молочная продуктивность коров в зависимости от типа кормления // Молодежь и наука. 2020. № 9. Ст. 20. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45662627 (дата обращения: 04.02.2025).

4. Мищенко Е. В., Харлап С. Ю., Павлова Я. С. Молочная продуктивность коров в зависимости от породы // Молодежь и наука. 2020. № 9. Ст. 31. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45662638 (дата обращения: 04.02.2025).

5. Назарова К. П., Березкина Г. Ю. Молочная продуктивность и воспроизводительные показатели коров черно-пестрой породы в зависимости от технологии получения молока // Аграрный вестник Урала. 2021. № 1 (204). С. 51–59. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-i-vosproizvoditelnye-pokazateli-korov-cherno-pestroy-porody-v-zavisimosti-ot-tehnologii-polucheniya-moloka?ysclid=m7n0tpgta3564285453 (дата обращения: 04.02.2025).

6. Петрухина Л. Л. Молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от интенсивности их выращивания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 77–83. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47482593&ysclid=m7n0wdgszc980116125 (дата обращения: 04.02.2025).

7. Метаболический статус и молочная продуктивность коров при применении тканевого биостимулятора из отходов убоя пантовых оленей / И. А. Пушкарев, А. И. Афанасьева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 4. С. 772–781. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metabolicheskiy-status-i-molochnaya-produktivnost-korov-pri-primenenii-tkanevogo-biostimulyatora-iz-othodov-uboya-pantovyh-oleney?ysclid=m7n188cmvi208046340 (дата обращения: 04.02.2025).

8. Третьяков Е. А. Молочная продуктивность коров и качество молока при различных технологиях содержания и доения // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 4 (44). С. 88–102. DOI: https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_88

9. Усова Т. П., Успенская С. Э. Молочная продуктивность коров в зависимости от сезона отела // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (64). С. 114–118. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=stzlblx&ysclid=m7n1qdq05f528448736 (дата обращения: 04.02.2025).

10. Шагалиев Ф. М. Молочная продуктивность, технологические качества и сыропригодность молока коров разных генотипов // Зоотехния. 2021. № 12. С. 34–38. DOI: https://doi.org/10.25708/ZT.2021.15.82.010

11. Efficiency of probiotics use in treatment of calves / N. V. Melnik, V. I. Eremets [et al.] // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 2. Pp. 1674–1678. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=titpmr&ysclid=m7n2af4v6p163443939 (дата обращения: 04.02.2025).

12. Comparative Efficiency of Sepranol and Cefamethrin Use in Postpartum Acute Endometritis in Cows / S. R. Yusupov, S. Yu. Smolentsev [et al.] // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 2. Pp. 1874–1878. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=FWTKSF&ysclid=m7n2dgtsfr375051556 (дата обращения: 04.02.2025).

13. Original Articles Study of Scar Content in Cows When Using Carbohydrate-Vitamin-Mineral Concentrate «LS» / D. D. Hairullin, F. F. Zinnatov [et al.] // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 2. Pp. 2241–2243.

Статья поступила в редакцию 07.02.2025 г.; одобрена после рецензирования 26.02.2025 г.; принята к публикации 03.03.2025 г.

Об авторах

Смоленцев Сергей Юрьевич
доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6086-1369, *Smolentsev82@mail.ru*

Волков Али Харисович
доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2344-8957, *Smolentsev82@mail.ru*

Юсупова Галия Расыховна
доктор биологических наук, профессор, кафедра ветеринарно-санитарной экспертизы, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6516-8056, *Smolentsev82@mail.ru*

Волков Ренат Алиевич
кандидат биологических наук, доцент, кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), *volkovrnt@gmail.com*

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Bazylev S. E., Budrevich O. L., Demeshko M. D. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot tipov belkovomolochnosti [Dairy productivity of cows depending on the types of milk protein]. Veterinarnyi zhurnal Belarusi = Veterinary Journal of Belarus, 2021, no. 1 (14), pp. 58–62. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=iqpldb&ysclid=m7mzr92uoe186435634 (accessed 30.01.2025). (In Russ.).

2. Zakirova R. R., Berezkina G. Yu. Molochnaya produktivnost' i vosproizvoditel'nye kachestva korov-pervotelok pri ispol'zovanii belkovykh dobavok [Dairy productivity and reproduction quality of parent cows when using protein supplements]. Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University, 2021, no. 4 (90), pp. 263–266. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-i-vosproizvoditelnye-kachestva-korov-pervotyolok-pri-ispolzovanii-belkovyh-dobavok?ysclid=m7n023h7pk767771577 (accessed 30.01.2025). (In Russ.).

3. Klimenko A. V., Gorelik O. V. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot tipa kormleniya [Dairy productivity of cows depending on the type of feeding]. *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2020, no. 9, article 20. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45662627 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

4. Mishchenko E. V., Kharlap S. Yu., Pavlova Ya. S. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot porody [Dairy productivity of cows depending on the breed]. *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2020, no. 9, article 31. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45662638 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

5. Nazarova K. P., Berezkina G. Yu. Molochnaya produktivnost' i vosproizvoditel'nye pokazateli korov cherno-pestroi porody v zavisimosti ot tekhnologii polucheniya moloka [Milk productivity and reproductive indicators of black-and-white cows depending on the technology of milk production]. *Agrarnyi vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals, 2021, no. 1 (204), pp. 51–59. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-i-vosproizvoditelnye-pokazateli-korov-cherno-pestroy-porody-v-zavisimosti-ot-tehnologii-polucheniya-moloka?ysclid=m7n0tpgta3564285453 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

6. Petrukhina L. L. Molochnaya produktivnost' korov-pervotelok v zavisimosti ot intensivnosti ikh vyrashchivaniya [Milk productivity of rst-calf cows depending on the intensity of their breeding]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 77–83. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47482593&ysclid=m7n0wdgszc980116125 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

7. Pushkarev I. A., Afanasyeva A. I. [et al.] Metabolicheskii status i molochnaya produktivnost' korov pri primenenii tkanevogo biosti-mulyatora iz otkhodov uboya pantovykh olenei [Metabolic status and milk productivity of cows injected with a tissue biostimulant derived from reindeer husbandry waste]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* = Agricultural Biology, 2021, vol. 56, no. 4, pp. 772–781. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/metabolicheskiy-status-i-molochnaya-produktivnost-korov-pri-primenenii-tkanevogo-biostimulyatora-iz-othodov-uboya-pantovyh-oleney?ysclid=m7n188cmvi208046340 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

8. Tretyakov E. A. Molochnaya produktivnost' korov i kachestvo moloka pri razlichnykh tekhnologiyakh soderzhaniya i doeniya [Dairy productivity of cows and milk quality with various technologies of keeping and milking]. *Molochnokhozyaistvennyi Vestnik* = Dairy Bulletin, 2021, no. 4 (44), pp. 88–102. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_88

9. Usova T. P., Uspenskaya S. E. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot sezona otela [Dairy productivity of cows depending on the hotel season]. *Vestnik Michurinskogo gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta* = The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2021, no. 1 (64), pp. 114–118. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=stzblx&ysclid=m7n1qdq05f528448736 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

10. Shagaliev F. M. Molochnaya produktivnost', tekhnologicheskie kachestva i syroprigodnost' moloka korov raznykh genotipov [Milk productivity, technological qualities and cheese suitability of milk of cows of different genotypes]. *Zootekhniya* = Animal Husbandry, 2021, no. 12, pp. 34–38. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.25708/ZT.2021.15.82.010

11. Melnik N. V., Eremets V. I. [et al.] Efficiency of probiotics use in treatment of calves. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences,* 2020, vol. 11, no. 2, pp. 1674–1678. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=titpmr&ysclid=m7n2af4v6p163443939 (accessed 04.02.2025). (In Eng.).

12. Yusupov S. R., Smolentsev S. Yu. [et al.] Comparative Efficiency of Sepranol and Cefamethrin Use in Postpartum Acute Endometritis in Cows. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 1874–1878. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=FWTKSF&ysclid=m7n2dgtsfr375051556 (accessed 04.02.2025). (In Eng.).

13. Hairullin D. D., Zinnatov F. F. [et al.] Original Articles Study of Scar Content in Cows When Using Carbohydrate-Vitamin-Mineral Concentrate "LS". *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 2241–2243. (In Eng.).

The article was submitted 07.02.2025; approved after reviewing 26.02.2025; accepted for publication 03.03.2025.

About authors

Sergey Yu. Smolentsev
Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6086-1369, *Smolentsev82@mail.ru*

Ali Kh. Volkov
Dr. Sci. (Veterinary), Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy Tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2344-8957, *Smolentsev82@mail.ru*

Galiya R. Yusupova
Dr. Sci. (Biology), Professor, Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3083-0622, *Smolentsev82@mail.ru*

Renat A. Volkov
Ph. D. (Biology), Associate Professor, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), *volkovrnt@gmail.com*

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 637.054:639.122:549.64
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-74-81

Физико-химические показатели молока коров при использовании в рационе «Крепковит»

С. Ю. Смоленцев[1], Л. Ф. Якупова[2], Э. К. Папуниди[2]

[1]Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация
[2]Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана, г. Казань, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** Молочная продуктивность коров является многогранным показателем, на который влияют генетические, физиологические, ветеринарные и технологические факторы. Для достижения высоких результатов в молочном производстве необходим комплексный подход к управлению стадом, включая генетическую селекцию, оптимизацию кормления и внедрение современных технологий. ***Материалы и методы.*** Исследования проводились в ГБУ «Республиканская ветеринарная лаборатория». Опытным хозяйством была молочно-товарная ферма ООО «Молочный родник» Советского района Республики Марий Эл. Для этого были подобраны 2 группы, одна опытная и одна контрольная – по 10 голов в каждой. Контрольная группа содержалась на рационе, принятом в хозяйстве. Опытная группа дополнительно к рациону получала кормовую добавку «Крепковит» из расчета 5 г на 1 кг корма. Принимались во внимание содержание в молоке белка, жира, возраст, продуктивность, время отела, живая масса, число лактаций. ***Результаты и обсуждение.*** Установлено, что добавка положительно влияет на рубцовую микрофлору, что ведет к улучшению белкового обмена. Концентрация мочевины в сыворотке крови снизилась в опытной группе, что также подтверждает активизацию процессов белкового обмена. Продуктивность по молоку в опытной группе возросла на 11 % по сравнению с контролем, однако отмечено более постепенное сокращение удоев на протяжении 6–9 месяцев лактации с различием в 25,4 %. Средний ежесуточный рост удоев составил 2,3 кг, что свидетельствует о положительном влиянии добавки на молочную продуктивность животных. ***Заключение.*** При введении в рацион кормовой добавки «Крепковит» отмечено увеличение массовой доли по лактозе, белку и жиру на 0,22, 0,21 и 0,11 % соответственно. Молочная продуктивность коров увеличилась на 9 %, Соматические клетки сократились на 38,77 %, МАФАнМ – на 22 %. Отмечено отсутствие в молоке веществ, являющихся ингибирующими. Выявлено отсутствие превышения МДУ по радионуклидам, антибиотикам, микотоксинам, пестицидам и элементам, являющимся токсичными.

Ключевые слова: молоко, коровы, свойства молока, технологические свойства, состав молока, кормление и содержание

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Смоленцев С. Ю., Якупова Л. Ф., Папуниди Э. К.* Физико-химические показатели молока коров при использовании в рационе «Крепковит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 74–81. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-74-81

Physico-chemical parameters of cow's milk when used in the Krepkovit diet

S. Yu. Smolentsev[2], L. F. Yakupova[2], E. K. Papunipi[2]

[1]Mari state University, Yoshkar-Ola, Russian Federation
[2]Kazan State Academy of Veterinary Medicine by N.E. Bauman, Kazan, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** Dairy productivity of cows is a multifaceted indicator that is influenced by genetic, physiological, veterinary and technological factors. To achieve high results in dairy production, an integrated approach to herd management is needed, including genetic breeding, feeding optimization, and the introduction of modern technologies. Sustainable development and animal health should become priorities for dairy farms seeking to increase their productivity and competitiveness. ***Materials and methods.*** The research was conducted at the GBU “Republican Veterinary Laboratory”. The experimental farm was the dairy farm of Molochny Rodnik LLC in the Sovetsky district of the Republic of Mari El. For this, 2 groups were selected, one experimental and one control group of 10 heads each. The control group was kept on a diet adopted by the household. In addition to the diet, the experimental group received the feed additive "Krepkovit" at the rate of 5 g per 1 kg of feed. The content of protein and fat in milk, age, productivity, calving time, body weight, and the number of lactation were taken into account. ***Results and discussion.*** As a result of the study, it was found that the animals of the experimental group showed a significant increase in total protein concentration by 13.12 %, due to an increase in the albumin fraction by 41.4 %. It was found that the supplement probably has a positive effect on the scar microflora, which leads to an improvement in protein metabolism. The concentration of urea in the blood serum decreased in the experimental group, which also confirms the activation of protein metabolism processes. Milk productivity in the experimental group increased by 11% compared with the control, but there was a more gradual decrease in milk yields during 6–9 months of lactation with a difference of 25.4 %. The average daily increase in milk yields was 2.3 kg, which indicates the positive effect of the additive on the dairy productivity of animals. ***Conclusion.*** When the feed additive "Krepkovit" was introduced into the diet, an increase of 19.11 % was noted, respectively, in the volume of milk of the 1st class in terms of thermal stability and rennet-fermentation sample. The specific weight of the casein fraction increased by 10.18 %, and the number of fat balls increased by 22 %. The quality characteristics of milk have increased, with an increase in the mass fraction of lactose, protein and fat by 0.22, 0.21 and 0.11 %, respectively. Dairy productivity of cows increased by 9 %, Somatic cells decreased by 38.77 %, and MAFAnM – by 22 %. The absence of inhibitory substances in milk was noted. There was no excess of the MDR for radionuclides, antibiotics, mycotoxins, pesticides, and toxic elements.

Key words: milk, cows, milk properties, technological properties, milk composition, feeding and maintenance

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Smolentsev S. Yu., Yakupova L. F., Papunipi E. K.* Physico-chemical parameters of cow's milk when used in the Krepkovit diet. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 74–81. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-74-81

Введение

На современном этапе в качестве вопроса, обладающего повышенной значимостью как для специалистов, так и для общества в целом, выступает вопрос, связанный с присущими сырому молоку качественными характеристиками. Сегодня существует потребность в том, чтобы молочное скотоводство было ориентировано на обеспечение безопасности и качества молока одновременно с наращиванием его производства [1; 2].

В числе факторов, сказывающихся на ценности молока в биологическом отношении, на его физико-химических показателях, следует особо отметить кормление молочного поголовья. Состав и качество кормов сказываются на качестве молока, молочной продуктивности, а также – посредством происходящих в рубце процессов микробиологического характера – на организме коров. Если кормление является сбалансированным, полноценным, синтез молока происходит более активно, оптимизируется обмен веществ в организме животных [3; 4; 5].

В сфере животноводства на протяжении последних лет объектом повышенного внимания является создание кормовых добавок, способствующих стимулированию обменных процессов, росту молочной продуктивности, увеличению перевариваемости кормов, повышению уровня присутствия в молоке питательных веществ. Натуральные растительные добавки характеризуются в данном отношении повышенной ценностью [6; 7; 8].

Натуральные вещества, характеризующиеся биологической активностью, на протяжении последних десятилетий все более часто рассматриваются в качестве значимого элемента в кормовых рационах. Существуют определенные растения, богатые подобными соединениями. При кормлении продуктивных животных все более активно осуществляется применение возникающих при переработке растений побочных продуктов. Они используются в комбинации с прочими компонентами синтетического и природного характера, а также как монокорм [9; 10; 11].

В Российской Федерации имеются условия для того, чтобы производить корм, являющийся биологически ценным, более активно использовать фитосырье. Следует обратить внимание на продукты, получаемые при переработке таких растений, как якон, стевия. Использование данных растений в рамках кормовых композиций соответствует существующим в отношении современных добавок требованиям. Данные добавки должны быть биодоступными, безвредными, активными в биологическом отношении. Они должны обеспечивать профилактику заболеваний обмена веществ и стрессов, улучшение поедаемости кормов, оптимизацию состояния животных, увеличение перевариваемости, сбалансированный рацион. Следствием должны являться позитивные изменения в качестве молока [12; 13].

В этой связи представляется актуальным исследование возможностей применения в рационе лактирующих коров композиций, для создания которых используется сырье, являющееся нетрадиционным, чтобы обеспечивать безопасность молока и увеличивать его качественные показатели.

Цель исследования состояла в ветеринарно-санитарной оценке безопасности качественных характеристик молока коров, рационы которых содержат кормовую добавку многокомпонентного типа из сырья растительного происхождения.

Материалы и методы

Исследования проводились в ГБУ «Республиканская ветеринарная лаборатория». Опытным хозяйством была молочно-товарная ферма ООО «Молочный родник» Советского района Республики Марий Эл. Для этого были подобраны 2 группы, одна опытная и одна контрольная – по 10 голов в каждой. Контрольная группа содержалась на рационе, принятом в хозяйстве. Опытная группа дополнительно к рациону получала кормовую добавку «Крепковит» из расчета 5 г на 1 кг корма.

Кормовую добавку «Экофит» производит ООО «Велис» (Ростовская область), и в ее состав входят следующие компоненты: обезжиренное молоко, молочная сыворотка, пахта в сухом виде, листостебельной массы стевии, бифидо- и лактобактерии.

Принималось во внимание содержание в молоке белка, жира, возраст, продуктивность, время отела, живая масса, число лактаций. Учитывалась идентичность условий, при которых осуществляется кормление, доение, содержание.

В отношении животных, входивших в опытную группу, наряду с основным рационом предоставлялась добавки «Крепковит». В отношении животных, относящихся к контролю, осуществлялось предоставление основного рациона. КРС при исследованиях находился на привязном, стойловом содержании.

Перед утренним кормлением в 1, 30, 60, 90 день у животных из яремной вены забиралась венозная кровь с дальнейшим проведением гематологических исследований.

Изучались: показатели биохимического характера – глюкоза, общий белок, кетоновые тела, мочевина, фосфолипиды, холестерин, общие липиды; характеризующие естественную резистентность показатели – фагоцитоз, активность сыворотки крови в бактерицидном, комплементарном, лизоцимном отношениях. Также оценивалась активность АсАТ, АлАТ, щелочной фосфатазы.

На 10, 25, 50, 70, 100 день оценивалась массовая доля по лактозе, белку, жиру. С 10 дня через каждые 10 дней лактации осуществлялось изучение микробиологических показателей молока.

Токсико-биологическая оценка включала в себя определение содержания в молоке антибиотиков и тяжелых металлов методом атомно-абсорбции на спектрометре «Aanalist 400». Определение количества соматических клеток в молоке проводили по ГОСТ 23453-2014 «Молоко сырое. Методы определения соматических клеток». На 10, 25, 50, 70, 100 день оценивалось содержание в молоке лактозы, белка и жира с помощью анализатора «Клевер». С 10 дня и через каждые 10 дней осуществлялось изучение микробиологических показателей молока по ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа.

Результаты исследования, обсуждения

Биохимический анализ крови осуществлялся для того, чтобы оценивать, как на обмене веществ сказывается кормовая добавка, для создания которой использованы яблочный жом, мезга якона и отходы стевии. Показатели мочевины, соотношения между альбуминами и глобулинами, концентрации общего белка позволяют анализировать белковый обмен.

Согласно результатам исследования выявлен рост на 13,12 % концентрации общего белка у относившихся к опытной группе животных. Отмечен рост на 41,4 % за счет альбумированой фракции. При этом в контроле достоверных изменений по концентрации альбумина не отмечено. Вероятно, что основное влияние на увеличение концентрации белка оказало стимулирующее действие добавки на такой источник микробного белка, как рубцовая микрофлора.

Изучение концентрации мочевины в сыворотке крови осуществлялось для того, чтобы сформировать более полное представление в отношении интенсивности белкового обмена. Изучение данного показателя позволило выявить отсутствие изменений в контроле и сокращение в опытной группе.

В контроле на протяжении эксперимента показатели по глюкозе не менялись. Глюкоза у относившихся к опытной группе животных увеличилась, значение достигло 2,47 ммоль/л. В качестве причины следует рассматривать, как представляется, «Крепковит» как дополнительный источник углеводов, являющихся легкоусвояемыми. Данное обстоятельство свидетельствует, что активизировались процессы биоэнергетического характера, т.к. вырос углеводный обмен. Отмечен рост на 23,16 % числа общих липидов. Основной рост – на 12,44 % – происходил между 30 и 60 днями.

Применительно к холестерину следует отметить, что у животных, входивших в опытную группу, снижение по данному показателю к 90 дню составило 4,77 %. Отмечен рост на 4,38 % в сопоставлении с контролем по общим фосфолипидам.

Следует обратить внимание на снижение на 11,4 % в опытной группе активности щелочной фосфотазы в сопоставлении с исходным значением. В опытной группе в сопоставлении с контролем конечное значение являлось более значительным, превышение составляло 13,14 % ($P \leq 0{,}001$). Данное обстоятельство свидетельствует о том, что «Крепковит» обеспечивает фосфор, кальций. Успешность транспорта фосфора, катализации гидролиза сложных эфиров фосфорной кислоты выросли.

Концентрация АсАТ и АлАТ в опытной группе сократилась на 8,61 и 18,1 % соответственно. К завершению эксперимента в опытной группе в сопоставлении с фоном отмечены рост БАСК – 6,7 %, КАСК – 13,39 %, ЛАСК – 9,01 %. Достоверные изменения по соответствующим показателям в контроле не выявлены.

Отмечено отсутствие изменений в контроле фагоцитарных числа и индекса, а также фагоцитарной активности, и положительные изменения по данным показателям у относивщихся к опытной группе животных. Отмечен достоверный рост на 11 % продуктивности животных опытной группы по молоку в сопоставлении с контролем.

Необходимо обратить внимание на более постепенное сокращение у животных опытной группы удоев на протяжении 6–9 месяцев лактации. Отмечены различия в 25,4 % по удоям на протяжении соответствующего периода. Средний ежесуточный рост удоев в опытной группе составлял 2,3 кг.

Обмен веществ непосредственно сказывается на качественных, количественных характеристиках по ключевым составляющим молока. При более активном обмене веществ, как свидетельствуют результаты исследования, содержание лактозы, белка, жира увеличивается. Таблица 1 отражает показатели химического состава молока.

Таблица 1 / Table 1

Характеристика химического состава молока животных, относившихся к опытной, контрольной группам / Characteristics of the chemical composition of milk of animals belonging to the experimental and control groups

Показатели / Indicators	**Фон / Von**	**25-й день / Day 25**	**50-й день / Day 50**	**75-й день / Day 75**	**100-й день / Day 100**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Контрольная группа / Control group					
Массовая доля жира, %	3,88±0,01	3,85±0,01	3,8±0,03	3,88±0,01	3,96±0,02
Массовая доля белка, %	3,01±0,02	2,96±0,01	3,05±0,01	3,01±0,02	3,05±0,01
Массовая доля лактозы, %	4,62±0,01	4,66±0,02	4,71±0,04	4,73±0,05	4,75±0,01
Опытная группа / Experimental group					
Массовая доля жира, %	3,99±0,02	3,92±0,03	4,2±0,01	4,09±0,02	4,09±0,01*

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Массовая доля белка, %	3,05±0,02	3,09±0,02	3,3±0,02	3,29±0,02	3,29±0,01*
Массовая доля лактозы, %	4,77±0,03	4,69±0,01	4,78±0,01	4,88±0,02	4,99±0,01*

*P ≤ 0,001

В контроле и опытной группе значения фона являлись практически идентичными, различия не являлись достоверными. Отмечен рост массовой доли по лактозе, белку, жиру на 0,22, 0,21 и 0,11 % соответственно у входивших в опытную группу животных. Изменения соответствующих показателей в контроле не являлись достоверными. Согласно результатам исследования, отмечен рост количества жировых шариков.

Исследования показали, что массовая доля жира возросла за счет увеличения числа жировых шариков, а не их размера. В контроле к 100 дню изменений по указанному показателю не зарегистрировано. К 100 дню данный показатель у входивших в опытную группу животных вырос, рост в сопоставлении с фоном составил 23 %. Характеристика фракционного состава выступает в качестве значимой характеристики присущих белку молока свойств. Выявлено, что, т. к. удельный вес казеиновых фракций вырос на 10,77 %, произошло перераспределение фракций белка. При этом сократился удельный вес белков, являющихся сывороточными. Изменения в контроле не являлись существенными.

При попадании в организм лактирующих животных «Крепковит» вызывает изменения в виде роста числа ЛЖК в рубце, активизации ферментации. Данное обстоятельство обуславливает изменения, связанные с тем, что процентное содержание в молоке лактозы, белка и жира увеличивается.

Также, согласно результатам исследований, следует отметить, что к 100 дню удельный вес жирных кислот, являющихся ненасыщенными, у животных, входивших в опытную группу, возрос, рост составил 9 %. По жирным кислотам, являющимся насыщенными, отмечено плавное сокращение их удельного веса. Различия результата и фона на конец эксперимента находились на уровне 4 %.

Технологические характеристики молока в виде кислотности, сычужной свертываемости, плотности, термоустойчивости, обеспечивают получение молока, которое соотносится с предусмотренными нормативными документами требованиями.

С учетом данного обстоятельства исследовано, как на указанных показателях сказалось введение добавки в рационы (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Технологические показатели молока животных, входивших в опытную и контрольную группы / Technological parameters of milk of animals included in the experimental and control groups

Группы животных / Animal groups	Сычужно-бродильная проба, класс / The rennet fermentation test, class	Термоустойчивость, группа / Temperature resistance, group	Плотность, кг/м^3 / Density, kg/m3	Кислотность, °Т / Acidity, °Т
Фон / Von				
Контроль	2,0±0,02	2,0±0,03	1029,9±0,18	16,8±0,15
Опыт	2,0±0,02	2,0±0,01	1031,0±0,20	16,9±0,12
50-й день / Day 50				
Контроль	2,0±0,03	2,0±0,04	1025,6±0,16	17,2±0,14
Опыт	1,9±0,02	1,5±0,06	1027,9±0,28	17,1±0,09
100-й день / Day 100				
Контроль	2,0±0,05	2,0±0,01	1027,6±0,13	17,0±0,11
Опыт	1,7±0,02*	1,6±0,02*	1027,6±0,30	16,8±0,21

*P ≤ 0,001

К 100 дню отмечен рост на 13 % класса сычужно-бродильной пробы. Причина, очевидно, состояла в том, что удельный вес казеиновой фракции увеличился. В сопоставлении с контролем увеличилась на 18 % группа термоустойчивости. Данное изменение обусловлено, как представляется, тем, что рацион был оптимальным по протеину и в составе «Крепковит» в организм дополнительно поступали углеводы.

Рацион был сбалансирован с точки зрения минерального состава, изменений кислотности молока, его плотности не отмечено, в каждой из групп в течение эксперимента они соответствовали норме.

Отмечены снижения на 21,7 % и 23 % у животных контроля и опытной группы к 90 дню по МАФАнМ. Выявленные значения – $0{,}26{*}10^5$ и $0{,}29{*}10^5$ КОЕ/г. Отмечено сокращение на 40,74 % за указанный срок числа соматических клеток у животных, входивших в опытную группу, и рост на 5,7 % того же показателя в контроле.

Отличия по данному показателю могут опосредованно свидетельствовать, что МРКД может позитивно сказываться на резистентности организма. В молоке животных каждой из групп не выявлены сальмонеллы и иные микроорганизмы – патогены. Соответственно, бактериальная обсемененность вследствие введения в рацион добавки не изменилась.

Заключение

При введении в рацион «Крепковит» отмечено увеличение на 19,11 % соответственно объема молока 1 класса по термоустойчивости и сычужно-бродильной пробе. Удельный вес казеиновой фракции вырос на 10,18 %, на 22 % выросло число жировых шариков. Качественные характеристики молока выросли – отмечено увеличение массовой доли по лактозе, белку и жиру на 0,22, 0,21 и 0,11 % соответственно. Молочная продуктивность коров увеличилась на 9 %, Соматические клетки сократились на 38,77 %, МАФАнМ – на 22 %. Отмечено отсутствие в молоке веществ, являющихся ингибирующими. Выявлено отсутствие превышения МДУ по радионуклидам, антибиотикам, микотоксинам, пестицидам и элементам, являющимся токсичными.

1. Берсенев Р. А., Горелик О. В. Молочная продуктивность коров при использовании природной кормовой добавки // Молодежь и наука. 2023. № 4. Ст. 23. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=53968920&ysclid=m7odi3yhsy348735769 (дата обращения: 05.02.2025).

2. Молочная продуктивность коров при использовании пробиотической добавки / А. С. Дегтярь, О. Ю. Скрипина [и др.] // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (46). С. 116–120. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=50120397 (дата обращения: 05.02.2025).

3. Кукушкина А. А. Продолжительность использования и молочная продуктивность коров при привязном и беспривязном содержании // Молодежь и наука. 2022. № 8. Ст. 20. URL: https://elibrary.ru/zrdepl?ysclid=m7oe6mjpv9750986794 (дата обращения: 06.02.2025).

4. Молочная продуктивность коров при повышенном уровне потребления питательных веществ и энергии / В. Е. Подольников, Л. Н. Гамко [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 1 (95). С. 47–52. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=50271051 дата обращения: 06.02.2025).

5. Сычева Л. В., Пастухов С. В. Обмен веществ и молочная продуктивность коров при скармливании энергетических кормовых добавок // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 8 (217). С. 27–38. DOI: https://doi.org/10.33920/sel-05-2308-03

6. Петрухина Л. Л. Молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от интенсивности их выращивания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 77–83. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47482593&ysclid=m7n0wdgszc980116125 (дата обращения: 04.02.2025).

7. Метаболический статус и молочная продуктивность коров при применении тканевого биостимулятора из отходов убоя пантовых оленей / И. А. Пушкарев, А. И. Афанасьева [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 4. С. 772–781. DOI: https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.4.772rus

8. Третьяков Е. А. Молочная продуктивность коров и качество молока при различных технологиях содержания и доения // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 4 (44). С. 88–102. DOI: https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_88

9. Усова Т. П., Успенская С. Э. Молочная продуктивность коров в зависимости от сезона отела // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (64). С. 114–118. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=stzblx&ysclid=m7n1qdq05f528448736 (дата обращения: 04.02.2025).

10. Шагалиев Ф. М. Молочная продуктивность, технологические качества и сыропригодность молока коров разных генотипов // Зоотехния. 2021. № 12. С. 34–38. DOI: https://doi.org/10.25708/ZT.2021.15.82.010

11. Efficiency of probiotics use in treatment of calves / N. V. Melnik, V. I. Eremets [et al.] // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 2. Pp. 1674–1678. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=titpmr&ysclid=m7n2af4v6p163443939 (дата обращения: 04.02.2025).

12. Comparative Efficiency of Sepranol and Cefamethrin Use in Postpartum Acute Endometritis in Cows / S. R. Yusupov, S. Yu. Smolentsev [et al.] // International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences.-2020. Vol. 11. No. 2. Pp. 1874–1878. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=FWTKSF&ysclid=m7n2dgtsfr375051556 (дата обращения: 04.02.2025).

13. Section Original Articles Study of Scar Content in Cows When Using Carbohydrate-Vitamin-Mineral Concentrate "LS" / D. D. Hairullin, F. F. Zinnatov [et al.]// International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 2. Pp. 2241–2243.

Статья поступила в редакцию 10.02.2025 г.; одобрена после рецензирования 03.03.2025 г.; принята к публикации 06.03.2025 г.

Об авторах

Смоленцев Сергей Юрьевич
доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6086-1369, *Smolentsev82@mail.ru*

Якупова Лейсан Файзулловна
кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3083-0622, *Smolentsev82@mail.ru*

Папуниди Эллада Константиновна
доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, Сибирский тракт, д. 35), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8030-7894, *Smolentsev82@mail.ru*

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Bersenev R. A., Gorelik O. V. Molochnaya produktivnost' korov pri ispol'zovanii prirodnoi kormovoi dobavki [Milk productivity of cows using a natural feed additive]. *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2023, no. 4, article 23. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=53968920&ysclid=m7odi3yhsy348735769 (accessed 05.02.2025). (In Russ.).

2. Degtyar A. S., Skripina O. Yu. [et al.] Molochnaya produktivnost' korov pri ispol'zovanii prirodnoi kormovoi dobavki [Dairy productivity of cows when using a probiotic supplement]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Don State Agrarian University, 2022, no. 4 (46), pp. 116–120. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=50120397 (accessed 05.02.2025). (In Russ.).

3. Kukushkina A. A. Prodolzhitel'nost' ispol'zovaniya i molochnaya produktivnost' korov pri privyaznom i besprivyaznom soderzhanii [Duration of use and milk productivity of cows with tethered and unbound maintenance] *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2022, no. 8, article 20. Available at: https://elibrary.ru/zrdepl?ysclid=m7oe6mjpv9750986794 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

4. Podolnikov V. E., Gamko L. N. [et al.] Molochnaya produktivnost' korov pri povyshennom urovne potrebleniya pitatel'nykh veshchestv i energii [Milk productivity of cows with increased nutrient and energy consumption] *Vestnik Bryanskoi GSKHA* = Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy, 2023, no. 1 (95), pp. 47–52. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=50271051 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

5. Sycheva L.V., Pastukhov S.V. Obmen veshhestv i molochnaja produktivnost' korov pri skarmlivanii jenergeticheskih kormovyh dobavok [Metabolism and milk productivity of cows when feeding energy feed additives]. *Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo* = Feeding farm animals and feed production, 2023, no. 8 (217), pp. 27–38. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.33920/sel-05-2308-03

6. Petrukhina L. L. Molochnaya produktivnost' korov-pervotelok v zavisimosti ot intensivnosti ikh vyrashchivaniya [Milk productivity of rst-calf cows depending on the intensity of their breeding]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 77–83. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47482593&ysclid=m7n0wdgszc980116125 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

7. Pushkarev I.A., Afanasyeva A. I. [et al.] Metabolicheskij status i molochnaja produktivnost' korov pri primenenii tkanevogo biostimuljatora iz othodov uboja pantovyh olenej [Metabolic status and milk productivity of cows injected with a tissue biostimulant derived from reindeer husbandry waste]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* = Agricultural Biology, 2021, vol. 56, no. 4, pp. 772–781. DOI: https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.4.772rus

8. Tretyakov E. A. Molochnaya produktivnost' korov i kachestvo moloka pri razlichnykh tekhnologiyakh soderzhaniya i doeniya [Dairy productivity of cows and milk quality with various technologies of keeping and milking]. *Molochnokhozyaistvennyi Vestnik* = Dairy Bulletin, 2021, no. 4 (44), pp. 88–102. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_4_88

9. Usova T. P., Uspenskaya S. E. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot sezona otela [Dairy productivity of cows depending on the hotel season]. *Vestnik Michurinskogo gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta* = The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2021, no. 1 (64), pp. 114–118. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=stzblx&ysclid=m7n1qdq05f528448736 (accessed 04.02.2025). (In Russ.).

10. Shagaliev F. M. Molochnaya produktivnost', tekhnologicheskie kachestva i syroprigodnost' moloka korov raznykh genotipov [Milk productivity, technological qualities and cheese suitability of milk of cows of different genotypes]. *Zootekhniya* = Animal Husbandry, 2021, no. 12, pp. 34–38. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.25708/ZT.2021.15.82.010

11. Melnik N. V., Eremets V. I. [et al.] Efficiency of probiotics use in treatment of calves. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 1674–1678. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=titpmr&ysclid=m7n2af4v6p163443939 (accessed 04.02.2025). (In Eng.).

12. Yusupov S. R., Smolentsev S. Yu. [et al.] Comparative Efficiency of Sepranol and Cefamethrin Use in Postpartum Acute Endometritis in Cows. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 1874–1878. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=FWTKSF&ysclid=m7n2dgtsfr375051556 (accessed 04.02.2025). (In Eng.).

13. Hairullin D. D., Zinnatov F. F. [et al.] Original Articles Study of Scar Content in Cows When Using Carbohydrate-Vitamin-Mineral Concentrate "LS". *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 2241–2243. (In Eng.).

The article was submitted 10.02.2025; approved after reviewing 03.03.2025; accepted for publication 06.03.2025.

About authors

Sergey Yu. Smolentsev
Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6086-1369, *Smolentsev82@mail.ru*

Leysan F. Yakupova
Ph. D. (Biology), Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3083-0622, *Smolentsev82@mail.ru*

Ellada K. Papunidi
Dr. Sci. (Biology), Professor, Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman (35 Sibirskiy Tract St., Kazan 420029, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8030-7894, *Smolentsev82@mail.ru*

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 614.31:637.524.3
DOI 10.30914/2411-9687-2025-11-1-82-91

ЭКСПЕРТИЗА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СРОКОВ ГОДНОСТИ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНИНЫ И КАЗЫЛЫКА

Е. В. Царегородцева, Г. Н. Усманова, С. Ю. Смоленцев

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. ***Введение.*** От качества мяса-сырья, поступившего на переработку, зависит вкус и сроки хранения готовых мясных продуктов. ***Цель*:** экспертиза конины и казылыка, выработанного из нее. ***Материалы и методы.*** Группу качества у охлажденной конины и степень закисления казылыка устанавливали по уровню pH, после проведения измерений уровня концентрации ионов водорода в средних пробах на приборе «Статус». Степень свежести мяса и казылыка определяли люминесцентным методом анализа по интенсивности свечения, однородности и цвету образцов на приборе «Филин». Устанавливали содержание влаги в сырье и продукте и степень обсемененности микроорганизмами. Исходя из лабораторных исследований определили направление переработки конины в казылык. Провели сортировку сырья, расчет рецептуры и выработали модельную партия продукта. ***Результаты и обсуждение.*** Конина, поступившая на выработку, относилась к качественной группе RSE. Экссудативное мясо соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 по микробиологическим показателям. По уровню pH, значение которого составляло 5,58 единиц, конина соответствовала созревшему мясу с нормальным ходом процесса гликолиза. Свойство конины – легко отдавать собственную влагу – использовали в технологии казылыка для ускорения процесса сушки колбасных батонов. Готовый продукт также соответствовал требованиям ТУ 10.13.14-003-54780900-2017 «Казылык сыровяленый полусухой» по физико-химическим показателям. Установлена микробиологическая безопасность и качество готового продукта. ***Заключение.*** Считаем, что сохранность и безопасность конины может быть обеспечена проведением микробиологических исследований поверхностных и глубоких слоев мяса при входном контроле сырья с дифференциацией мяса на качественные группы. Физико-химические и микробиологические исследования готового продукта позволяют достоверно определить качество казылыка, а также гарантировать высокие технологические свойства готового продукта.

Ключевые слова: конина, казылык, экспертиза, микробиологический контроль, физико-химические исследования

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: *Царегородцева Е. В., Усманова Г. Н., Смоленцев С. Ю.* Экспертиза по определению сроков годности мяса и мясопродуктов на примере исследований конины и казылыка // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2025. Т. 11. № 1. С. 82–91. DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-82-91

EXPERTISE TO DETERMINE THE SHELF LIFE OF MEAT AND MEAT PRODUCTS USING THE EXAMPLE OF RESEARCH ON HORSE MEAT AND KAZYLYK

E. V. Tsaregorodtseva, G. N. Usmanova, S. Yu. Smolentsev

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. ***Introduction.*** The taste and shelf life of finished meat products depend on the quality of raw meat received for processing. Purpose: Expertise for horse meat and kazylyk produced from it. ***Materials and methods***. The quality group of chilled horse meat and the degree of acidification of kazylyk were established by pH level, after measuring the level of hydrogen ion concentration in average samples using the "Status" device. The degree of freshness of meat and kazylyk was determined by the luminescent method of analysis based on the intensity of the glow, uniformity and color of the samples on the Filin device. The moisture content in the raw materials and product and the degree of contamination with microorganisms were determined. Based on laboratory research, the direction of processing horse meat into kazylyk was determined. We sorted the raw materials, calculated the recipe, and developed a model batch of the product. ***Results and discussion***. Horsemeat received for production belonged to the RSE quality group. Exudative meat complied with the requirements of TR CU 021/2011 for microbiological indicators. In terms of pH level, the value of which was 5.58 units, horse meat corresponded to ripened meat with a normal course of the glycolysis process. The property of horse meat to easily release its own moisture was used in kazylyk technology to speed up the drying process of sausage loaves. The finished product also met the requirements of TU 10.13.14-003-54780900-2017 "Semi-dry dry-cured Kazylyk" in terms of physical and chemical parameters. The microbiological safety and quality of the finished product have been established. ***Conclusion***. We believe that the safety and security of horse meat can be ensured by conducting microbiological studies of the surface and deep layers of meat during incoming control of raw materials with differentiation of meat into quality groups. Physicochemical and microbiological studies of the finished product make it possible to reliably determine the quality of kazylyk, as well as guarantee high technological properties of the finished product.

Key words: horse meat, kazylyk, examination, microbiological control, physico-chemical studies

The authors declare no conflict of interest.

For citation: *Tsaregorodtseva E. V., Usmanova G. N., Smolentsev S. Yu.* Expertise to determine the shelf life of meat and meat products using the example of research on horse meat and kazylyk. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 3, pp. 82–91. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30914/2411-9687-2025-11-1-82-91

Введение

Конина считается очень питательной и ценится в различных странах Европы и Азии за свою превосходную пищевую ценность и уникальные сенсорные характеристики. Около 20 % съедобной части составляет белок, а содержание жира составляет всего 6,8 % с преобладанием ненасыщенных жирных кислот (в основном линолевой и линоленовой) и низким содержанием холестерина (59 мг/100 г). Конина также богата железом, фосфором и калием и имеет слегка сладковатый вкус из-за высокого содержания гликогена. Полезные вещества, входящие в состав мяса, улучшают работу кишечника, положительно влияют на метаболизм, а жир лошадей обладает мощным желчегонным эффектом [1]. Конину чаще перерабатывают в сыровяленые продукты, так как эндогенные собственные ферменты мяса способствуют распаду белков и жиров сырого мяса до сложных эфиров, спиртов, кислот, свободных аминокислот, которые улучшают пищевую ценность и вкус ферментированных мясных продуктов [2].

При изготовлении вяленых продуктов не используется тепловая обработка, поэтому изначально в сырье должны отсутствовать вегетативные клетки патогенных бактерий [3]. Потенциальным потребителям конины настоятельно рекомендуется употребление данного вида мяса после проведения ветеринарно-санитарной экспертизы [4; 5]. Степень исходной микробной обсемененности колбасного фарша зависит от санитарно-гигиенических условий производства и соблюдения технологических режимов [6]. В пищевой промышленности Казахстана конина является традиционным пищевым продуктом национальной кухни, из нее готовят бесбармак, колдама, куырдак и мясо по-казахски [7]. Имеющийся спрос населения на сыровяленые продукты из конины в России требует от производителя постоянного поиска инноваций рецептур, технологии с целью минимизации затрат, получения хорошей окупаемости при сохранении качества казылыка [8]. Интенсифицировать процесс производства казылыка предлагается, если проводить массирование сырья, при этом процесс сушки сокращается по времени на 10 суток, за счет более быстрого удаления свободносвязанной влаги из колбасного батона [9]. В Дании рекомендуется сушка казылыка при низкой температуре, чтобы продукт оставался безопасным более длительное время и не вызывал беспокойство прорастанием с последующим ростом бактерий рода *Clostridiumperfringens* [10]. Китайские ученые считают, что соль (NaCl) может эффективно препятствовать размножению патогенных бактерий (таких как *Clostridiumbotulinum, Listeria monocytogenes* и S*taphylococcus aureus*) за счет снижения активности воды (Aw) и подавления образования биогенных аминов, тем самым обеспечивая безопасность и улучшая стабильность при хранении [11].

Российские ученые считают, что свойства конины меняются при хранении в течение 6 месяцев в зависимости от метода замораживания [12]. Ученые Великобритании предложили альтернативные методы продления срока хранения сыровяленых продуктов, включая использование сверхохлаждения (частичная заморозка) и переохлаждения (охлаждение ниже точки замерзания без изменения фазы). При правильном применении и поддержании переохлаждения этот процесс может снизить количество потерь продукта в результате порчи на всех этапах пищевой холодильной цепи [13].

Цель исследования – изучить влияние качества охлажденной конины на качество и безопасность казылыка, используя товароведную оценку физико-химическими методами и микробиологическую экспертизу.

Материалы и методы исследования

В условиях лаборатории технологии и экспертизы продуктов питания животного происхождения Марийского госуниверситета была проведена товароведная и микробиологическая экспертиза конины и казылыка из нее на разных сроках созревания сырья и хранения готового продукта для оценки безопасности по ТР ТС 021/2011 и установления срока годности.

Качество сырья и продукта определяли путем органолептического, инструментального и бактериологического исследования в течение трех месяцев. При помощи люминоскопа «Филин» устанавливали степень свежести конины и казылыка разных сроков хранения.

Массовую долю влаги (МДВ) определяли по ГОСТ 33319-2015. Для установления качественной группы провели измерение pH мяса на преобразователе pH-метрическом «Статус», используя селективный электрод в металлическим наконечником, прокалывая сырье и продукт.

Выработку казылыка и экспертизу на соответствие показателей (внешнего вида, цвета на разрезе, вкуса, запаха, консистенции) проводили согласно ТУ 10.13.14-003-54780900-2017 «Казылык сыровяленый полусухой. Технические условия».

В боксе абактериальной воздушной среды БАВнп-01-«Ламинар-С.» -1,2 (LORICA) проводили разведение и посев полученных суспензий из конины и казылыка на общую бактериальную обсемененность (КМАФАнМ), патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии группы кишечной палочки и энтеробактерии, золотистый стафилококк. Подготовку проб и отбор навесок проводили согласно ГОСТ 26669-85. Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов и учет результатов анализа проводили согласно ГОСТ 10444.15.

Для выявления бактерий группы кишечной палочки провели посев 0,0001 г конины и 1 г казлыка на среду Кесслера (ГОСТ 31747-2012) с дальнейшим посевом на агаризованную среду Эндо.

По классификации кишечных палочек E. coli 0157:H7 относится к энтерогеморрагическим, энтеропатогенным кишечным палочкам, поэтому выявление ее как патогена проводили в конине и готовом казылыке (не подвегнутых тепловой обработке). Для этого 1 мл суспензии пищевого продукта (мяса или колбасы) внесли в 9 мл Грамнегативный бульон (GN-бульон) из разведения 10-1 инкубацию проводили при температуре 37°C в течении 18–24 часов. После термостатирования проводили высев на плотную среду Сорбитол E. coli O157:H7 агар, обладающую дифференциальными и селективными свойствами.

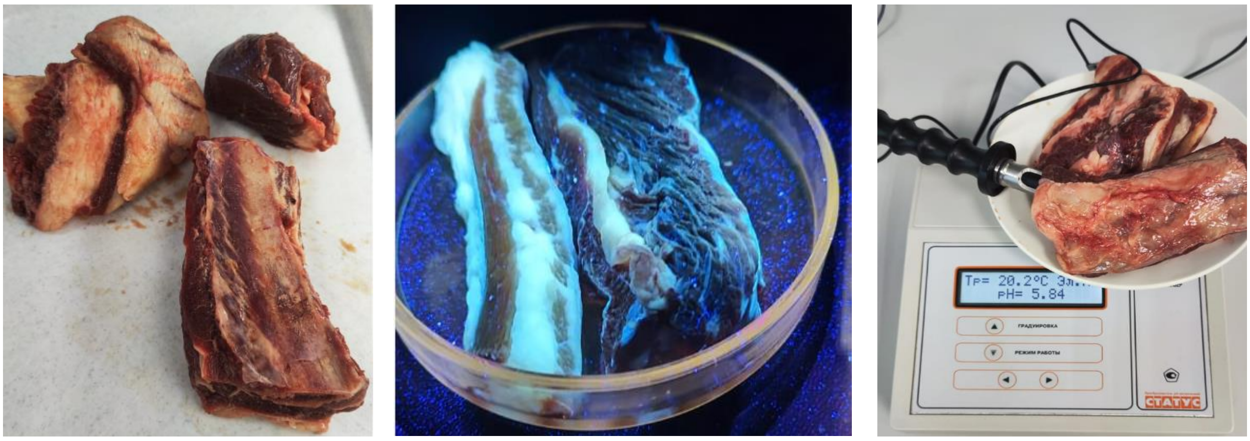
Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков (Staphylococcus aureus) проводили согласно (ГОСТ Р 52815-2007). Средой обогащения являлся Солевой бульон. 1 мл суспензии вносили в 9 мл Солевого бульона. Пробирки с посевами инкубировали при температуре 37° С в течение 18–24 часов. Для идентификации золотистого стафилоккока использовали плотную питательную среду «Питательная среда № 10 ГРМ». Чашки Петри с посевами инкубировали при температуре 37 °С в течение 24–48 часов.

Обсуждение

Конину получают от здоровых животных мясного направления продуктивности. Нагул животных на пастбище способствует получению мраморного мяса с большим количеством жира, расположенного между мышечных волокон по соединительной ткани, таким образом при сортировке конину можно классифицировать как жирную. Массовая доля в жировой ткани в конине достигает 30–50 %, что позволяет вялить мясо, вырабатывая продукт под названием «казылык». Экспертиза свежей конины органолептическими и инструментальными методами, исходя из его внешнего вида, цвета, консистенции, запаха, состояния жира и сухожилий, подтвердила его доброкачественность (рис. 1а). Так, в люминоскопе «Филин» мышечная ткань имела красный цвет, а жир интенсивно-голубой, что подтверждает свежесть сырья (рис. 1б).

По шкале Кауфмана мы отнесли конину к качественной группе RSE (Reddish, Soft, Exudative).

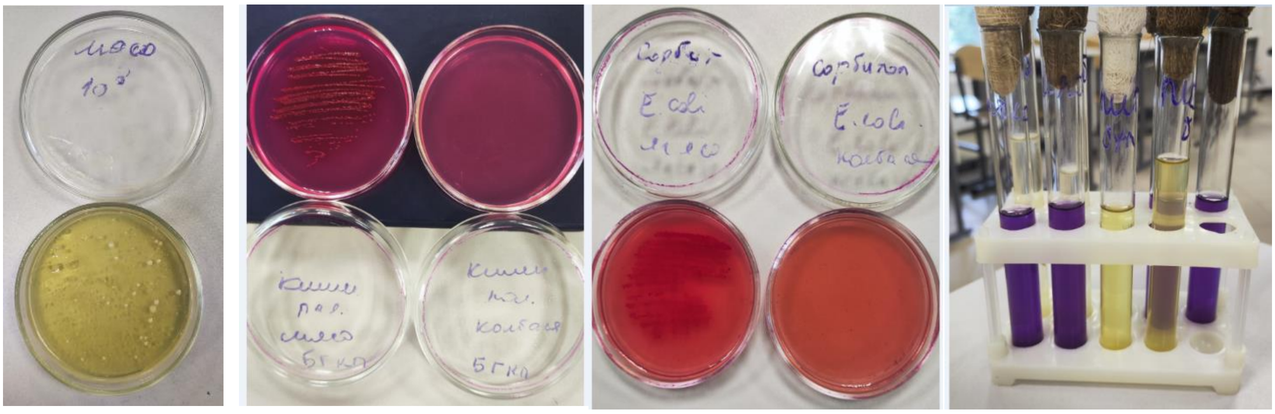
Мышечная ткань имела красный цвет, жировая ткань белый (слегка желтоватый). Ткань была мягкой, так как при нажатии пальцем ямка выравнивалась более чем через 1 минуту. Мясо было экссудативным, так как потери мясного сока составили более 5,0 % при массовой доле влаги в объединенной пробе 66,45±12,64 %. Показания pH-метрии на уровне pH = 5,58±0,3, подтвердили предположение о свежести и мяса и его получении от здорового животного (рис. 1в).



а / a б / b в / v

Рис. 1. Экспертиза конины при входном контроле сырья:
а) органолептическая оценка; б) люминесценция образцов; в) проверка уровня pH /
Fig. 1. Examination of horse meat during incoming control of raw materials:
a) organoleptic evaluation; b) sample luminescence; v) pH level check

Товарная экспертиза мясного сырья была подтверждена микробиологическими исследованиями. На среде КАМАФаМ выросли незначительные колонии, но менее 1000, что свидетельствует о благополучных санитарно-гигиенических условиях производства и хранения мяса (рис. 2а). На среде Эндо не наблюдается рост типичных колоний бактерий группы кишечной палочки (рис. 2б). Провели посев мяса на среду Сорбитол E.coli O 157: H7 для выделения и дифференциации *E.coli* и других энтеробактерий по признаку ферментацииcорбита. На среде типичного роста колоний *E.coli* и энтеробактерий не наблюдается, что свидетельствует о безопасности мяса (рис. 2в). На Кесслера мы не наблюдали изменение цвета среды и накопления газа после термостатрирования при температуре 37 °С, при этом рост грамположительных микроорганизмов слабо выражен, роста бактерий группы кишечной палочки отсутствует (рис. 2г). По данным экспертизы, конина, взятая на переработку в казылык, соответствует по безопасности требованиям технического регламента ТР ТС 021/2011.



а / a б / b в / v г / g

Рис. 2. Микробиологическая экспертиза конины по росту колоний на средах:
а) КАМАФаМ; б) Эндо; в) Сорбитол; г) Кесслера /
Fig. 2. Microbiological examination of horse meat for the growth of colonies on media:
a) CAMAFaM ; b) Endo; v) Sorbitol; g) Kessler

Проведение экспертизы мясного сырья позволило сделать заключение, что вследствие высокой потери мясного сока такое мясо непригодно для розничной торговли в парном или охлажденном виде, его целесообразно подвергать сушке, так как оно легко отдает влагу. Самым оптимальным способом его переработки является изготовление из него копченых и вяленых продуктов.

Изысканным сыровяленым деликатесом из конины признан казылык. В настоящее время это единственная сухая колбаса, в которой полностью отсутствует нитрит натрия, красители, усилители вкуса и ГМО.

При составлении рецептуры казылыка использовали конину с жирностью не более 20 %. Мясо измельчали на куски размером 5–7 см. В состав грубоизмельченного фарша (от массы основного сырья) вносили: соль – 3 %, сахар – 1 % и чеснок – 0,5 %. Фарш забивали в натуральные черева, формируя батоны длиной 40 см. Колбасные батоны в подвешенном состоянии помещали в климатическую камеру на (рис. 3а). Осадку, просаливание и ферментацию проводили при температуре ± 4 °С в течение 5 суток. Далее проводили вяление, при этом в камере создавали влажность воздуха 75 % и слабое движение воздуха со скоростью 0,2 м/с. Когда вес батонов уменьшился на 30–40 % (ориентировочно через 45–50 суток), считали, что казылык готов к употреблению. Средняя скорость вяления (потери веса) составила 1 % в день от первоначальной массы колбасного батона.

Товарная экспертиза готового продукта включала органолептический метод, физико-химические исследования, микробиологический и люминесцентный анализ для установления срока годности колбасного изделия.

Готовые батоны казылыка имели сухую поверхность. Оболочка высохла и плотно прилегала к мясу. На оболочке не было повреждений и пятен, но имелись мелкие складки и выступающие по всей длине батона кусочки конского жира, что является нормой для сухих колбас. На разрезе батона казылык имел плотную и твердую консистенцию, пустоты отсутствовали (рис. 3б).

а / a б / b в / v

Рис. 3. Экспертиза кызылыка: а – товароведная оценка внешнего вида колбасных батонов;
б – органолептический контроль колбасных батонов на разрезе; в – люминисцирование продукта /
Fig. 3. Examination of horse meat during incoming control of raw materials:
a) commodity assessment of the appearance of sausage loaves;
b) organoleptic control of sausage loaves on the cut; v) product luminescence

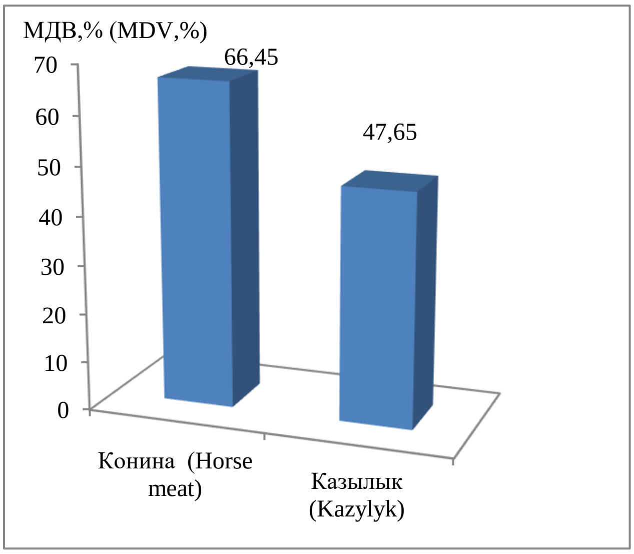
При нарезании казылыка острым ножом под наклоном 60 °, выдерживая толщину ломтиков на уровне 1,5 мм, оценивали органолептические свойства. Цвет продукта был бордовый с включением жира и соединительной ткани молочного цвета и имел естественную красоту сыровяленого мяса. Запах был свойственен данному продукту, с ноткой чеснока. Вкус утонченный, приятный, умеренно солоноватый.

В лучах ультрафиолета в люминоскопе «Филин» жир казылыка имел интенсивно голубой цвет, а мышечная ткань была яркого красного цвета, что свидетельствует о доброкачественности продукта (рис. 3 в).

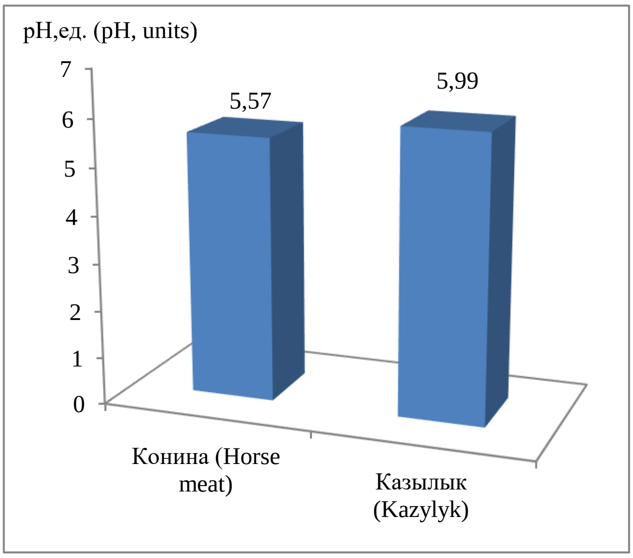
Химическая экспертиза конины и казылыка из него на массовую долю влаги (МДВ) подтвердила достоверное снижение этого показателя в процессе сушки колбасных батонов. Если в мясе массовая доля влаги находилась на уровне 66,45±12,64 %, то в готовом продукте она снизилась на 18,8 % и в среднем составила 47,65±8,38 % (P<0,001) (рис. 4 а). Выделившаяся в процессе сушки свободно связанная влага обеспечила продукту плотную консистенцию и предотвратила доступ влаги для роста микрофлоры.

Рост уровня pH в казылык по сравнению с охлажденной кониной с 5,57±0,45 до 5,99±0,65 единиц (P<0,001) также выступил как барьер, ингибирующий рост нежелательной микрофлоры (рис. 4б). Накопление молочной кислоты в продукте в процессе ферментации конины под действием собственных энзимов способствовал также раскрытию вкусоароматических характеристик колбасы посредством освобождения амино- и жирных кислот.

Для того чтобы убедиться в безопасности готового продукта, были проведены посевы готового продукта на 30 день после изготовления. Провели микробиологические анализы на общее количество микроорганизмов, наличие бактерий группы кишечной палочки, выявление бактерий *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*. По результатам исследований в казылыке на среде КМАФАнМ общее микробное число микроорганизмов соответствовало требованиям ТР ТС 021/2011 и составило $1•10^3$ КОЕ (рис. 5а), однако наблюдался рост нетипичных колоний микроорганизмов, не снижающих качества продукта. На среде Эндо не обнаружен рост колоний грамотрицательных микроорганизмов кишечной палочки (рис. 5б), что свидетельствует о безопасности продукта. Сыровяленые колбасы, согласно требованиям ТР ТС 021/2011, необходимо исследовать на *E. coli*, так как данный вид колбас не подвергается тепловой обработке при высоких температурах. Посев 1,0 г продукта на среду Сорбитол (рис. 5в) не выявил бактерий группы *E. Coli*, что говорит о соблюдении технологии убоя скота и отсутствии фекального загрязнения сырья, воды и технологического оборудования. На питательной среде стафилоккагар не выделены типичные колонии стафилококка (рис. 5в), а следовательно, отсутствует обсеменение продукта посредством перекрестного обсеменения с рук рабочих. Таким образом, сырокопченая колбаса казылык на 30 сутки соответствует требованию ТР ТС 021/2011 по микробиологическим показателям (рис. 5).

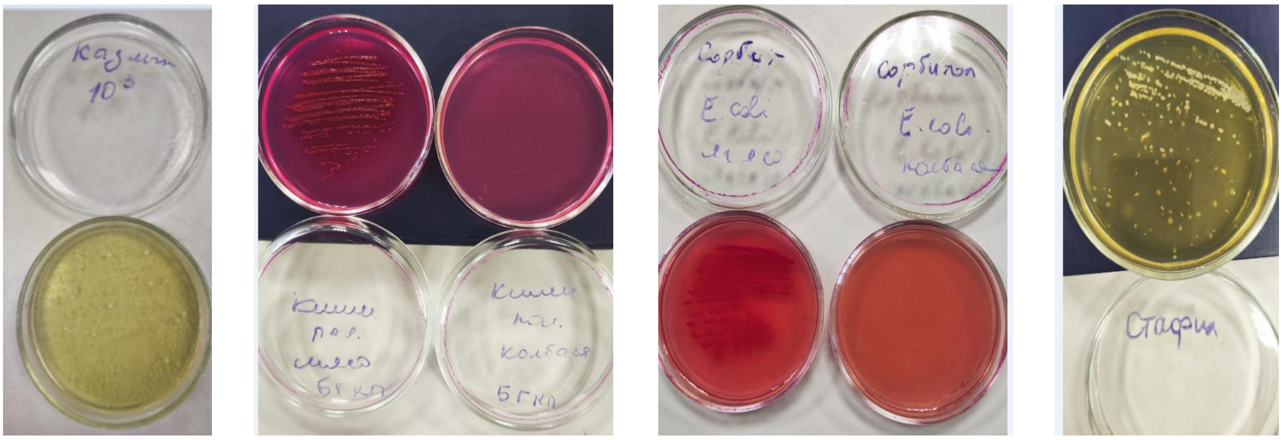


а / a



б / b

Рис. 4. Физико-химическое исследование конины и готовых колбас:
а) массовая доля влаги, %; б) уровень pH, ед. /
Fig. 4. Physico-chemical examination of horse meat and finished sausages:
a) mass fraction of moisture, %; b) pH level, units.



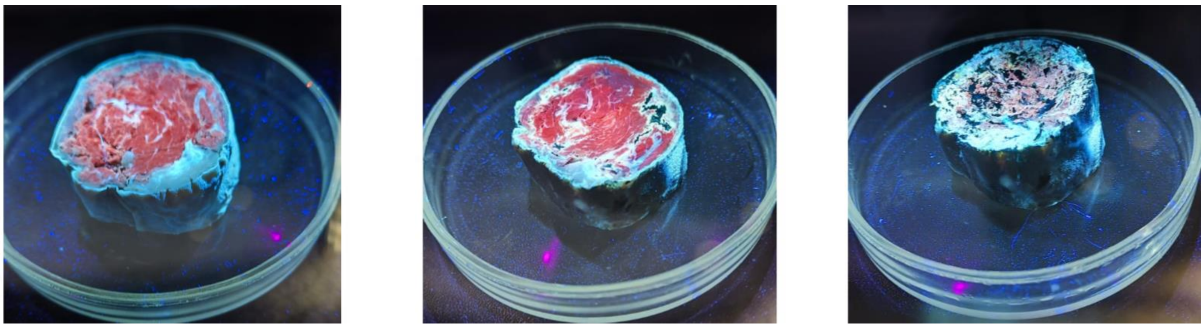
а / a б / b в / v г / g

Рис. 5. Микробиологическая экспертиза кызылыка по росту колоний на средах: а) КАМАФаМ; б) Эндо; в) Сорбитол; г) Стафилококкагар / Fig. 5. Microbiological examination of kyzylyk for colony growth on media: a) CAMAFaM; b) Endo; v) Sorbitol; g) Staphylococcus agar

Также нас интересовали сроки хранения готового продукта. Батоны казылыка после хранения в холодильнике в течение 30 суток при температуре плюс 4 °С визуально имели подсохшую оболочку, которая местами отслаивалась от фарша. Продукт казался более рыхлым, но видимых пустот на разрезе не наблюдалось. В ультрафиолетовых лучах мышечная ткань была красной и блестящей, жир голубого цвета, а вот колбасная оболочка приобрела нежелательный зеленоватый оттенок (рис. 6а). Экспертное заключение следующее: колбаса свежая, но наблюдаются первые признаки порчи оболочки (натуральной черевы) колбасных батонов. Для продления сроков годности рекомендуется замораживание продукта в течение первых 30 суток с момента изготовления. Замороженный продукт рекомендуем хранить в морозильной камере при температуре минус 12 °С в течение года. Вкусовые качества и консистенция колбасы сохранятся полностью при условии размораживания продукта при температуре плюс 2–4 °С.

При последующем хранении колбас при низкой положительной температуре в течение следующих 30 дней наблюдается разрыхление колбасных батонов, появляются пустоты, а черева полностью приобретают зеленый цвет (рис. 6б). Экспертное заключение: колбасы имеют сомнительную свежесть, так как по пустотам и под оболочкой возможен рост микрофлоры, что может привести к отравлению потребителя. К употреблению не рекомендуем. Замороженная колбаса не обезвредит продукт, поэтому допускать до этой стадии не рекомендуем.

В испорченном продукте (при условии хранения колбас при низкой положительной температуре более 90 суток) жир приобретает серый цвет и имеет мажущуюся консистенцию, волокна мышечной ткани теряют блеск и склеиваются между собой, колбасная оболочка покрывается плесенью. (рис. 6в). В ультрафиолетовых лучах видно, что происходит позеленение продукта от периферии к центру батона. Использовать в пищу такой продукт запрещено.



а / a б / b в / v

Рис. 6. Экспертиза казылыка на свежесть на приборе «Филин»: а) свежий; б) сомнительной свежести; в) испорченный / Fig. 6. Examination of kazylyk for freshness using the Filin device: a) fresh; b) questionable freshness; v) spoiled

Считаем, что для продления сроков хранения казылыка его нужно хранить в замороженном виде. Замораживанию при температуре минус 18 °С можно подвергать батоны как сразу по окончании технологического процесса, так и после их хранения в охлажденном состоянии, но не более чем 30 суток.

Заключение

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что качество мяса сырья оказывает прямое влияние на безопасность и микробиологическую стойкость готовых мясных продуктов в течение всего срока годности, а периодическая экспертиза за физико-химическими показателями и микробной обсемененностью позволяет производить и реализовывать качественные продукты.

1. Hidden sugars in the mixture: Effects on microbiota and the sensory characteristics of horse meat sausage / F. Coloretti, C. Chiavari [et al.] // J. LWT. 2019. Vol. 106. Pp. 22–28. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.032

2. Low-salt fermentation improves flavor and quality of sour meat: Microbiology and metabolomics / Q. Wang, X. Li [et al.] // J. LWT – Food Science and Technology. 2022. Vol. 171. Article 114157. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114157

3. Service temperature preservation approach for food safety: Microbiological evaluation of ready meals / A. Ricci, F. Martelli [et al.] // J. Food Control. 2020. Vol. 115. Article 107279. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107297

4. Подвалова В. В., Теребова С. В., Колтун Г. Г. Ветеринар-санитарная экспертиза конины фермерского производства // Актуальные вопросы развития коневодства : матер. конференции (г. Уссурийск, 16–18 сентября 2023 г.). Уссурийск : Приморский государственный аграрно-технологический университет. 2023. С. 76–82. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=56103085 (дата обращения: 06.02.2025).

5. Хатамов А. У., Женихова Н. И. Ветеринарно-санитарная экспертиза конины // Молодежь и наука: Уральский ГАУ, 2021. № 3. Ст. 27. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=46358321 (дата обращения: 06.02.2025).

6. Chuang S., Sheen S. High pressure processing of raw meat with essential oils-microbial survival, meat quality, and models: A review // J. Food Control. 2022. Vol. 132. Article 108529. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108529

7. Жуманбаева Г. С., Агапкин А. М. Товароведная характеристика ассортимента продуктов из конины // Инновационная наука, 2021. № 4. С. 81–85. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tovarovednaya-harakteristika-assortimenta-produktov-iz-koniny?ysclid=m7okgzz27t227418981 (дата обращения: 06.02.2025).

8. Давлетова В. Д., Фролова О. Н. Организация производственного процесса производства казылыка // Приоритетные направления развития экономики и менеджмента: теоретические и практические аспекты : сб. научных статей. Уфа : Башкирский государственный аграрный университет. 2021. С. 195–200. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46553498 (дата обращения: 06.02.2025).

9. Марусина Д. Р. Усовершенствование технологии производства сыровяленой колбасы «Казылык» // Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК : сб. матер. международной научной конференции студентов, аспирантов и учащейся молодежи, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Карла Генриховича Боля, Т. II. Казань : Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана, 2021. С. 115–118. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46492675 (дата обращения: 06.02.2025).

10. Predicting outgrowth and inactivation of lostridium perfringens in meat products during low temperature long time heat treatment / Z. Duan, T. H. Hansen [et al.] // J. International Journal of Food Microbiology. 2016. Vol. 230. Pp. 45–57. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.019

11. Novel NaCl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review / J. Shiliang, S. Hanrui [et al.] // J. Food Chemistry. 2024. Vol. 431. Article 137142. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137142

12. Сравнительная оценка качественных показателей конины в зависимости от способа замораживания / Е. В. Литвинова, И. С. Хусаинов [и др.] // Мясные технологии, 2023. № 11. С. 14–19. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=54912611 (дата обращения: 06.02.2025).

13. Stonehouse G. G., Evans J. A. The useof supercooling for fresh foods: A review // Journal of Food Engineering. 2015. Vol. 148. Pp. 74–79. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.08.007

Статья поступила в редакцию 11.02.2025 г.; одобрена после рецензирования 28.02.2025 г.; принята к публикации 05.03.2025 г.

Об авторах

Царегородцева Елена Васильевна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7715-5380, *elena-zaregor@yandex.ru*

Усманова Гульнара Нургаязовна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры фундаментальной медицины, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0009-0001-0528-0393, *gnmustafina@mail.ru*

Смоленцев Сергей Юрьевич
доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6086-1369, *Smolentsev82@mail.ru*

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Coloretti F., Chiavari C. [et al.] Hidden sugars in the mixture: Effects on microbiota and the sensory characteristics of horse meat sausage. *J. LWT*. 2019, vol. 106, pp. 22–28. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.032

2. Wang Q., Li X. [et al.] Low-salt fermentation improves flavor and quality of sour meat: Microbiology and metabolomics. *J. LWT – Food Science and Technology*, 2022, vol. 171, article 114157. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114157

3. Ricci A., Martelli F. [et al.] Service temperature preservation approach for food safety: Microbiological evaluation of ready meals. *J. Food Control*. 2020, vol. 115, article 107279. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107297

4. Podvalova V. V., Terebova S. V., Koltun G. G. Veterinar-sanitarnaja jekspertiza koniny fermerskogo proizvodstva [Veterinary and sanitary examination of farm-produced horse meat]. *Aktual'nye voprosy razvitija konevodstva* = Current issues in the development of horse breeding, Conference materials, Ussuriysk, 16-18 September 2023, Ussuriysk, Primorsky State Agrarian-Technological University, 2023, pp. 76–82. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=56103085 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

5. Khatamov A. U., Zhenikova N. I. Veterinarno-sanitarnaja jekspertiza koniny [Horse meat veterinary and sanitary examination]. *Molodezh' i nauka* = Youth and Science, 2021, no. 3, article 27. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=46358321 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

6. Shihyu Chuang, Shiowshuh Sheen High pressure processing of raw meat with essential oils-microbial survival, meat quality, and models: A review. *J. Food Control*, 2022, vol. 132, article 108529. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108529

7. Zhumanbaeva G. S., Agapkin A. M. Tovarovednaja harakteristika assortimenta produktov iz koniny [Commodity characteristics of the range of horse meat products]. *Innovatsionnaya nauka* = Innovation Science, 2021, no. 4, pp. 81–85. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tovarovednaya-harakteristika-assortimenta-produktov-iz-koniny?ysclid=m7okgzz27t227418981 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

8. Davletova V. D., Frolova O. N. Organizatsiya proizvodstvennogo protsessa proizvodstva kazylyka [Organization of the production process of kazylyk]. *Prioritetnye napravleniya razvitiya ekonomiki i menedzhmenta* = Priority directions for the development of economics and management: theoretical and practical aspects : collection of scientific articles, Ufa, Bashkir State Agrarian University, 2021, pp. 195–200. Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46553498 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

9. Marusina D. R. Usovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva syrovyalenoi kolbasy “Kazylyk” [Improving the production technology of dry-cured sausage “Kazylyk”]. *Molodezhnye razrabotki i innovatsii v reshenii prioritetnykh zadach APK : sb. mater. mezhdu-narodnoi nauchnoi konferentsii studentov, aspirantov i uchashcheisya molodezhi, posvyashchennoi 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora Karla Genrikhovicha Bolya* = Youth developments and innovations in solving priority problems of agro-industrial complex : proceedings of the international scientific conference of students, postgraduates and students, dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor Karl Heinrichovich Bohl. Vol. II, Kazan, Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, 2021, pp. 115–118 Available at: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46492675 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

10. Duan Z., Hansen T. H. [et al.] Predicting outgrowth and inactivation of lostridium perfringens in meat products during low temperature long time heat treatment. *J. International Journal of Food Microbiology*, 2016, vol. 230, pp. 45–57. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.019

11. J. Shiliang, S. Hanrui [et al.] Novel NaCl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review. *J. Food Chemistry*. 2024, vol. 431, article 137142. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137142

12. Litvinova E. V., Khusainov I. S. [et al.] Sravnitel'naya otsenka kachestvennykh pokazatelei koniny v zavisimosti ot sposoba zamorazhivaniya [Comparative assessment of the quality indicators of horse meat depending on the freezing method]. *Myasnye tekhnologii* = Meat Technologies, 2023, no. 11, pp. 14–19. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=54912611 (accessed 06.02.2025). (In Russ.).

13. Stonehouse G. G., Evans J. A.The useof supercooling for fresh foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 2015, vol. 148, pp. 74–79. (In Eng.). DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.08.007

The article was submitted 11.02.2025; approved after reviewing 28.02.2025; accepted for publication 05.03.2025.

About authors

Elena V. Tsaregorodtseva
Ph. D. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Technology of Meat and Dairy Products, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7715-5380, *elena-zaregor@yandex.ru*

Gulnara N. Usmanova
Ph. D. (Technical Sciences), Associate Professor of the Department of fundamental medicine, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0009-0001-0528-0393, *gnmustafina@mail.ru*

Sergey Yu. Smolentsev
Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Professor of the Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6086-1369, *Smolentsev82@mail.ru*

All authors have read and approved the final manuscript.

Требования к предоставляемому материалу в журнал «Вестник Марийского государственного университета. Серия “Сельскохозяйственные науки. Экономические науки”»

Уважаемые авторы!

Редакционная коллегия журнала просит вас обратить внимание на *следующие требования:*

1. Индекс УДК статьи, код и расшифровка научной специальности.

2. Заглавие на русском и английском языках.

3. Инициалы и фамилия автора(ов) (не более 4-х) (также транслит).

4. **Сведения об авторе(ах)** – фамилия, имя, отчество, место работы (название организации (рус./англ.) должно совпадать с названием в Уставе), город, страна, набирают строчными буквами, светлым курсивом, располагают по центру (также перевод на англ. яз.). При транслитерации ФИО автор должен придерживаться единообразного их написания во всех статьях.

5. **Аннотация**. Набирают строчными буквами, шрифт прямой светлый, располагают по ширине. ***Аннотация должна быть на русском и английском языках***. Текст аннотации должен включать не менее 200–250 слов. Текст должен быть структурированным, т. е. повторять в кратком виде рубрики статьи: ***введение, цель исследования; материалы и методы; результаты, обсуждение; заключение***.

6. **Ключевые слова** (6–10 слов и словосочетаний) выбирают из текста публикуемого материала. Набирают на русском и английском языках строчными буквами, шрифт прямой светлый, располагают отдельной строкой по ширине.

7. **Благодарности** (необязательный элемент статьи). Автор выражает: признательность коллегам, научному руководителю за помощь, благодарность фондам и учреждениям за финансовую поддержку исследования.

8. **Текст статьи** необходимо набирать 14 кг, поля – 2 см, шрифт – Times New Roman, 1,5 интервал). Объем – 10–15 страниц. *В объем входят аннотация, текст, таблицы, рисунки, список литературы*. Статья должна быть структурирована, т. е. содержать введение, цель исследования; материалы и методы; результаты, обсуждение; заключение. Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках. Статья должна содержать *внутритекстовые библиографические ссылки*, оформленные в квадратных скобках, со ссылкой на порядковый номер использованной работы в пристатейном списке литературы, например: [2]. Если ссылка приводится на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указываются также страницы, на которых помещен объект ссылки, например: [2, с. 81]. Если ссылка включает несколько использованных работ, то внутри квадратных скобок они разделяются точкой с запятой, например: [4, с. 15; 5, с. 123].

9. ***Список литературы*** (ГОСТ Р 7.0.5–2008) под заголовком «Литература» (располагается по центру), приводится в конце статьи. Список литературы включает в себя ***не менее 10 наименований***, из них 5 – обязательно научные статьи по соответствующей тематике, изданные за последние 3–5 лет с указанием DOI статьи или ссылкой на нее в Интернете (например, в e-library или «КиберЛенинке»). Издания в списке располагаются по порядку их упоминания в тексте. Далее список литературы транслитерируется и переводится. Внимание! В список литературы помещаются ТОЛЬКО научные статьи и монографии. Учебники, учебные пособия в библиографию не включаются. Также не следует включать в список литературы диссертации и авторефераты диссертаций из-за их труднодоступности для читателя. Источники, федеральные законы, архивные документы, акты, статистические данные литературные произведения оформляются в виде постраничных сносок.

10. Аффилиация авторов Ф. И. О., организация(и), адрес организации(й) (требуется указать все места работы автора, в которых выполнялись исследования (постоянное место, место выполнения проекта и др.)), должность и ученое звание, ORCID ID, электронная почта, телефон, почтовый адрес для отправки авторского экземпляра. Приводится на русском и английском языках.

11. Вклад соавторов. В конце рукописи авторам необходимо включить примечания, в которых разъясняется фактический вклад каждого соавтора в выполненную работу. Порядок указания авторов и соавторов статьи согласуется ими самостоятельно. Приводится на русском и английском языках.

12. Для аспирантов и соискателей необходимо приложить скан отзыва научного руководителя с подписью и печатью. Отзыв научного руководителя не является гарантом опубликования статьи, решение будет приниматься исключительно по результатам двойного слепого рецензирования. Кандидатам, докторам наук сопроводительные рецензии не требуются.

Статьи, оформленные в соответствии с требованиями, необходимо отправлять на *vestnik.margu@mail.ru*

Материалы, оформленные не по требованиям, редакцией не рассматриваются.

Просим обратить внимание! Не допускается направление в редакцию уже опубликованных статей или статей, отправленных на публикацию в другие журналы. В случае обнаружения одновременной подачи рукописи в несколько изданий опубликованная статья будет ретрагирована (отозвана из печати). Мониторинг несанкционированного цитирования осуществляется с помощью систем «Антиплагиат».

Все спорные вопросы решаются в переписке, вся переписка сохраняется.

Телефон для справок: 8 (8362) 68-79-97 (1565)

Проректор по НР – ***Леухин Анатолий Николаевич***
Ответственный секретарь, зав. редакцией научной и учебной литературы – ***Крылова Ольга Сергеевна*** (*vestnik.margu@mail.ru*)

FOR AUTHORS

Dear authors!

Please pay attention to the following requirements:

1. Article **UDC** index.

2. The title is in Russian and English.

3. Initials and surname of the author(s) (no more than 4) (also translit).

4. **Information about the author(s)** – first name, patronymic, and surname, place of work (name of the organization (Rus/Eng) must match the name in the Charter), city, country, should be written in lower-case letters, light italic type, and centered (as well as English translation). When transliterating first and last names, the author must adhere to uniform spelling in all articles.

5. **Abstract**. Lower-case letters, font direct light, a width. The abstract should be in Russian and in English. Abstract should be a minimum of 200–250 words. The text should be structured, that is, should briefly repeat the heading of the article: purpose of the study; materials and methods; results, discussions; conclusion.

6. **Keywords** (6–10 words and phrases) are chosen from the text of the published material. They should be written in the Russian and English languages by lower case letters, font direct light, in the separate line by width.

7. **Acknowledgements** (optional element in the article). The author expresses his gratitude to colleagues or supervisor for help, thanks to funds and institutions for their financial support of the study.

8. **Text of article** should be printed in 14 pt, margins – 2 cm, type – Times New Roman, interval – 1,5). Volume – 10–15 pages. Abstract, text, tables, illustrations and list of references are a part of this amount. The article should be structured, i.e. contain the introduction, the purpose of the study; materials and methods; results, discussion; conclusion. All names, notes and structural elements of graphs, tables, schemes, etc. should be made both in Russian and in English. The article should contain inline bibliographic references, enclosed in square brackets, with reference to the sequence number of the work used in the list of literature, such as: [2]. If the link is to a specific piece of the text, you must specify the page on which the reference object is placed, for example: [2, p. 81]. If the reference includes several works, it is separated by semicolons inside the square brackets, for example: [4, p. 15; 5, p. 123].

9. **References** (GOST R 7.0.5-2008) under the heading “References” (located in the center) is given at the end of the article. The list of references includes no less than 10 titles, 5 of them are research papers on relevant topics, published in the last 3–5 years, with the DOI indicated of the reference to it on the Internet (e.g. e-library). The publications in the list are arranged in order they are mentioned in the text. Then the bibliography is transliterated and translated. Attention! The list of literature contains ONLY scientific articles and monographs. Textbooks and tutorials are not included in the references. Do not include in the list of literature dissertations and abstracts of dissertations because of their inaccessibility to the reader. Sources, federal laws, archival documents, acts, statistics, literary works are made out in the form of footnotes.

10. Author affiliation, full name, organization(s), address of organization(s) (it is required to indicate all the author's places of employment where the research was carried out (permanent place, place of project implementation, etc.)), position and academic title, ORCID ID, e-mail, phone, mailing address for sending the author's copy. It is given both in Russian and in English.

11. Contribution of co-authors. At the end of the manuscript, the authors should include the notes that explain the actual contribution of each co-author to the study done. The order of the authors and co-authors of the article is agreed independently. It is given both in Russian and in English.

12. Graduate students and applicants should attach scanned reviews of the supervisor, signed and stamped. The review of the supervisor does not guarantee publication, the decision will be made solely on the results of the double-blind peer review. Applicants, doctors shouldn’t have accompanying review.

All publications are free.

Articles drawn up in accordance with the requirements, should be sent to e-mail: *vestnik.margu@mail.ru*

The editorial board does not accept materials written with violation of the requirements.

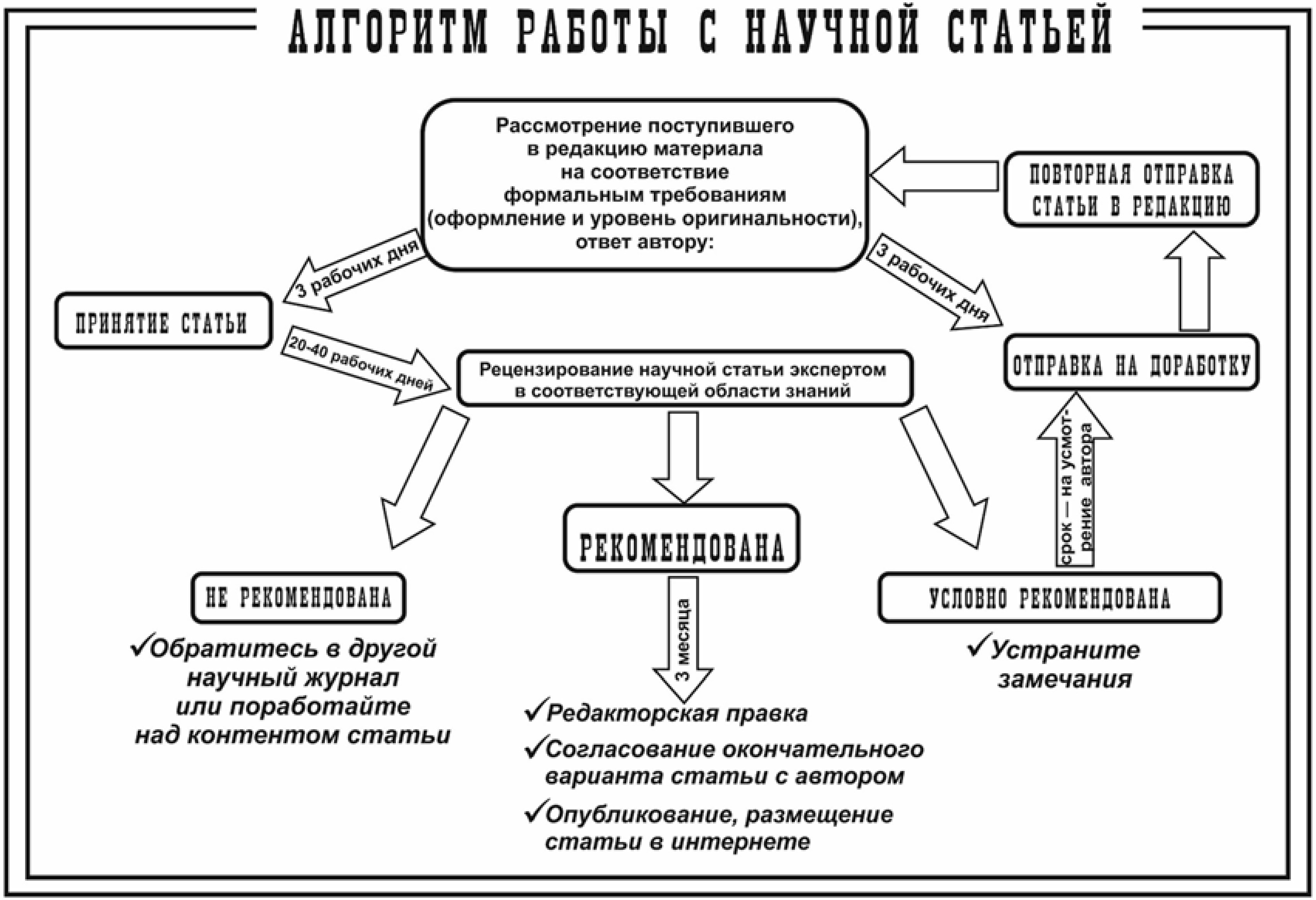
Please pay attention! It is not allowed to send to the editorial board already published articles or articles sent for publication in other journals. If a simultaneous submission of a manuscript to several publications is found, the published article will be retracted (called back from the printing). Monitoring of unauthorized citation is made with the “Anti-plagiarism” systems.

All dispute issues are discussed in correspondence, all correspondence is saved.

Telephone: 8 (8362) 68-79-97 (1565)

Vice-Rector for Research Activity – ***Anatoliy N. Leukhin***

Head of the the editorial board of scientific and educational literature – ***Olga S. Krylova*** (*vestnik.margu@mail.ru*)


АЛГОРИТМ РАБОТЫ С НАУЧНОЙ СТАТЬЕЙ
Рассмотрение поступившего в редакцию материала на соответствие формальным требованиям (оформление и уровень оригинальности), ответ автору:
3 рабочих дня
ПРИНЯТИЕ СТАТЬИ
20-40 рабочих дней
Рецензирование научной статьи экспертом в соответствующей области знаний
3 рабочих дня
ОТПРАВКА НА ДОРАБОТКУ
ПОВТОРНАЯ ОТПРАВКА СТАТЬИ В РЕДАКЦИЮ
НЕ РЕКОМЕНДОВАНА
✓Обратитесь в другой научный журнал или поработайте над контентом статьи
РЕКОМЕНДОВАНА
3 месяца
✓Редакторская правка
✓Согласование окончательного варианта статьи с автором
✓Опубликование, размещение статьи в интернете
УСЛОВНО РЕКОМЕНДОВАНА
срок — на усмотрение автора
✓Устраните замечания