



ISSN 2411-9687

ВЕСТНИК

МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Серия «Сельскохозяйственные науки.
Экономические науки»

VESTNIK

OF THE MARI STATE UNIVERSITY

Chapter "Agriculture. Economics"

Том 10, № 4, 2024

Vol. 10, no. 4, 2024

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 при-
нятия 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 2024 г. № 78.

Подписано в печать 27.12.2024 г.

Дата выхода в свет 27.12.2024 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

© ФГБОУ ВО «Марийский
государственный университет», 2024

ISSN 2411-9687

Том 10. № 4. 2024

Сквозной номер выпуска – 40



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>

Distributed 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 2024 no. 78.
Signed to print 27.12.2024.
Date of publishing 27.12.2024.

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

© Mari State University, 2024

ISSN 2411-9687

Vol. 10, no. 4, 2024
Continuous issue – 40



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).

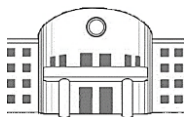
The purpose of the publication is the dissemination of scientific knowledge, information support of scientific achievements in the field of agricultural and economic sciences.

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.



Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

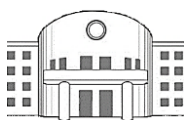
Выходит 4 раза в год

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

Редакционная коллегия:

- | | |
|--|---|
| Бурков Алексей Владимирович | доктор экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), alexey.burkov@gmail.com |
| Газетдинов Миршарип Хасанович | доктор экономических наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет (Казань), mirsharip@yandex.ru |
| Ганиева Ирина Александровна | доктор экономических наук, доцент, Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт (Кемерово), ikolesni@mail.ru |
| Гриб Станислав Иванович | доктор сельскохозяйственных наук, академик Национальной академии наук Беларуси, профессор, иностранный член (академик) РАН, иностранный член Национальной академии аграрных наук Украины, Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси (Жодино, Республика Беларусь), tritcale@tut.by |
| Забиякин Владимир Александрович | доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), zabiyakin@marsu.ru |
| Кадиков Ильнур Равилевич | доктор биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), vnivi@mail.ru |
| Козлова Людмила Михайловна | доктор сельскохозяйственных наук, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (Киров), zemledele_niish@mail.ru |
| Курманова Лилия Рашидовна | доктор экономических наук, доцент, Башкирский государственный университет (Уфа), kurmanova_ugaes@mail.ru |
| Лисицын Евгений Михайлович | доктор биологических наук, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (Киров), edaphic@mail.ru |
| Марчук Андрей Станиславович | доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Университет естественных наук (Люблин, Польша), roman@ibmer.waw.pl |
| Марьина-Чермных Ольга Геннадьевна | доктор биологических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), oly6045@yandex.ru |
| Матвеева Елена Лаврентьевна | доктор биологических наук, доцент, Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязева (ИЭУП) (Казань), matveeva@ieml.ru |
| Матросова Лилия Евгеньевна | доктор биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), M.Lilia.Evg@yandex.ru |
| Новоселов Сергей Иванович | доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), serg.novoselov2011@yandex.ru |
| Полухина Анна Николаевна | доктор экономических наук, доцент, Поволжский государственный технологический университет (Йошкар-Ола), PoluhinaAN@volgatche.net |
| Привалов Федор Иванович | доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси (Жодино, Республика Беларусь), privalov_f@tut.by |
| Романюк Вацлав | доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт технологических и естественных наук (Фаленты, Польша), roman@ibmer.waw.pl |
| Савиных Петр Алексеевич | доктор технических наук, профессор, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (Киров), peter.savinyh@mail.ru |
| Саитов Вадим Расимович | доктор биологических наук, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (Казань), sinsavara@yandex.ru |
| Сарычева Татьяна Владимировна | доктор экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), tvdolmatova@bk.ru |
| Смоленцев Сергей Юрьевич | доктор биологических наук, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), smolentsev82@mail.ru |
| Урбан Эрома Петрович | доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, профессор, Научно-практический центр по земледелию Национальной академии наук Беларуси (Жодино, Республика Беларусь), nprz@tut.by |
| Andrea Chajkova | Ph D, Университет Кирилла и Мефодия (Трнава, Словацкая Республика), Andrea.Cajkova@vsdanubius.sk |
| Швецов Андрей Владимирович | доктор экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (Йошкар-Ола), shvetsoff@rambler.ru |
| Шешегова Татьяна Кузьмовна | доктор биологических наук, старший научный сотрудник, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (Киров), immumitet@fanc-sv.ru |
| Щенникова Ирина Николаевна | доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (Киров), i.schennikova@mail.ru |
| Changzhong Ren | доктор наук, иностранный член Российской академии наук, академик, Байченская академия сельскохозяйственных наук (провинция Цзилинь, Китай) |



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

Published since 2015

Founder and publisher: Mari State University

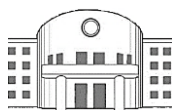
The journal is issued 4 times a year

Editor-in-chief: **Galina A. Batalova**, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation, g.batalova@mail.ru

Executive editor: **Olga S. Krylova**, Ph. D. (Philology), Head of the the editorial board of scientific and educational literature, Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation, vestnik.margu@mail.ru

E d i t o r i a l b o a r d :

Aleksey V. Burkov	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), aleksey.burkov@gmail.com
Mirsharip H. Gazetdinov	Dr. Sci. (Economics), Professor, Kazan State Agricultural University (Kazan), mirsharip@yandex.ru
Irina A. Ganieva	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Kemerovo State Agricultural Institute (Kemerovo), ikolesni@mail.ru
Stanislav I. Grib	Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Professor, Foreign Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Foreign Member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Research and Practical Center for Arable Farming of the National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Republic of Belarus), triticale@tut.by
Vladimir A. Zabiyaikin	Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), zabiyaikin@marsu.ru
Ilnur R. Kadikov	Dr. Sci. (Biology), Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), vnivi@mail.ru
Lyudmila M. Kozlova	Dr. Sci. (Agriculture), Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky (Kirov), zemledel_niish@mail.ru
Liliya R. Kurmanova	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Bashkir State University (Ufa), kurmanova_uages@mail.ru
Eugene M. Lisitsyn	Dr. Sci. (Biology), Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky (Kirov), edaphic@mail.ru
Anzhei S. Marchuk	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, University of Life Sciences (Lublin, Poland), roman@ibmer.waw.pl
Olga G. Maryina-Chernykh	Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), oly6045@yandex.ru
Elena L. Matveeva	Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov (IEML) (Kazan), matveeva@ieml.ru
Liliya E. Matrosova	Dr. Sci. (Biology), Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), M.Lilia.Evg@yandex.ru
Sergey I. Novoselov	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), serg.novoselov2011@yandex.ru
Anna N. Polukhina	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Volga State University of Technology (Yoshkar-Ola), PoluhinaAN@volgatech.net
Fedor I. Privalov	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Research and Practical Center for Arable Farming of the National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Republic of Belarus), privalov_f@tut.by
Vatslav Romanyuk	Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Institute of Technology and Life Sciences (Falenty, Poland), roman@ibmer.waw.pl
Petr A. Savinykh	Dr. Sci. (Engineering), Professor, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky (Kirov), peter.savinykh@mail.ru
Vadim R. Saitov	Dr. Sci. (Biology), Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (Kazan), sinsavara@yandex.ru
Tatyana V. Sarycheva	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), tvdolmatova@bk.ru
Sergey Yu. Smolentsev	Dr. Sci. (Biology), Mari State University (Yoshkar-Ola), smolentsev82@mail.ru
Eroma P. Urban	Dr. Sci. (Agriculture), Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Research and Practical Center for Arable Farming of the National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Republic of Belarus), npz@tut.by
Andrea Chajkova	Ph. D., University of St. Cyril and Methodius (Trnava, Slovak Republic), Andrea.Cajkova@vsdanubius.sk
Andrey V. Shvetsov	Dr. Sci. (Economics), Associate Professor, Mari State University (Yoshkar-Ola), shvetsoff@rambler.ru
Tatyana K. Sheshegova	Dr. Sci. (Biology), Senior Researcher, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky (Kirov), immumitet@fanc-sv.ru
Irina N. Shchennikova	Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky (Kirov), i.schennikova@mail.ru
Changzhong Ren	Ph. D., Foreign Member of the Russian Academy of Sciences, Academician, Baicheng Academy of Agricultural Sciences (Jilin Province, China)



СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ 325

Я. Г. Анаников, С. Д. Батанов, Н. А. Атнабаева

Яичная продуктивность кур-несушек кроссов ломанн браун-классик,
браун ник, корал, супер ник..... 325

Р. А. Жаксалыков, М. В. Заболотных

Влияние экструдированных комбикормов
на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы..... 334

Н. А. Кислицына

Ветеринарно-санитарная оценка яиц перепелов
при использовании в рационе янтарной кислоты..... 341

Н. Н. Кузьмина, О. Ю. Петров, Н. К. Швецова

Эффективность применения антиоксиданта «Дигидрокверцетин»
в производстве продукции птицеводства 349

Е. Н. Майорова, И. Р. Кадиков, Э. И. Семёнов, А. А. Корчемкин

Содержание тяжелых металлов и микроэлементов
в мышцах и печени цыплят-бройлеров
при отравлении токсичными элементами на фоне применения сорбентов..... 357

Р. М. Потехина, С. Ю. Смоленцев

Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса цыплят-бройлеров
при применении в рационе нового композиционного препарата «НКП»..... 364

О. В. Трудюлова, Е. А. Мерзлякова, Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов

Анализ уровня вакцинированности животных,
находящихся в ориентировочных размерах санитарно-защитных зон
сибиреязвенных захоронений на территории Удмуртской Республики 371

Л. Ф. Якупова, Э. К. Папуниди, А. Х. Волков, С. Ю. Смоленцев

Влияние СВЧ-обработки ячменя, содержащего микотоксины,
на его химический состав и обменную энергию, и продуктивность перепелов .. 382

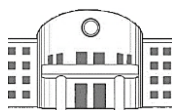
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ 390

М. В. Казаковцева, Ю. М. Лаптева

Многомерный статистический анализ стоимости жилья
Приволжского Федерального округа на вторичном рынке 390

К. О. Петров, А. А. Смирнов, О. Ю. Петров

Стратегия развития предприятия химической промышленности
в условиях санкционной политики Европейского Союза..... 400



CONTENTS

AGRICULTURE 325

Ya. G. Ananikov, S. D. Batanov, N. A. Atnabaeva

Egg productivity of laying hens of crosses lomann braun-classic,
braun nick, coral, super nick 325

R. A. Zhaxalykov, M. V. Zabolotnykh

Influence of extruded compound feed
on the metabolism of highly productive black and white breed 334

N. A. Kislitsyna

Veterinary and sanitary evaluation of quail eggs
when using succinic acid in the diet 341

N. N. Kuzmina, O. Yu. Petrov, N. K. Shvetsova

The effectiveness of the antioxidant "Dihydroquercetin"
in the production of poultry products 349

E. N. Mayorova, I. R. Kadikov, E. I. Semenov, A. A. Korchemkin

The content of heavy metals and trace elements in the muscles and liver
of broiler chickens during poisoning with toxic elements against
the background of the use of sorbents 357

R. M. Potekhina, S. Yu. Smolentsev

Veterinary and sanitary examination of broiler chicken meat
when using a new composite preparation "NKP" in the diet 364

O. V. Trudolubova, E. A. Merzlyakova, Yu. G. Krysenko, I. S. Ivanov

Analysis of the level of vaccination of animals located
in the approximate sizes of sanitary protection zones of anthrax graves
on the territory of the Udmurt Republic 372

L. F. Yakupova, E. K. Papunidi, A. Kh. Volkov, S. Yu. Smolentsev

Influence of microwave treatment of barley containing mycotoxins
on its chemical composition, metabolic energy and productivity of quail 382

ECONOMICS 390

M. V. Kazakovtseva, Yu. M. Lapteva

Multivariate statistical analysis of the cost of housing
in the Volga Federal District on the secondary market 390

K. O. Petrov, A. A. Smirnov, O. Yu. Petrov

Strategy for the development of the chemical industry in the context
of the sanctions policy of European Union 400



СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRICULTURE

УДК 636.5.034

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-325-333

ЯИЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУР-НЕСУШЕК КРОССОВ ЛОМАНН БРАУН-КЛАССИК, БРАУН НИК, КОРАЛ, СУПЕР НИК

Я. Г. Анаников, С. Д. Батанов, Н. А. Атнабаева

Удмуртский государственный аграрный университет, г. Ижевск, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Исследованиями выявлена динамика уровня яйценоскости и качественных параметров пищевого яйца у птицы с разным генотипом в условиях промышленного производства. Определенная изменчивость показателей свидетельствует о целесообразности исследования и выявления лимитирующих значений качества яиц для дальнейшей разработки селекционных программ «усиления» яичной продуктивности. **Цель исследования** – оценка яичной продуктивности и физико-морфологических показателей яиц кур разных кроссов в ходе продуктивного периода. **Материалы и методы.** Объектом исследования явились куры-несушки промышленного стада кроссов «Ломанн Браун-Классик», «Браун Ник», «Корал» и «Супер Ник». Объем выборочной совокупности – 300 кур-несушек. Были изучены величина яичной продуктивности и физико-морфологические особенности яиц по общепринятым методикам. **Результаты и обсуждения.** Куры белых кроссов имели более высокую (на 1,3–3,2 %) яйценоскость по сравнению с коричневыми кроссами. Масса яйца кур-несушек кроссов Корал и Супер Ник была достоверно меньше на 3,8 % и 5,0 % по сравнению с курами коричневых кроссов. Максимальная толщина скорлупы яиц была выявлена у коричневых кроссов – 0,448 мм и 0,451 мм, что достоверно выше, чем показатель у белых кроссов – на 4,9 % и 11,6 %. Коричневые кроссы птицы имели максимальное значение массы белка 35,9 г и 35,4 г, что достоверно выше, чем масса белка яиц птицы белых кроссов на 4,7 %–7,0 %. Масса желтка в яйце птицы коричневых кроссов имела аналогичную закономерность. Индексы белка и желтка больше у яиц птицы белых кроссов – 12,0 % и 12,1 %, чем у коричневых кроссов кур. **Заключение.** Продуктивность кур и морфометрические показатели яиц линейно детерминированы генотипом птицы и максимально проявляются при взаимодействии: генотип – полноценное кормление – оптимальный микроклимат.

Ключевые слова: куры, кросс, физико-морфологические показатели, яичная продуктивность

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Анаников Я. Г., Батанов С. Д., Атнабаева Н. А. Яичная продуктивность кур-несушек кроссов ломанн браун-классик, браун ник, корал, супер ник // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 325–333. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-325-333>

EGG PRODUCTIVITY OF LAYING HENS OF CROSSES LOMANN BRAUN-CLASSIC,
BRAUN NICK, CORAL, SUPER NICK

Ya. G. Ananikov, S. D. Batanov, N. A. Atnabaeva

Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. Introduction. The dynamics of egg production level and quality parameters of edible eggs in poultry with different genotype have been revealed under conditions of industrial production. Certain variability of indicators highlights the need to study and identify the limiting values of egg quality for the purpose of further development the breeding programmes for ‘strengthening’ egg productivity. **The purpose of the research** is to assess egg productivity and physical and morphological parameters of chicken eggs of different crosses during their productive period. **Materials and methods.** The object of the study was the breeds of young chicken crosses “Lomann Brown-Classic”, “Brown Nick”, “Coral” and “Super Nick” in industrial flock. The volume of sampling population was 300 birds. Egg productivity rate and physical and morphological features of eggs were studied according to generally accepted methods. **Results and discussions.** Hens of white crosses had higher (by 1.3–3.2 %) egg productivity in comparison to brown crosses. The egg weight in laying hens of Coral and Super Nick crosses was significantly lower by 3.8 % and 5.0 % in comparison to brown crosses. The maximum egg shell thickness was found in brown crosses – 0.448 mm and 0.451 mm, which was significantly higher than that of white crosses – by 4.9 % and 11.6 %. Brown crosses of poultry had the maximum value of albumen weight of 35.9 g and 35.4 g, which is significantly higher than the albumen weight of white crosses eggs by 4.7 % and 7.0 %. Yolk weight in the egg of brown crosses had a similar pattern. Egg albumen and yolk indices were 12.0 % and 12.1 % higher in eggs of white crossbred than in brown crossbred chickens. **Conclusion.** Productivity of hens and morphometric indices of eggs are linearly determined by the genotype of the bird and are maximally manifested at interaction: genotype – full feeding – optimal microclimate.

Keywords: hens, cross, physical and morphological parameters, egg productivity

Acknowledgements. The study was carried out with financial support from the Russian Science Foundation within the framework of scientific project No. 23-26-00184.

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Ananikov Ya. G., Batanov S. D., Atnabaeva N. A. Egg productivity of laying hens of crosses lomann braun-classic, braun nick, coral, super nick. *Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 325–333. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-325-333>

Введение

Эффективная работа в условиях современных птицефабрик, в первую очередь, возможна при рациональном использовании генетического потенциала птицы на основе селекционных достижений и создания оптимальных условий содержания и кормления [8; 9; 13].

На основе многочисленных исследований проанализированы параметры, которые оказывают непосредственное влияние на формирование количественных и качественных характеристик яичной продуктивности кур-несушек, в том числе факторы, влияющие на процесс формирования яйца, так и на объем и качество уже сформированного яйца. Данные факторы предопределены генотипом (кроссом) птицы, кроме того, повышение биологического потенциала возмож-

но только при взаимодействии факториального сочетания: генотип – полноценное кормление – соответствующий микроклимат [1; 2; 3; 14]. Соответственно, в условиях интенсивного использования кур-несушек, используя современные методы и приемы селекционного прогресса, высок прогноз получения генетически обусловленной яйценоскости [5].

Некоторая вариативность морфометрических показателей пищевого яйца, выявленная у птицы с разным генотипом в единой среде выращивания и содержания, свидетельствуют о целесообразности исследования и выявления лимитирующих значений качества яиц для дальнейшей разработки селекционных программ «усиления» продуктивности без изменения высоких пищевых и биологических качеств яиц. Соответственно,

появилась необходимость в разработке новых критериев отбора птицы, биологических тестов для оценки уровня проявления генетически заложенных продуктивных признаков, общего физического состояния птицы начиная еще с раннего возраста [6; 7]. Одним из инновационных способов оптимизации селекционных программ является эффективное использование математических методов, что позволяет повысить точность оценки генотипа, ускорить темпы селекционного прогресса [4; 10]. В птицеводстве получило распространение применение математических моделей для оценки уровня яичной продуктивности и компонентов яйца [4; 11; 12].

Таким образом, современные условия промышленного птицеводства «требуют» увеличения продуктивного срока «эксплуатации» кур, количественной составляющей яичной продуктивности, сохранения и «усиления» качественных показателей яйца, соответственно, необходимостью явилось углубленное изучение изменчивости морфометрических показателей, механизмов их формирования и условий, влияющих на процессы у кур разной генетики.

В связи с этим **целью исследования** явилась оценка яичной продуктивности и физико-морфологических показателей яиц кур кроссов «Ломанн Браун-Классик», «Браун Ник», «Корал», «Супер Ник» в ходе продуктивного периода.

Материалы и методы

Научные исследования проводились в промышленном птицеводческом предприятии ООО «Сарапульская птицефабрика» г. Сарапул Удмуртской Республики. Объектом исследования явились куры-несушки промышленного стада кроссов «Ломанн Браун-Классик», «Браун Ник», «Корал» и «Супер Ник». Объем выборочной совокупности птицы составил 300 кур-несушек. Для исследований яичной продуктивности и качественных характеристик яиц были сформированы четыре группы кур-несушек промышленного стада в зависимости от принадлежности к кроссу.

Содержание кур-несушек промышленного стада анализируемых кроссов осуществляется в основных производственных корпусах, оборудованных клеточными батареями в трехъярусном исполнении. Параметры микроклимата в помещениях для кур-несушек соответствовали

рекомендациям по содержанию птицы данных кроссов.

Для кормления кур-несушек применяется сухой концентратный тип при использовании полнорационных комбикормов. Используется трехфазная схема нормирования рецептур комбикормов. Производство комбикормов организовано в собственном кормоцехе предприятия. При нормировании рецептов выбран вариант баланса питательных и минеральных веществ комбикормов на основе пшеницы как доминирующего компонента. Нормирование кормления специалистами осуществляется согласно рекомендациям по содержанию кур данных кроссов.

Величину продуктивности кур-несушек разных кроссов (яйценоскость на среднюю и начальную несушку, средняя масса яйца) рассчитывали как среднее значение показателей, взятых за соответствующий промежуток времени: 26, 52 и 72 недели.

Оценку физико-морфологических показателей яиц проводили в период достижения максимальной интенсивности яйцекладки кур – 42 недели. Для оценки качества яиц в три смежных дня равномерно отбирали с различных ярусов клеток и участков птичника по 30 штук непосредственно из клеток. Оценку яиц проводили по следующим физико-морфологическим показателям: масса яйца, масса (относительная) составных частей яйца, индекс формы яйца, толщина скорлупы, высота плотного белка и желтка, индекс белка и желтка. Определение показателей проводили следующим образом: массу яйца и его составных частей путем взвешивания на электронных весах с точностью до 0,1 г; индекс формы яйца – с помощью штангенциркуля; толщину скорлупы – с помощью прибора ПУД-1; качество белка определяли по высоте плотного белка, большому и малому диаметрам, высоту плотного белка – при выливании содержимого яйца на плоское стекло, качество желтка – по высоте и среднему диаметру – высотомером и кронциркулем. Индекс белка и желтка рассчитывали методом деления его высоты на средний диаметр.

Результаты исследования, обсуждения

Куриное яйцо является одним из «поставщиков» не только биологически полноценного белка, витаминов, минеральных веществ, но и поли- и

монокенасыщенных и насыщенных жирных кислот. Весь спектр потенциально необходимых для организма человека питательных веществ распределен в составных частях яйца: скорлупа, белок, желток, на формирование которых воздействуют разного рода факторы.

Показатели, характеризующие интенсивность использования и яичную продуктивность кур-несушек, представлены в таблице 1 и 2.

Анализ продуктивности кур изучаемых кроссов показал прямую зависимость от генотипа величин яйценоскости на среднюю и начальную несушку.

Таблица 1 / Table 1

Продуктивность кур-несушек / Productivity of laying hens

Показатель / Indicator	Кроссы ремонтного молодняка / Breeding young chicken crosses					
	Ломанн Браун-Классик / Lohmann Brown-Classic			Браун Ник / Brown Nick		
	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)
Живая масса в 40 недель, г	1965,5±43,2	8,7	1850,4–2081,3	1948,1±34,7	7,6	1816,8–1993,5
Яйценоскость на среднюю несушку, шт	323,9±4,2	9,6	315,6–331,4	329,4±3,8	7,3	312,5–340,0
Яйценоскость на начальную несушку, шт	308,2±3,4	10,8	286,5–318,4	309,1±3,9	6,4	296,4–317,0
Интенсивность яйценоскости, %	90,7			91,7		
Средняя масса яйца, г	64,2±0,38	6,5	58,7–67,3	63,8±0,32	6,2	58,0–67,1
Затраты корма на 10 шт. яиц, кг	1,37±0,31	3,7	1,31–1,46	1,31±0,35	4,0	1,24–1,42

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

Следует отметить, что куры белых кроссов (Корал, Супер Ник) имели более высокую (на 1,3–3,2 %) яйценоскость на среднюю несушку по сравнению с коричневыми кроссами. При этом более высокую яйценоскость (312,8 шт.) на начальную несушку имели куры кросса Супер Ник при интенсивности яйценоскости 92,3 %.

Исследованиями установлено, что с увеличением яйценоскости кур снижается масса яиц, что является биологической закономерностью для яичных кроссов. Следовательно, от кур белых кроссов получено более мелкое яйцо.

При этом масса яйца кур-несушек кросса Корал была достоверно ($p < 0,001$) меньше на 5,6 % и 5,0 % по сравнению с курами кроссов Ломан Браун-Классик и Браун Ник, масса яйца, полученного от кур-несушек кросса Супер Ник меньше ($P < 0,01$) на 4,4 % и 3,8 % соответственно.

Затраты корма на 10 яиц были выше у кур кроссов Ломан Браун-Классик и Браун Ник на 10,2 % и 6,1 % соответственно по сравнению с кроссом Корал и на 8,7 % и 4,6 % соответственно выше, чем у кур-несушек кросса Супер Ник.

Таблица 2 / Table 2

Продуктивность кур-несушек / Productivity of laying hens

Показатель / Indicator	Кроссы ремонтного молодняка / Breeding young chicken crosses					
	Корал / Coral			Супер Ник / Super Nick		
	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min-max)
1	2	3	4	5	6	7
Живая масса в 40 недель, г	1896,4±36,9*	9,3	1710,4–1958,3	1796,7±45,4*	8,6	1618,5–1864,2
Яйценоскость на среднюю несушку, шт	334,4±4,5	5,6	321,5–347,1	333,6±3,1	6,4	323,5–341,4
Яйценоскость на начальную несушку, шт	298,4±4,1	4,0	290,2–311,6	312,8±2,7	4,7	300,6–321,4
Интенсивность яйценоскости, %	92,9			92,3		

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Средняя масса яйца, г	60,6±0,44***	6,0	56,4–65,3	61,4±0,41**	6,2	57,0–66,3
Затраты корма на 10 шт. яиц, кг	1,23±0,26	4,3	1,14–1,32	1,25±0,23	3,4	1,16–1,33

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

Анализ полученных результатов показывает, что генетические особенности оказывают определенное влияние на последующую яичную продуктивность кур-несушек промышленного стада. Нами были изучены качественные показатели яиц кур анализируемых кроссов в возрасте 42 недели (таблица 3; 4).

Масса яйца как физический параметр является косвенным показателем пищевой и товарной цен-

ности, поскольку «размер» данного продукта питания, вероятнее всего, будет влиять на величину показателей морфологической составляющей.

Анализ таблицы показал, что достоверно высокую массу яйца имеют куры белых кроссов, в том числе максимальную – кросс кур Ломанн Браун-Классик – 61,2 г, что на 6,0 % больше массы яйца кур кросса Корал ($P < 0,001$) и на 4,6 % больше, чем у кросса кур Супер Ник ($P < 0,01$).

Таблица 3 / Table 3

Физико-морфологические параметры яиц кур-несушек /
Physical and morphological parameters of laying hens eggs

Показатель/ Indicator	Кроссы / Crosses					
	Ломанн Браун-Классик / Lohmann Brown-Classic			Браун Ник / Brown Nick		
	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min–max)	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min–max)
1	2	3	4	5	6	7
Масса яйца, г	61,2±0,38	6,8	51,7–70,2	60,3±0,32	6,5	49,6–68,2
Большой диаметр яйца, см	6,2±0,02	4,8	5,3–7,1	6,3±0,03	4,4	5,4–7,3
Малый диаметр яйца, см	4,9±0,02	3,7	3,7–6,0	4,7±0,02	3,2	3,7–5,6
Индекс формы яиц, %	79,0±0,42	3,3	75,3–82,0	74,6±0,39	3,0	72,5–79,2
Масса скорлупы, г	8,5±0,04	7,0	7,6–9,4	8,0±0,06	7,3	7,1–8,8
Относительная масса скорлупы, %	13,9±0,17	7,1	12,5–14,6	13,3±0,20*	7,3	12,8–14,1
Средний показатель толщины скорлупы, мм	0,448±0,003	4,7	0,436–0,480	0,451±0,005	5,0	0,443–0,488
Масса белка, г	35,9±0,47	10,0	34,2–38,6	35,4±0,41	9,3	34,4–38,5
Относительная масса белка, %	58,7±0,35	8,9	57,1–59,7	58,7±0,37	8,1	57,3–59,6
Высота плотного белка, мм	8,5±0,16	16,3	7,8–9,2	8,7±0,13	14,2	8,4–9,4
Диаметр белка большой, мм	82,4±0,61	9,1	77,4–86,7	82,7±0,58	8,7	77,3–87,0
Диаметр белка малый, мм	76,3±0,63	7,6	71,8–81,2	76,8±0,58	6,7	72,0–81,3
Индекс белка, %	10,7±0,11	11,7	9,2–11,8	10,9±0,09*	10,3	9,4–12,0
Масса желтка, г	16,8±0,15	7,6	16,2–18,0	16,9±0,17	6,7	16,0–17,8
Относительная масса желтка, %	27,4±0,17	7,3	25,5–28,5	28,0±0,20*	6,2	27,2–29,3

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Высота желтка, мм	19,3±0,22	9,3	18,4–20,4	19,7±0,21	7,7	19,3–21,3
Диаметр желтка, мм	40,1±0,33	7,3	38,2–41,7	40,4±0,31	8,0	38,5–41,6
Индекс желтка, %	48,1±0,34	8,9	47,1–49,5	48,7±0,37	8,0	47,4–49,7

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

Таблица 4 / Table 4

Физико-морфологические параметры яиц кур-несушек /
Physical and morphological parameters of laying hens eggs

Показатель / Indicator	Кроссы / Crosses					
	Корал / Coral			Супер Ник / Super Nick		
	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min–max)	$\bar{x} \pm m_x$	Cv, %	Lim (min–max)
Масса яйца, г	57,5±0,44***	6,4	46,4–63,7	58,4±0,41**	6,4	47,1–64,5
Большой диаметр яйца, см	6,0±0,04*	4,6	5,2–6,8	6,1±0,03*	4,2	5,0–7,0
Малый диаметр яйца, см	4,6±0,03**	3,4	3,5–5,6	4,8±0,02*	3,3	3,7–6,2
Индекс формы яиц, %	76,6±0,46	2,7	73,1–81,2	78,80±0,41	3,2	74,1–82,5
Масса скорлупы, г	7,8±0,05**	6,5	6,7–8,5	8,1±0,06	6,3	7,3–8,8
Относительная масса скорлупы, %	13,6±0,16	6,3	12,7–14,0	13,9±0,14	6,0	13,2–14,8
Средний показатель толщины скорлупы, мм	0,426±0,004**	3,3	0,412–0,440	0,396±0,002***	2,7	0,386–0,412
Масса белка, г	33,4±0,35***	8,5	29,6–36,0	34,2±0,34*	8,0	31,4–36,2
Относительная масса белка, %	58,1±0,40	7,3	57,0–59,7	58,6±0,36	6,8	57,1–60,0
Высота плотного белка, мм	9,4±0,15**	13,0	8,8–10,0	9,5±0,17***	11,8	9,0–10,4
Диаметр белка большой, мм	81,3±0,54	8,2	74,2–85,9	81,4±0,69	8,0	73,7–85,0
Диаметр белка малый, мм	75,9±0,49	6,5	70,5–80,1	75,4±0,61	6,2	69,2–81,4
Индекс белка, %	12,0±0,09***	9,4	11,3–13,6	12,1±0,13***	7,3	11,0–13,4
Масса желтка, г	16,3±0,15***	6,1	15,5–17,1	16,1±0,13**	5,4	15,0–16,6
Относительная масса желтка, %	28,3±0,18**	5,9	27,4–29,7	27,6±0,16	6,2	26,0–29,0
Высота желтка, мм	20,4±0,15***	6,3	19,4–21,4	20,2±0,13***	5,8	19,3–21,0
Диаметр желтка, мм	42,5±0,41*	8,6	38,7–46,6	42,3±0,45*	9,1	37,8–46,1
Индекс желтка, %	48,0±0,28	7,5	46,8–49,1	47,8±0,31	7,8	46,0–49,8

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

Индекс формы яйца – это показатель, оказывающий определенное влияние на количество белка и желтка, соответственно, на соотношение данных частей, поскольку индекс дает представление о форме яйца.

Яйцо, имеющее вытянутую или округлую форму (крупное и мелкое яйцо), плохо укладывается в «кассеты», соответственно, увеличива-

ется вероятность появления «поломок и недостатков» яйца, как следствие – вероятность микробиальной обсемененности.

Наши исследования показали, что более округлую форму имеют яйца кур-несушек кроссов «Ломан-Браун-Классик» – 70,0 % и Супер Ник – 78,8 %, более вытянутую – яйца кур кроссов – Браун Ник – 74,6 % и Корал – 76,6 %.

Толщина скорлупы яйца – основной показатель, который является «гарантом» грамотно организованного кормления птицы, особо по балансу кальция и фосфора. Исследования показали, что на данную величину, кроме фактора кормления, особо повлияла и генетическая составляющая.

Так, максимальная величина толщины скорлупы была выявлена у коричневых кроссов – 0,448 мм и 0,451 мм, что достоверно выше (($P < 0,01$) ($P < 0,001$)), чем показатель белых кроссов – на 4,9 % и 11,6 %. Яйцо является биологически полноценным объектом, благодаря наличию в нем питательных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. Белки яйца биологически полноценные благодаря оптимальному соотношению аминокислотного состава.

Жиры яйца имеют достаточное количество полиненасыщенных жирных кислот. В яйце содержатся почти известные витамины. Масса белка и масса желтка в анализируемых кроссах птицы показала особое влияние генетического фактора. Так, коричневые кроссы птицы (Ломан-Браун-Классик и Браун Ник) имели максимальное значение величины белка 35,9 г и 35,4 г, соответственно, что достоверно выше (($P < 0,05$) ($P < 0,001$)), чем масса белка яиц птицы белых кроссов на 4,7 %–7,0 %. Масса желтка в яйце птицы коричневых кроссов имела аналогичную закономерность – достоверно выше (($P < 0,05$)

($P < 0,01$)) у птицы кроссов Ломан-Браун-Классик и Браун Ник. Рассчитанные нами индексы белка и желтка показали, что более достоверно ($P < 0,001$) высокое значение индекса белка имеют яйца птицы кроссов Корал и Супер Ник – (12,0 % и 12,1 %) по сравнению с показателем яиц кур кросса Ломан Браун-Классик, ввиду достоверно ($P < 0,01$) большей высоты плотного белка 9,4 мм и 9,5 мм, коричневые кроссы уступали по данному показателю на 1,1 %–1,4 %. Индекс желтка яиц кур-несушек анализируемых кроссов не имел существенных различий и варьировал в пределах 47,8 %–48,7 %.

Заключение

Изучив величину яичной продуктивности и качественные характеристики яйца разных кроссов, мы выявили: куры белых кроссов (Корал, Супер Ник) имели более высокую (на 1,3–3,2 %) яйценоскость на среднюю несушку по сравнению с коричневыми кроссами. При этом более высокую яйценоскость (312,8 шт.) на начальную несушку имели куры кросса Супер Ник. Индексы белка и желтка показали высокое значение у яиц птицы кроссов Корал и Супер Ник – 12,0 % и 12,1 %, ввиду достоверно ($P < 0,01$) большей высоты плотного белка 9,4 мм и 9,5 мм, коричневые кроссы уступали по данному показателю на 1,1 %–1,4 %. Индекс желтка яиц кур-несушек анализируемых кроссов не имел существенных различий и варьировал в пределах 47,8 %–48,7 %.

1. Андрианова Е. Н., Егоров И. А. Оптимизация уровня синтетического лизина в комбикормах для бройлеров // Птицеводство. 2019. № 1. С. 20–23. URL: <https://elibrary.ru/yqnneu?ysclid=m4gv1mxqco821243677> (дата обращения: 08.10.2024).
2. Астраханцев А. А., Исупова Н. В. Рост и развитие ремонтного молодняка и его влияние на последующую яичную продуктивность кур-несушек // Вестник Ижевской ГСХА. 2019. № 4 (45). С. 14–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24986326&ysclid=m4gv732ifs973981621> (дата обращения: 08.10.2024).
3. Астраханцев А. А., Перевозчиков М. А., Наумова В. В. Качество пищевых яиц при различной продолжительности фаз в кормлении кур-несушек // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (58). С. 185–190. DOI <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-185-190>
4. Определение числовых значений экстерьера с использованием мобильных систем и информационных технологий / И. А. Баранова, С. Д. Батанов [и др.] // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 3 (47). С. 16–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-chislovyh-znacheniy-eksteriera-s-ispolzovaniem-mobilnyh-sistem-i-informatsionnyh-tehnologiy?ysclid=m4gvq3m69l433261731> (дата обращения: 08.10.2024).
5. Белая М. В., Лозовский А. Р. Оценка реализации генетического потенциала продуктивности кур-несушек кросса «Хайсекс Браун» // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2 (1). С. 581–586. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24123414> (дата обращения: 08.10.2024).
6. Бессарабов Б. Ф. Недостаток макро- и микроэлементов у птиц // Био. 2002. № 7. С. 10–12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25771481> (дата обращения: 08.10.2024).
7. Гречкина В. В. Роль аминокислот в кормлении сельскохозяйственной птицы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (94). С. 333–336. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-aminokislot-v-kormlenii-selskohozyaystvennoy-ptitsy-obzor?ysclid=m4gwpc4dmn625669071> (дата обращения: 08.10.2024).

8. Харлап С. Ю., Лоретц О. Г., Горелик О. В. Эффективность выращивания цыплят яичной породы «Ломан ЛСЛ-Классик» разного происхождения // Аграрный вестник Урала. 2017. № 2 (156). С. 66–70. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29027541> (дата обращения: 08.10.2024).
9. Царенко П. П., Васильева Л. Т. Эволюция качества куриного яйца // Животноводство России. 2009. № 1. С. 21–22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25349406&ysclid=m4gx5gchpa735813347> (дата обращения: 08.10.2024).
10. Batanov S. D., Baranova I. A. [et al.] The influence of morphological parameters of eggs on the results of incubation // BIO Web of Conferences. 2024. Vol. 118. Article 01027. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411801027>
11. Morphological indicators of egg quality of chickens at different ages and their interrelation in the reproductive period / S. Batanov, I. Baranova, O. Starostina [et al.] // AIP Conference Proceedings. 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, 21–22 July 2021). Ussuriysk, 2022. Vol. 354. Pp. 848–855. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-91405-9_94 (дата обращения: 08.10.2024).
13. Kolanczyk M. Kolanczyk M. Uniform eggs from uniform hens // Would Poultry. 2010. № 7. Pp. 14–15.
14. Romanyk H. M., Fedorovych V. V. Quality indicators of eggs of lohmann brown and lohmann sandy crossbreeds // Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology. 2020. № 21 (1). С. 162–167.

Статья поступила в редакцию 05.11.2024 г.; одобрена после рецензирования 27.11. 2024 г.; принята к публикации 03.12.2024 г.

Об авторах

Анаников Янис Гаврилович

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

Батанов Степан Дмитриевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технология переработки продукции животноводства, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая д. 11), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>, stepanbatanov@mail.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. Andrianova E. N., Egorov I. A., Shevyakov A. N. Optimizatsiya urovnya sinteticheskogo lizina v kombikormakh dlya broilerov [The optimization of dietary level of synthetic lysine for broilers]. *Ptitsevodstvo* = Poultry Farming, 2019, no. 1, pp. 20–23. Available at: <https://elibrary.ru/yqnneu?ysclid=m4gv1mxqco821243677> (accessed 08.10.2024). (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://elibrary.ru/item.asp?id=24986326&ysclid=m4gv732ifs973981621> (accessed 08.10.2024). (In Russ.).
3. Astrakhantsev A. A., Perevozchikov M. A., Naumova V. V. Kachestvo pishchevykh yaits pri razlichnoi prodolzhitel'nosti faz v kormlenii kurnonesushek [Quality of food eggs in case of different duration of feeding phases of laying hens]. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2022, no. 2 (58), pp. 185–190. (In Russ.). DOI <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-2-185-190>
4. Baranova I. A., Batanov S. D. [et al.] Opredelenie chislovykh znachenii ekster'era s ispol'zovaniem mobil'nykh sistem i informatsionnykh tekhnologii [Determination of the exterior's numerical values by mobile systems and information technologies using]. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve* = Technics and technology in animal husbandry, 2022, no. 3 (47), pp. 16–20. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-chislovykh-znacheniy-eksteriera-s-ispolzovaniem-mobilnykh-sistem-i-informatsionnykh-tehnologiy?ysclid=m4gvq3m69l433261731> (accessed 08.10.2024). (In Russ.).
5. Belaya M. V., Lozovskiy A. R. Otsenka realizatsii geneticheskogo potentsiala produktivnosti kur-nesushek krossa “Khaiseks Braun” [Assessment of efficiency of realization of genetic potential productivity of laying hens cross “Hisex Brown”]. *Sovremennye*

problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education, 2015, no. 2 (1), pp. 581–586. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24123414> (accessed 08.10.2024). (In Russ.).

6. Bessarabov B. F. Nedostatok makro- i mikroelementov u ptits [Deficiencies of macro- and microelements in birds]. *Bio* = Bio, 2002, no. 7, pp. 10–12. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25771481> (дата обращения: 08.10.2024). (In Russ.).

7. Grechkina V. V. Rol' aminokislot v kormlenii sel'skokhozyaistvennoi ptitsy [The role of amino acids in poultry feeding (review)]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University = Proceedings of the Orenburg State Agrarian University, 2022, no. 2 (94), pp. 333–336. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-aminokislot-v-kormlenii-selskohozyaystvennoy-ptitsy-obzor?ysclid=m4gwpc4dmn625669071> (accessed 08.10.2024). (In Russ.).

8. Kharlap S.Yu., Lorets O.G., Gorelik O. V. Effektivnost' vyrashchivaniya tsyplyat yaichnoi porody "Loman LSL-Klassik" raznogo proiskhozhdeniya [The efficiency of rearing hensof "lomann lsl-classic" breed of different origin]. *Agrarnyi vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals, 2017, no. 2 (156), pp. 66–70. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29027541> (accessed 08.10.2024). (In Russ.).

9. Tsarenko P.P., Vasilieva L.T. Evolyutsiya kachestva kurinogo yaitsa [Evolution of the quality of chicken eggs]. *Zhivotnovodstvo Rossii* = Animal Husbandry in Russia, 2009, no. 1, pp. 21–22. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25349406&ysclid=m4gx5gchpa735813347> (accessed 08.10.2024). (In Russ.).

10. Batanov S. D., Baranova I. A. [et al.] The influence of morphological parameters of eggs on the results of incubation. *BIO Web of Conferences*, 2024, vol. 118, article 01027. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411801027>

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. '1 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, 21–22 July 2021. Ussuriysk, 2022, vol. 354, pp. 848–855. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-91405-9_94 (accessed 08.10.2024).

13. Kolanczyk M. Kolanczyk M. Uniform eggs from uniform hens. *Would Poultry*, 2010, no. 7, pp. 14–15.

14. Romanyk H. M., Fedorovych V. V. Quality indicators of eggs of lohmann brown and lohmann sandy crossbreeds. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 2020, no. 21 (1), pp. 162–167.

The article was submitted 05.11.2024; approved after reviewing 27.11.2024; accepted for publication 03.12.2024.

About 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

Stepan D. Batanov

Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department Technology of Animal Production Processing, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-6662-2414>, stepanbatanov@mail.ru

Natalya A. Atnabaeva

Ph. D. (Philology), 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.natalya@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619:616:577:636.0.34

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-334-340

**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ****Р. А. Жаксалыков^{1,2}, М. В. Заболотных¹**¹Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Российская Федерация²Ветеринарная станция города Петропавловска,Управление ветеринарии акимата Северо-Казахстанской области,
г. Петропавловск, Республика Казахстан

Аннотация. Введение. На сегодняшний день одной из важных задач в молочном скотоводстве является улучшение кормления высокопродуктивных коров, при этом необходимо уделять особое внимание обмену веществ. У высокопродуктивных коров идет большая нагрузка на организм, таким животным необходимы сбалансированные рационы, которые должны составляться с учетом молочной продуктивности и живой массы. У животных с высокой молочной продуктивностью часто наблюдается нарушение обмена веществ, что приводит к различным заболеваниям. В кормлении животных должны использоваться корма высокого качества. При составлении рационов в основном уделяют внимание соотношению и количеству питательных веществ, не учитывая усвояемость питательных веществ. Самым эффективным способом повысить усвояемость питательных веществ на сегодняшний день является экструдирование. На сырье воздействуют высоким давлением и температурой в результате происходят качественные и питательные улучшения, а также повышается усвояемость питательных веществ. **Целью** нашей работы является выявление изменений биохимического состава сыворотки крови у высокопродуктивных коров черно-пестрой породы при введении в рацион экструдированных комбикормов. **Материалы и методы.** Объектом исследования являлись высокопродуктивные коровы черно-пестрой породы. Для проведения исследования было сформировано три опытные и одна контрольная группы. Опытные группы получали дополнительно к основному рациону 1,0;1,5;2,0 кг экструдированного комбикорма. Изменение метаболических процессов в организме высокопродуктивных коров черно-пестрой породы, которым вскармливали экструдированные комбикорма в разном объеме, мы изучили, используя биохимические показатели сыворотки крови: общий белок, альбумин, аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, холестерин, амилаза. **Результаты и обсуждения.** На основании полученных результатов было установлено, что экструдированные комбикорма способствуют повышению молочной продуктивности на 10–20 %. Оптимальная дача экструдированного комбикорма составляет 1,5 кг. **Заключение.** Вскармливание экструдированных комбикормов в объеме 1,0–1,5 кг не оказывает отрицательного влияния на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы.

Ключевые слова: экструдированные комбикорма, обмен веществ, высокопродуктивные коровы, сыворотка крови, черно-пестрая порода

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Жаксалыков Р. А., Заболотных М. В. Влияние экструдированных комбикормов на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 334–340. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-334-340>

**INFLUENCE OF EXTRUDED COMPOUND FEED
ON THE METABOLISM OF HIGHLY PRODUCTIVE BLACK AND WHITE BREED****R. A. Zhaxalykov^{1,2}, M. V. Zabolotnykh¹**¹Omsk State Agrarian University named after. P. A. Stolypin, Omsk, Russian Federation²Veterinary Station of the City of Petropavlovsk, Veterinary Department of the Akimat
of the North Kazakhstan Region, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

Abstract. Introduction. Today, one of the important tasks in dairy farming is to improve the feeding of highly productive cows, and it is necessary to pay special attention to metabolism. Highly productive cows put a lot of

stress on the body; such animals need balanced diets, which should be formulated taking into account milk production and live weight. Animals with high milk production often experience metabolic disorders, which leads to various diseases. High quality feed should be used in feeding animals. When formulating diets, attention is mainly paid to the ratio and quantity of nutrients, without taking into account the digestibility of nutrients. The most effective way to increase nutrient absorption today is extrusion. The raw materials are exposed to high pressure and temperature, resulting in quality and nutritional improvements and increased nutrient absorption. **The purpose** of our work is to identify changes in the biochemical composition of blood serum in highly productive black-and-white cows when extruded feed is introduced into the diet. **Materials and methods.** The object of the study were highly productive cows of the black-and-white breed. To conduct the study, three experimental and one control groups were formed. The experimental groups received 1,0;1,5;2,0 kg of extruded feed in addition to the main diet. We studied the changes in metabolic processes in the body of highly productive black-and-white cows, which were fed extruded feed in different volumes, using biochemical indicators of blood serum: total protein, albumin, aspartateaminotransferase, alanineaminotransferase, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, glucose, cholesterol, amylase. **Results and discussions.** Based on the results obtained, it was found that extruded feed contributes to an increase in milk productivity by 10,0–20,0 %. The optimal yield of extruded feed is 1,5 kg. **Conclusion.** Feeding extruded feed in a volume of 1,0–1,5 kg does not have a negative effect on the metabolism of highly productive black-and-white cows.

Keywords: extruded feed, metabolism, highly productive cows, blood serum, black and white breed

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Zhaxalykov R. A., Zabolotnykh M. V. Influence of extruded compound feed on the metabolism of highly productive black and white breed. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 334–340. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-334-340>

Введение

На животноводческих фермах одной из главных задач является увеличение продуктивности животных. Повысить продуктивность возможно только при полноценном кормлении. Принятые в хозяйствах рационы не всегда полностью удовлетворяют потребность в питательных веществах и не всегда отвечают физиологическим потребностям животных, что приводит к различным нарушениям обмена веществ, снижению продуктивности и перерасходу кормов. Уровень обмена веществ оказывает непосредственное влияние на превращение большого количества энергии и питательных веществ корма в молоко [1; 2].

Применение инновационных технологий и современного оборудования способствует развитию молочного скотоводства. Одним из инновационных способов подготовки кормов к скармливанию является экструзионная обработка.

Включение в рационы молочных коров экструдированных кормов способствует повышению продуктивности на 20–25 % [3]. В. В. Зайцев утверждает, что использование экструдирован-

ных комбикормов в кормлении высокопродуктивных животных уменьшает проблемы дисфункции рубца, а именно ацидоза, руминита и др., это связано с тем, что экструдированные комбикорма содержат меньше крахмала и больше белка [4].

Целью нашей работы является изучение обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы при введении в рацион экструдированных комбикормов.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись высокопродуктивные коровы черно-пестрой породы. Исследования проводились в условиях Северо-Казахстанской области. В хозяйстве было сформировано 3 опытные и 1 контрольная группа, в которых было по 10 высокопродуктивных коров черно-пестрой породы, которые являлись аналогами по продуктивности, живой массе, возрасту и дате отела. Животные контрольной группы получали основной рацион по принятым в хозяйстве нормам с учетом их продуктивности и живой

массы, а животные опытных групп дополнительно к основному рациону получали 1; 1,5; 2 кг экструдированного комбикорма. Экструдированный комбикорм состоял из равных частей ячменя и кукурузы, то есть в соотношении 1:1. Перед началом опыта, а затем через каждые 2 месяца отбирали кровь утром перед раздачей кормов. В сыворотке крови определялись следующие показатели: общий белок, альбумин, аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, холестерин, амилаза. Анализ сыворотки крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе GS100, производства компании Genrui

Biotech Inc. (КНР). Молочную продуктивность коров учитывали посредством проведения контрольной дойки раз в месяц. Результаты исследования обрабатывали с использованием Microsoft Excel.

Результаты исследования, обсуждения

Молочная продуктивность взаимосвязана с обменными процессами, происходящими в организме животных [5; 6]. Данные контрольных доений испытуемых высокопродуктивных коров черно-пестрой породы, в зависимости от количества дачи экструдированного комбикорма представлены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы, килограмм, ($\bar{x} \pm S_x$) /
Milk productivity of black and white cows, kilogram, ($\bar{x} \pm S_x$)

Месяц лактации / Lactation month	Группы / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
1	2	3	4	5
До начала опыта	16,78 $\pm$ 0,50	16,85 $\pm$ 0,58	16,76 $\pm$ 0,63	16,85 $\pm$ 0,51
Сентябрь	17,08 $\pm$ 0,75	19,23 $\pm$ 0,84	19,62 $\pm$ 0,73	18,74 $\pm$ 0,93
Октябрь	19,61 $\pm$ 0,97	22,24 $\pm$ 0,98	23,15 $\pm$ 0,90	21,68 $\pm$ 0,97
Ноябрь	17,44 $\pm$ 1,12	21,44 $\pm$ 0,92	22,12 $\pm$ 0,92	19,81 $\pm$ 1,08
Декабрь	16,36 $\pm$ 0,86	20,41 $\pm$ 0,90	21,51 $\pm$ 0,87*	18,10 $\pm$ 1,01
Итого	17,62$\pm$1,52	20,83$\pm$1,44	21,86$\pm$1,69	19,58$\pm$1,68
Увеличение		+3,21	+4,24	+1,96

* $P \leq 0,001$

Как мы видим из таблицы 1, коровы группы Опытная II, которые дополнительно к основному рациону получали 1,5 кг экструдированного комбикорма на протяжении всего опыта имели более высокие удои. В конце опыта по количеству среднесуточного удоя коровы группы Опытная II превосходили контрольную на 23,9 % при $P \leq 0,001$. Опытные группы превосходят контрольную по среднесуточному удою, что свидетельствует о положительном влиянии экструдированных комбикормов на продуктивность. Так, средний удой за 4 месяца лактации у групп Опытная I, Опытная II, Опытная III больше, чем у контрольной группы на 15,4; 19,4; 10 % соответственно.

Результаты биохимического анализа сыворотки крови дают нам полную картину о протекающих обменных процессах в организме животных.

Показатели белкового обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы представлены в таблице 2.

Общий белок является главным индикатором протекающих физиологических процессов и обеспеченности организма животного питательными веществами [7; 8]. Содержание общего белка в крови коров на протяжении опыта было в пределах референсных значений (61,60–82,20 г/л). В группе Опытная III содержание общего белка в сыворотке крови в конце опыта стало выше нормы, а именно 82,54 г/л, что свидетельствует об избыточном количестве в рационах сырого протеина, при этом уменьшилось содержание альбуминов с 35,37 Ед/л до 34,17 Ед/л. Это говорит о том, что повышение общего белка идет за счет глобулиновых фракций. У опытных животных

увеличилась активность АСТ и АЛТ с течением лактации, это связано с повышением активности ферментов переаминирования. Так, в сыворотке крови контрольной группы АСТ увеличилась от 52,60 Ед/л до 53,87 Ед/л, а в Опытных от 52,53 Ед/л до 54,74 Ед/л к концу опыта, а АЛТ в контрольной группе от 29,23 Ед/л до 31,10 Ед/л, в Опыт-

ных от 29,17 Ед/л до 32,96 Ед/л к концу опыта. В конце опыта содержание в сыворотке крови АЛТ у группы Опытная II было выше, чем в контрольной, на 5,6 % при $P \leq 0,05$.

Показатели минерального обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы представлены в таблице 3.

Таблица 2 / Table 2

Показатели белкового обмена веществ, ($\bar{x} \pm S_x$) / Indicators for protein metabolism, ($\bar{x} \pm S_x$)

Показатель / Indicator	Группа / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
Перед началом опыта / Before starting the experiment				
Общий белок, г/л	73,80 $\pm$ 2,78	73,63 $\pm$ 2,52	73,51 $\pm$ 2,50	73,72 $\pm$ 2,74
Альбумин, г/л	35,39 $\pm$ 1,11	35,31 $\pm$ 1,00	35,14 $\pm$ 1,17	35,37 $\pm$ 1,13
АСТ, Ед/л	52,60 $\pm$ 0,95	52,62 $\pm$ 1,33	52,61 $\pm$ 0,91	52,53 $\pm$ 0,87
АЛТ, Ед/л	29,23 $\pm$ 0,56	29,26 $\pm$ 0,73	29,20 $\pm$ 0,49	29,17 $\pm$ 0,50
2 месяц опыта / 2 months of experience				
Общий белок, г/л	74,36 $\pm$ 3,36	74,81 $\pm$ 3,29	74,96 $\pm$ 2,92	75,60 $\pm$ 2,72
Альбумин, г/л	35,46 $\pm$ 0,99	36,23 $\pm$ 1,40	36,58 $\pm$ 2,67	35,72 $\pm$ 1,09
АСТ, Ед/л	53,05 $\pm$ 0,94	53,47 $\pm$ 0,97	53,61 $\pm$ 0,96	53,35 $\pm$ 0,85
АЛТ, Ед/л	30,64 $\pm$ 0,55	30,89 $\pm$ 0,57	30,98 $\pm$ 0,57	30,83 $\pm$ 0,49
Конец опыта / End of the experience				
Общий белок, г/л	75,39 $\pm$ 4,11	76,49 $\pm$ 3,60	78,08 $\pm$ 3,84	82,54 $\pm$ 3,30
Альбумин, г/л	35,98 $\pm$ 1,13	37,43 $\pm$ 2,01	37,65 $\pm$ 2,45	34,17 $\pm$ 0,87
АСТ, Ед/л	53,87 $\pm$ 0,98	54,67 $\pm$ 0,81	54,74 $\pm$ 0,74	54,33 $\pm$ 0,95
АЛТ, Ед/л	31,10 $\pm$ 0,52	32,92 $\pm$ 0,45	32,96 $\pm$ 0,43*	32,71 $\pm$ 0,53

* $P \leq 0,05$

Таблица 3 / Table 3

Показатели минерального обмена веществ, ($\bar{x} \pm S_x$) / Indicators for mineral metabolism, ($\bar{x} \pm S_x$)

Показатель / Indicator	Группа / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
1	2	3	4	5
Перед началом опыта				
Кальций, ммоль/л	2,60 $\pm$ 0,10	2,61 $\pm$ 0,13	2,59 $\pm$ 0,11	2,60 $\pm$ 0,10
Фосфор, ммоль/л	1,60 $\pm$ 0,06	1,59 $\pm$ 0,06	1,60 $\pm$ 0,05	1,60 $\pm$ 0,08
Щелочная фосфатаза, Ед/л	62,05 $\pm$ 3,34	61,95 $\pm$ 2,67	61,97 $\pm$ 2,73	62,12 $\pm$ 2,56
2 месяц опыта				
Кальций, ммоль/л	2,71 $\pm$ 0,13	2,74 $\pm$ 0,12	2,80 $\pm$ 0,16	2,75 $\pm$ 0,19

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Фосфор, ммоль/л	1,62±0,07	1,69±0,05	1,72±0,05	1,70±0,07
Щелочная фосфатаза, Ед/л	63,32±3,58	64,88±2,70	67,58±2,72	64,84±2,55
Конец опыта				
Кальций, ммоль/л	2,85±0,15	2,94±0,11	3,01±0,11	2,92±0,21
Фосфор, ммоль/л	1,68±0,05	1,76±0,05	1,81±0,03*	1,76±0,07
Щелочная фосфатаза, Ед/л	69,18±3,57	72,04±3,04	78,39±2,36*	73,03±3,90

*P≤0,05

У высокопродуктивных животных часто наблюдается нарушение кальциево-фосфорного обмена, что приводит к отрицательным последствиям. В сыворотке крови коров группы Опытная II к концу опыта увеличилось количество кальция по сравнению с контрольной группой на 5,3 %, а по сравнению с группой Опытная I и Опытная III – на 2,3; 3,0 % соответственно. В конце опыта содержание в сыворотке крови фосфора у группы Опытная II было выше, чем в контрольной, на 7,2 % при P≤0,05.

У коров группы Опытная II, которым скармливали дополнительно к основному рациону 1,5 кг экструдированного комбикорма к концу опыта увеличилось количество щелочной фосфатазы по сравнению с контрольной группой на 11,7 %, а по сравнению с группой Опытная I и Опытная III – на 8,1; 6,8 % соответственно.

Показатели углеводно-жирового обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы представлены в таблице 4.

Таблица 4 / Table 4

Показатели углеводно-жирового обмена веществ, (x±Sx) / Indicators for carbohydrate-fat metabolism, (x±Sx)

Показатель / Indicator	Группа / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
Перед началом опыта				
Глюкоза, ммоль/л	2,48±0,08	2,47±0,05	2,47±0,08	2,50±0,06
Холестерин, ммоль/л	3,64±0,26	3,63±0,20	3,63±0,25	3,63±0,18
Амилаза, Ед/л	805,20±13,44	806,40±27,58	805,90±21,24	805,4±17,08
2 месяц опыта				
Глюкоза, ммоль/л	2,55±0,07	2,61±0,06	2,69±0,09	2,62±0,10
Холестерин, ммоль/л	3,69±0,18	3,66±0,18	3,68±0,24	3,71±0,19
Амилаза, Ед/л	807,90±14,17	825,00±21,22	845,20±21,57	828,60±28,26
Конец опыта				
Глюкоза, ммоль/л	2,62±0,06	2,73±0,05	2,95±0,07**	2,80±0,06*
Холестерин, ммоль/л	3,73±0,19	3,74±0,20	3,73±0,27	3,75±0,18
Амилаза, Ед/л	835,90±22,13	885,00±23,90	900,10±20,94*	887,70±21,01

*P≤0,05; **P≤0,01

Нашими исследованиями было доказано, что в организм высокопродуктивных коров поступает достаточное количество энергии, о чем свидетельствует уровень глюкозы в сыворотке крови

животных (Референсные значения – 2,20–3,30 ммоль/л). В конце опыта коровы группы Опытная II достоверно превосходили коров контрольной группы при P≤0,01.

Холестерин является одним из важным показателем синтетической функции печени животных. Показатели холестерина в сыворотке крови всех групп коров в конце исследования были примерно на одном уровне 3,73–3,75 ммоль/л. Следует отметить, что увеличение холестерина в сыворотке крови животных связано с интенсивной молокоотдачей, и тем, что после отела у коров происходит увеличение железистой ткани вымени [9].

Увеличение амилазы в сыворотке крови во время лактации происходит из-за интенсивного лактогенеза [10]. Животным группы Опытная II, которым дополнительно скармливали 1,5 кг экструдированного комбикорма содержание амилазы в конце исследования было больше по сравнению с контрольной группой на 7,1 %, а по

сравнению с группой Опытная I и Опытная III на 1,7; 1,4 % соответственно.

Заключение

При введении в рацион экструдированных комбикормов молочная продуктивность высокопродуктивных коров черно-пестрой породы повышается на 10,0–20,0 %. Оптимальная дача экструдированных комбикормов с учетом обмена веществ составляет 1,5 кг. Экструдированные комбикорма оказывают положительное влияние на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы. При перекорме экструдированными комбикормами в сыворотке крови повышается количество общего белка и понижается содержание альбуминов, что свидетельствует об избыточном количестве в рационе сырого протеина.

1. Механизмы развития метаболических нарушений у высокопродуктивных коров / В. Д. Конвай [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (9). С. 59–63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-razvitiya-metabolicheskikh-narusheniy-u-vysokoproduktivnykh-korov?ysclid=m4cf4zswyk741194816> (дата обращения: 26.09.2024).
2. Горелик В. С. Молочная продуктивность коров в зависимости от происхождения // Молодой ученый. 2014. № 9. С. 88–91. URL: <https://moluch.ru/archive/68/11515/?ysclid=m4cf9x8why584739832> (дата обращения: 24.09.2024).
3. Райхман А. Я. Обоснование оптимальной структуры рациона при откорме молодняка крупного рогатого скота // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2015. № 2. С. 319–328. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-optimalnoy-struktury-ratsiona-pri-otkorme-molodnyaka-krupnogo-rogatogo-skota?ysclid=m4cfcb9yvv237778722> (дата обращения: 24.09.2024).
4. Зайцев В. В., Константинов В. А., Корнилова В. А. Эффективность использования экструдированных комбикормов-концентратов в кормлении коров // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 11. С. 28–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-ekstrudirovannykh-kombikormov-kontsentrato-v-kormlenii-korov?ysclid=m4cfekb7v6309520848> (дата обращения: 23.09.2024).
5. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the periparturient period // J. Anim. Sci. 2017. Vol. 10. Pp. 85–88.
6. Влияние экструдированного зерна бобовых на обмен веществ у молодняка крупного рогатого скота / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : матер. IV Международной научно-практической конференции. Красноярск : КрасНИИЖ, 2020. С. 264–268. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42860986&ysclid=m4cfmshajz632659801> (дата обращения: 23.09.2024).
7. Filipovic S., Kormanjos S., Sakac M. Effect of extrusion on nutritive value of animal feed // Extrusion technology in feed and food processing : 2nd Workshop. 2010. Pp. 97–117.
8. Таганович А. Д., Олецкий Э. И., Котович И. Л. Патологическая биохимия : монография. М. : Бином, 2015. 448 с.
9. Gujral H. S., Singh N., Singh B. Extrusion behaviour of grits from flint and sweet corn // Food Chemistry. 2001. Vol. 74. Pp. 303–308.
10. Lazou A., Krokida M. Functional properties of corn and corn-lentil extrudates // Food Research International. 2010. Vol. 43. Pp. 609–616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.017>

Статья поступила в редакцию 09.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 06.11. 2024 г.; принята к публикации 20.11.2024 г.

Об авторах

Жаксалыков Руслан Ахметжанович

магистр ветеринарных наук, аспирант, Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина (644008, Российская Федерация, г. Омск, ул. Институтская площадь, д. 1), ветеринарный врач, КГУ «Ветеринарная станция города Петропавловска» КГУ «Управление ветеринарии акимата Северо-Казахстанской области» (150000, Республика Казахстан, Северо-Казахстанская область, г. Петропавловск, ул. Ж. Жабаяева, д. 304/2), ruslan_zh-97@mail.ru

Заболотных Михаил Васильевич

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и гигиены сельскохозяйственных животных, Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина (644008, Российская Федерация, г. Омск, ул. Институтская площадь, д. 1), mv.zabolotnykh@omgau.org

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Konvai V. D. Mekhanizmy razvitiya metabolicheskikh narushenii u vysokoproduktivnykh korov [Mekhanizmy razvitiya metabolicheskikh narushenii u vysokoproduktivnykh korov]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*, 2013, no. 1 (9), pp. 59–63. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanizmy-razvitiya-metabolicheskikh-narusheniy-u-vysokoproduktivnykh-korov?ysclid=m4cf4zswyk741194816> (accessed 26.09.2024). (In Russ.).
2. Gorelik V. S. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot proiskhozhdeniya [Molochnaya produktivnost korov v zavisimosti ot proiskhozhdeniya]. *Molodoi uchenyi = A Young Scientist*, 2014, no. 9, pp. 88–91. Available at: <https://moluch.ru/archive/68/11515/?ysclid=m4cf9x8why584739832> (accessed 24.09.2024). (In Russ.).
3. Raykhman A. Ya. Obosnovanie optimal'noi struktury ratsiona pri otkorme molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Obosnovanie optimal'noi struktury ratsiona pri otkorme molodnyaka krupnogo rogatogo skota]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva = Actual Problems of Intensive Development of Animal Husbandry*, 2015, no. 2, pp. 319–328. (In Russ.).
4. Zaytsev V. V., Konstantinov V. A., Kornilova V. A. Effektivnost' ispol'zovaniya ekstrudirovannykh kombikormov-konsentratov v kormlenii korov [Effektivnost ispol'zovaniya ekstrudirovannykh kombikormov-konsentratov v kormlenii korov]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, 2015, no. 11, pp. 28–31. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-ekstrudirovannykh-kombikormov-konsentratov-v-kormlenii-korov?ysclid=m4cfekb7v6309520848> (accessed 23.09.2024). (In Russ.).
5. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the periparturient period. *J. Anim. Sci.*, 2017, vol. 10, pp. 85–88. (In Eng.).
6. Kot A. N., Radchikov V. F. [et al.]. Vliyanie ekstrudirovannogo zerna bobovykh na obmen veshchestv u molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Vliyanie ekstrudirovannogo zerna bobovykh na obmen veshchestv u molodnyaka krupnogo rogatogo skota]. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri, mater. IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Krasnoyarsk, KrasNIIZh, 2020, pp. 264–268 pp. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42860986&ysclid=m4cfmsxajz632659801> (accessed 23.09.2024). (In Russ.).
7. Filipovic S., Kormanjos S., Sakac M. Effect of extrusion on nutritive value of animal feed. *Extrusion technology in feed and food processing: 2nd Workshop*, 2010, pp. 97–117. (In Eng.).
8. Taganovich A. D., Oletskiy E. I., Kotovich I. L. Patologicheskaya biokhimiya [Patologicheskaya biokhimiya]. M., Binom, 2015, 448 p. (In Russ.).
9. Gujral H. S., Singh N., Singh B. Extrusion behaviour of grits from flint and sweet corn. *Food Chemistry*, 2001, vol. 74, pp. 303–308. (In Eng.).
10. Lazou A., Krokida M. Functional properties of corn and corn-lentil extrudates. *Food Research International*, 2010, vol. 43, pp. 609–616. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.017>

The article was submitted 09.10.2024; approved after reviewing 06.11.2024; accepted for publication 20.11.2024.

About the authors**Ruslan A. Zhaxalykov**

Master of Veterinary Sciences, veterinarian of the Veterinary Station of the City of Petropavlovsk Veterinary Department of the Akimat of the North Kazakhstan Region (150000, Republic of Kazakhstan, North Kazakhstan region, Petropavlovsk, Zh. Zhabaev St., 304/2), Postgraduate student, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin (644008, Russian Federation, Omsk, Institutskaya Ploshchad st., 1), ruslan_zh-97@mail.ru

Mikhail V. Zabolotnykh

Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of Livestock Products and Hygiene of Farm Animals, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin (644008, Russian Federation, Omsk, Institutskaya Ploshchad st., 1), mv.zabolotnykh@omgau.org

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 637.5.04

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-341-348

ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ЯИЦ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ

Н. А. Кислицына

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

Аннотация. Введение. Перепелиные яйца, несмотря на свои сравнительно небольшие размеры, обладают значительным количеством полезных свойств, которые делают их ценным продуктом в рационе человека. Их уникальный состав включает высокие концентрации витаминов и минералов, таких как витамин А, В2, В12, магний, железо, фосфор, и цинк, каждый из которых играет важную роль в поддержании различных функций организма. **Цель исследования** изучить влияние янтарной кислоты, вводимой в рацион перепелов на динамику массы яиц, их морфологический состав, соотношение белка и желтка яиц, а также яйценоскость и яичную продуктивность. **Материалы и методы исследования.** Для исследования были выбраны перепела которые разделены на 4 группы по принципу аналогов, в каждой группе насчитывалось 50 птиц. В процессе исследования анализировались внешний вид яйца, его масса, вес скорлупы, масса белка и желтка, а также соотношение белка к желтку, яйценоскость и продуктивность яиц. Эксперимент длился 25 недель. **Результаты исследования.** Яичная продуктивность перепелов контрольной группы составила 4286 яиц за 150 дней, что на 10,7 % меньше, чем в первой опытной группе (4746 яиц), на 17,22 % меньше второй (5024 яйца) и на 12,34 % меньше третьей (4815 яиц). Масса яиц варьировала: в первой группе – от 13,15 г до 14,81 г, во второй – от 13,45 г до 15,43 г, в третьей – от 13,18 г до 14,88 г. Средняя масса яйца увеличилась на 13,92 % в контрольной группе, на 14,62 % в первой, на 15,06 % во второй и на 13,76 % в третьей. Максимальная масса белка была у перепелов третьей группы (8,08 г), что на 0,35 г больше контрольной группы, на 0,91 г больше первой и на 0,17 г больше второй. Однако в процентном отношении белка больше в яйцах первой группы (60 %). Процентное содержание желтка было наибольшим в яйцах третьей группы и наименьшим во второй. **Заключение.** Использование янтарной кислоты не оказывает негативного влияния на характеристики яиц. Перепелиные яйца из экспериментальных групп имеют лучшие морфологические показатели по сравнению с контрольной группой, что обусловлено усилением обменных процессов под воздействием янтарной кислоты.

Ключевые слова: перепела, янтарная кислота, перепелиные яйца, яичная продуктивность, яйценоскость

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кислицына Н. А. Ветеринарно-санитарная оценка яиц перепелов при использовании в рационе янтарной кислоты // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 341–348. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-341-348>

VETERINARY AND SANITARY EVALUATION OF QUAIL EGGS WHEN USING SUCCINIC ACID IN THE DIET

N. A. Kislitsyna

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Quail eggs, despite their relatively small size, have a significant number of useful properties that make them a valuable product in the human diet. Their unique composition includes high concentrations of vitamins and minerals such as vitamin A, B2, B12, magnesium, iron, phosphorus, and zinc, each of which plays an important role in maintaining various body functions. The aim of the study was to study the effect of succinic acid introduced into the diet of quails on the dynamics of egg mass, their morphological composition, the ratio of egg protein and yolk, as well as egg laying and egg productivity. **Materials and methods of research.** Quails were selected for the study, which were divided into 4 groups according to the principle of analogues, there were 50 birds in each group. During the study, the appearance of the egg, its weight, the weight of the shell, the weight of protein and yolk, as well as the ratio of protein to yolk, egg production and egg productivity were analyzed. The experiment lasted 25 weeks. **The results of the study.**

The egg productivity of quails in the control group was 4,286 eggs in 150 days, which is 10.7 % less than in the first experimental group (4,746 eggs), 17.22 % less than the second (5,024 eggs) and 12.34 % less than the third (4,815 eggs). Egg weight varied: in the first group – from 13.15 g to 14.81 g, in the second – from 13.45 g to 15.43 g, in the third – from 13.18 g to 14.88 g. The average egg weight increased by 13.92 % in the control group, by 14.62 % in the first, by 15.06 % in the second and by 13.76 % in the third. The maximum protein weight was in quails of the third group (8.08 g), which is 0.35 g more than the control group, 0.91 g more than the first and 0.17 g more than the second. However, the percentage of protein is higher in the eggs of the first group (60 %). The percentage of yolk was highest in the eggs of the third group and lowest in the second.

Conclusion. The use of succinic acid does not have a negative effect on the characteristics of eggs. Quail eggs from the experimental groups have better morphological parameters compared to the control group, which is due to increased metabolic processes under the influence of succinic acid.

Keywords: quail, succinic acid, quail eggs, egg productivity, egg production

The author declares no conflict of interest.

For citation: Kislytsyna N. A. Veterinary and sanitary evaluation of quail eggs when using succinic acid in the diet. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 341–348. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-341-348>

Введение

В птицеводстве важным получаемым продуктом является яйцо. В связи с большим и разнообразным содержанием заменимых и незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ этот вид сельскохозяйственной продукции является особенно ценным с точки зрения поддержания здоровья взрослого человека, роста и развития детей, используется в профилактике различных расстройств питания [1; 2].

Биологические особенности перепелов как вида в отряде куриных отразились и на качестве их яиц. Исследователи активно отмечают в своих работах уникальные качества и питательную ценность перепелиных яиц. Этот ценный пищевой продукт содержит повышенное количество витаминов А, В1, В2, РР, К. Анализируя минеральный состав перепелиных яиц, специалисты выделены такие элементы, как Na, K, S, Cl, Ca, P, Mg, Si, Fe, Ag [3; 4].

Важно отметить, что за последние 10 лет увеличилось количество исследовательских работ по изучению повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы, в том числе перепелов. В разное время проводились исследования по повышению яичной продуктивности перепелов путем введения в рацион кормления голозерного овса, витамина Е, пчелиного подмора, аира болотного, экстракта ромашки, препаратов бактериофагов, биоотходов птицеводства, препаратов на основе грибного автолизата, календулы ле-

карственной продуктов жизнедеятельности личинок восковой моли, муки амаранта [5]. Также были исследованы комплексные добавки, влияющие на обменные процессы перепелов «М-Feed», «Агрофит», «Протосубтиллин ГЗх», «Целлюлокс-Е», «Альбит-БИО», «Ветом-1», «Селениум ист», «Йоддар-Zn» и другие [6; 7].

Ряд ученых (А. Л. Штеле, В. К. Щербатов) в своих работах по исследованию морфологии перепелиных яиц отмечает постоянство белка, жира и сухих веществ от массы, указывает на корреляцию качества белка и желтка от размера и содержания яиц [8].

В опытах Н. С. Ермошкиной установлено относительное содержание белка в перепелиных яйцах в среднем 58 %, желтка – 32 %, скорлупы 10 %. Также наблюдения в экспериментах показывают, что форма перепелиных яиц зависит от их массы [9]. К. Н. Бачинина и В. И. Щербатов в своих работах отмечают высокую корреляционную связь между массой желтка и индексом формы яиц [10].

В ряде известных работ указывается на положительное влияние антиоксидантных препаратов на эмбриональное развитие перепелов. В качестве таких препаратов используют, например, аскорбиновую и янтарную кислоты [11; 12].

Янтарная кислота является естественным продуктом, который вырабатывается в живых клетках. Сегодня установлено, что она повышает устойчивость организма к неблагоприятным

внешним воздействиям, не являясь при этом средством, истощающим организм, и не вызывая допингового эффекта [13; 14; 15].

В настоящее время в научной литературе нет полной картины изменений, происходящих в яйцах перепелов в условиях применения янтарной кислоты.

Целью исследований являлось проведение морфологической оценки яиц перепелов, получавших с основным кормом янтарную кислоту в различных дозировках.



а)



б)

Рис. 1. Условия содержания перепелов: а) многоярусные клетки с перепелами б) экспериментальные группы /
Fig. 1. Conditions for keeping quails: a) multi-tiered cages with quails b) experimental groups

В начале эксперимента было установлено, что подопытные перепела выглядели здоровыми, имели хороший аппетит, каких-либо отклонений в клиническом статусе и поведении птиц не отмечалось. Условия кормления и содержания соответствовали рекомендациям «Технология содержания перепелов в фермерских хозяйствах». В ходе эксперимента определяли внешний вид,

массу яйца, массу скорлупы, массу белка и желтка, соотношение белка и желтка яйца, яйценоскость, яичную продуктивность. Продолжительность опыта составила 25 недель. Материалом для морфологического исследования служили яйца перепелов, отбираемые еженедельно.

Схема проведения научно-хозяйственного опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Схема проведения научно-хозяйственного опыта /
Scheme of scientific and economic experience

Группа / Group	Характеристика рациона / Diet characteristics
Контрольная	Основной рацион (ОР) – ПК-5 Рост
1-я опытная	ОР + янтарная кислота 20 мг/кг
2-я опытная	ОР + янтарная кислота 25 мг/кг
3-я опытная	ОР + янтарная кислота 30 мг/кг

Предметом исследования послужила динамика массы яиц, белка, желтка, скорлупы яиц перепелов, определение относительной массы составных частей яиц, отношение массы белка к массе желтка, яичная продуктивность. Опреде-

ление массы проводили на электронных весах марки ABJ220-4M.

Морфологию яиц определяли методом вскрытия. После вскрытия яиц расчетным путем определялась масса белка (Мб):

$$Мб (г) = М1 - (Мж + Мск) \quad (1),$$

где М1 – масса яйца, г; Мж – масса желтка, г; Мск – масса скорлупы, г.

Учет яичной продуктивности несушек проводился ежедневно, с начала яйцекладки в течение 150 дней продуктивного периода.

Статистическую обработку данных проводили в операционной системе Microsoft Excel-2010. Оценку достоверности различий между показателями проводили с использованием параметрического критерия t-Стюдента. Все процедуры с птицей выполняли в соответствии с Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для научных целей (2003) и этических норм «Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета от 22 сентября 2010 года по охране животных, используемых в научных целях».

Результаты

Масса перепелиных яиц – один из важнейших биофизических показателей, характеризующий товарную и питательную ценность. Исследова-

ниями было выявлено, что масса перепелиных яиц колеблется от 12,93 г до 14,73 г в контрольной группе, где птица не получала янтарной кислоты. Яйца первой опытной группы имели массу от 13,15 г до 14,81 г, второй опытной группы от 13,45 г до 15,43 г, третьей группы от 13,18 г до 14,88 г. Расчеты показали, то средняя масса яйца в контрольной группе увеличилась на 13,92 %, на 14,62 % в первой группе, на 15,06 % во второй и на 13,76 % в третьей.

На рисунке 2 наблюдаем, что масса яиц перепелов по времени изменяется весьма неравномерно. С 10-го по 20-й день яйцекладки масса яйца увеличивается во всех группах. Затем на 30-й день экспериментальных наблюдений происходит общий спад в массе яйца по всем группам. Также точка снижения массы яйца выявлена на 120-й день эксперимента. Средняя масса яиц контрольной группы ниже на 2,99 % массы яиц первой опытной, на 6,56 % – второй опытной и на 5,03 % – третьей опытной группы.

Таблица 2 / Table 2

Динамика изменения массы перепелиного яйца / Dynamics of changes in quail egg mass

Продолжительность / Duration	Контроль / Control	Опыт 1 / Experience 1	Опыт 2 / Experience 2	Опыт 3 / Experience 3
10 дней	13,02±0,29	13,15±0,31	13,51±0,28	13,18±0,25
20 дней	13,71±0,31	13,59±0,68	14,65±0,27	14,01±0,28
30 дней	12,93±0,32	13,32±0,33	13,45±0,26	13,39±0,38
40 дней	13,41±0,37	14,01±0,25	14,46±0,18	14,60±0,37
50 дней	13,37±0,31	14,17±0,23	14,46±0,16	14,62±0,32
60 дней	13,44±0,37	14,22±0,21	14,48±0,21	14,60±0,37
70 дней	13,32±0,25	14,41±0,33	14,62±0,27	14,79±0,38
80 дней	13,86±0,32	14,05±0,32	15,11±0,36	14,68±0,39
90 дней	14,73±0,36	14,81±0,28	14,79±0,37	14,88±0,36
100 дней	13,92±0,28	14,39±0,23	14,58±0,33	14,51±0,34
110 дней	14,21±0,28	14,59±0,34	14,78±0,23	14,78±0,22
120 дней	13,49±0,41	14,14±0,25	14,92±0,31	14,43±0,25
130 дней	13,96±0,25	14,36±0,27	14,62±0,21	14,44±0,26
140 дней	14,20±0,28	14,39±0,32	15,43±0,35	14,57±0,24
150 дней	14,21±0,26	14,42±0,26	15,39±0,23	14,54±0,27

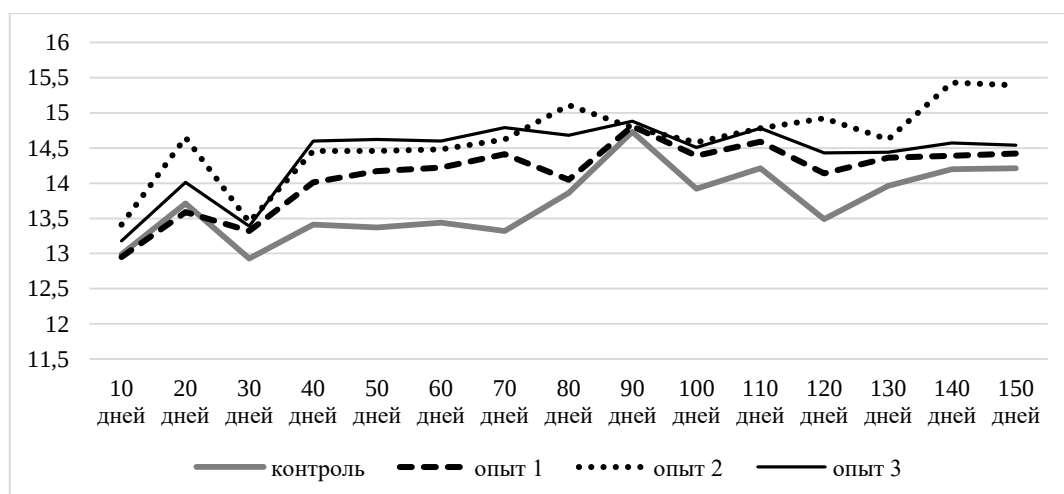


Рис. 2. Динамика изменения массы перепелиного яйца / Fig. 2. Dynamics of changes in quail egg mass

Уровень яичной продуктивности перепелов определяется количеством и качеством яиц, снесенных за определенный отрезок времени. Это

может быть неделя, месяц, биологический цикл, год. Об уровне и динамике яйценоскости судят по показателю интенсивности яйценоскости в %.

Таблица 3 / Table 3

Яйценоскость и яичная продуктивность / Egg production and egg production

Варианты / Options	Яйценоскость, шт / Egg production, pieces	Яичная продуктивность, шт / Egg production, pieces	Интенсивность яйценоскости, % / Egg production intensity, %
Контроль	106,3	4286	70,86 %
Опыт 1	117,7	4746	78,47 %
Опыт 2	124,6	5024	80,06 %
Опыт 3	119,4	4815	79,6 %

Яичная продуктивность перепелов контрольной группы составила 4286 яиц за период 150 дней, что на 10,7 % меньше продуктивности в первой опытной группы, где продуктивность составила 4746 штук; на 17,22 % меньше продуктивности перепелов второй опытной группы, где данный показатель составил 5024 штук; на 12,34 % меньше продуктивности

перепелов третьей опытной группы, где показатель продуктивности был 4815 яиц. Также стоит отметить, что наивысшая яичная продуктивность наблюдалась во 2-й опытной группе, где перепелам к основному корму добавлялась янтарная кислота в количестве 25 мг/кг веса. Наименьшая яйценоскость была отмечена в контрольной группе.

Таблица 4 / Table 4

Морфологические показатели яиц на 10-й день / Morphological parameters of eggs on day 10 m

Группы / Group	10 дней / 10 days							
	Масса яиц / Egg mass	Белок / Protein		Желток / Yolk		Скорлупа / Shell		Белок / желток / White/yolk
	г	г	%	г	%	г	%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контрольная	13,02±0,46	7,73±0,25	59,37	4,2±0,15	32,25	1,02±0,29	7,83	1,84
Опыт 1	13,15±0,07	7,89±0,45	60,00	4,14±0,23	31,48	1,10±0,07	8,36	1,90

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Опыт 2	13,51±0,68	7,91±0,48	58,54	4,23±0,15	31,31	1,37±0,68	10,14	1,86
Опыт 3	14,31±0,49	8,08±0,38	56,00	4,69±0,22	32,77	1,35±0,03	9,43	1,72

Морфологическая оценка яиц является комплексным анализом, целью которого выполняет определение пригодности их для пищевых целей, инкубации. Определение формы методом наблюдения показало, что все яйца перепелов в исследуемый период имели правильную овальную форму без деформаций и выпуклостей. Скорлупа не имела трещин, сколов, была гладкая, чистая. Цвет скорлупы соответствовал перепелиным яйцам. При определении консистенции белка мутности и водянистости не обнаружено. Посторонних запахов, кровяных включений, пятен обнаружено не было.

Определением массы яиц на 10-й день яйцекладки установлено, что наибольшая масса наблюдалась у перепелов 3-й группы. Масса белка также максимальной оказалась у перепелов 3 группы и составила 8,08 г, что на 0,35 г

больше, чем в контрольной группе, на 0,91 г больше, чем в 1 опытной группе, и на 0,17 г больше, чем во 2-й опытной группе. Однако в процентном отношении белка больше у яиц 1-й группы. Этот показатель составил 60 %. Процентное содержание желтка было большим в яйцах 3-го опыта, наименьшим – во 2-м опыте.

Белок яйца и желток имеют различный химический состав. В белке обнаружено больше протеинов и меньше жиров относительно желтка. В птицеводстве данный показатель используется для оценки продуктивности птицы и для селекционных работ. Например, чем выше соотношение белок/желток, тем большая вероятность вывода цыплят, т. к. яйца биологически более полноценны. Соотношения белок/желток соответственно наблюдались в контроле 1,84, в первом и последующих экспериментах 1,9; 1,86; 1,72.

Таблица 5 / Table 5

Морфологические показатели яиц на 150-й день / Morphological parameters of eggs on day 150

Группы / Group	150 дней / 150 days							
	Масса яиц / Egg mass	Белок / Protein		Желток / Yolk		Скорлупа / Shell		Белок / желток / White/yolk
	г	г	%	г	%	г	%	
Контроль	14,21±0,26	8,13±0,25	57,18	4,78±0,15	33,69	1,30±0,29	9,13	1,70
Опыт 1	14,42±0,26	8,38±0,48	58,11	4,93±0,15	34,16	1,11±0,68	7,73	1,70
Опыт 2	15,39±0,23	9,22±0,45	59,91	5,05±0,23	32,81	1,12±0,07	7,28	1,82
Опыт 3	14,54±0,27	8,55±0,38	58,80	4,66±0,22	32,08	1,33±0,03	9,12	1,83

Заключение

Результаты наших исследований показали, что введение янтарной кислоты в рацион перепелов в количестве 20 мг/кг, 25 мг/кг и 30 мг/кг способствует ускорению процесса яйцекладки и увеличению яичной продуктивности. На основании полученных данных и результатов ветеринарно-санитарной оценки перепелиных яиц можно сде-

лать вывод, что применение янтарной кислоты, как компонента корма для перепелов в количестве 20 мг/кг, 25 мг /кг, 30 мг/кг не оказывает отрицательного воздействия на свойства яиц. Более того, яйца перепелов опытных групп по морфологическим показателям превосходит контроль. Это объясняется более активными обменными процессами под действием янтарной кислоты.

1. Бачинина К. Н., Щербатов В. И. Морфологические показатели и качество яиц перепелов разных пород // Птицеводство. 2021. № 6. С. 69–72. DOI: <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-6-69-72>

2. Морфологический и химический состав перепелиных яиц фермерских хозяйств республики Мордовия / Н. С. Ермошкина, Е. А. Логинова [и др.] // Огарев-Online. 2016. № 2 (67). С. 5–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfologicheskii-i-himicheskii-sostav-perepelinyh-yaitz-fermerskih-hozyaystv-respubliki-mordoviya?ysclid=m4wnijtwsc46394506> (дата обращения: 26.09.2024).

3. Научное обоснование применения янтарной кислоты и препаратов на ее основе : монография / К. Х. Папуниди, Э. К. Папуниди [и др.]. Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2022. 234 с.
4. Стимуляция продуктивности сельскохозяйственной птицы применением биологически активных добавок / Э. К. Папуниди, С. Ю. Смоленцев [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 1. С. 50–55. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-1-50-55>
5. Смоленцев С. Ю., Стрельникова И. И., Кислицына Н. А. Оценка безопасности растительных кормовых добавок для перепелов // Современные проблемы экспериментальной и клинической токсикологии, фармакологии и экологии: сб. тезисов докладов Международной научно-практической конференции (9–10 сентября 2021 г.). / под ред. Н. М. Василевского, И. М. Фицева. Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности. 2021. С. 52–69.
6. Якупова Л. Ф., Папуниди Э. К., Смоленцев С. Ю. Дегустационная оценка продуктов перепеловодства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2021. Т. 7. № 4. С. 400–407. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-4-400-407>
7. Bortoluzzi C., Schmidt J. M. [et al.] Efficacy of yeast derived gluco-mannan or algae-based antioxidant or both as feed additives to ameliorate mycotoxicosis in heat stressed and unstressed broiler chickens // Livestock Science. 2016. Vol. 193. Pp. 20–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.09.005>
8. Polycarpo G. V., Andretta I. [et al.] Meta-analytic study of organic acids as an alternative performance-enhancing feed additive to antibiotics for broiler chickens // Poultry Science. 2017. Vol. 96. Iss. 101. Pp. 3645–3653. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex178>
9. Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2 / E. I. Semenov, N. N. Mishina [et al.] // Natural Volatiles and Essential Oils. 2021. Vol. 8. No. 4. Pp. 3520–3531. URL: <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/846> (дата обращения: 24.09.2024).
10. Jing J. L., Zhang Y. [et al.] The response of glandular gastric transcriptome to T-2 toxin in chicks // Food Chem. Toxicol. 2019. No. 132. Article 110658. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110658>
11. Oliva T. V., Gorshkov G. I. Enrichment by iodine and increase of the nutrition value of poultry farming production: meat and eggs // Modern problems of science and education. 2014. № 5. URL: <https://scienceeducation.ru/en/issue/view?id=119> (дата обращения: 24.09.2024).
12. Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis / E. Y. Tarasova, L. E. Matrosova [et al.] // Systematic Reviews in Pharmacy. 2020. Vol. 11. Pp. 264–268. URL: https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagd%3A6%3A1168422/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Acrawler&id=ebsco%3Aagd%3A156302242&link_orin=www.google.com (дата обращения: 24.09.2024).
13. Sun Y. X., Yao X. [et al.] Toxicokinetics of T-2 toxin and its major metabolites in broiler chickens after intravenous and oral administration. J. Vet. Pharmacol. Ther., 2015. Vol. 38. Iss. 1. Pp. 80–85. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvp.12142>
14. Vasilyev A. A., Ospanov A. B. [et al.] Controlling reactions of biological objects of agricultural production with the use of electrotechnology // International Journal of Pharmacy & Technology. Dec. 2016. Vol. 8. No. 4. Pp. 26855–26869.
15. Matrosova L., Tanaseva S. [et al.] Zeolite, hepatoprotector and probiotic for aflatoxicosis in pigs // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD). 2020. Vol. 10. Pp. 7053–7060. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=52293155&ysclid=m4wqm93khr727483269> (дата обращения: 24.09.2024).

Статья поступила в редакцию 22.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 15.11. 2024 г.; принята к публикации 21.11.2024 г.

Об авторе

Кислицына Надежда Ананьевна

аспирант, кафедра технологии производства продукции животноводства, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4606-6067>, vjqvvh100@gmail.com

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

1. Bachinina K. N., Shcherbatov V. I. Morfologicheskie pokazateli i kachestvo yaits perepelov raznykh porod [Morphological parameters and quality of eggs in different quail breeds]. *Ptitsevodstvo* = Poultry Farming, 2021, no. 6, pp. 69–72. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2021-70-6-69-72>
2. Ermoshkina N. S., Loginova E. A. [et al.] Morfologicheskii i khimicheskii sostav perepelinykh yaits fermerskikh khozyaistv respublik Mordoviya [Compositio morphologica et chemica de coturnices ovorum in praediis Mordoviae]. *Ogarev-Online* = Ogarev-Online, 2016, no. 2 (67), pp. 5–11. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfologicheskii-i-himicheskii-sostav-perepelinykh-yaits-fermerskikh-hozyaystv-respubliki-mordoviya?ysclid=m4wnijtwsc46394506> (accessed 26.09.2024). (In Russ.)

3. Papunidi K. H., Papunidi E. K. [et al.] Nauchnoe obosnovanie primeneniya yantarnoi kisloty i preparatov na ee osnove [Scientific rationale for the use of succinic acid and preparations based on it]. Joshkar-Ola, Mari State University, 2022, 234 p. (In Russ.).
4. Papunidi E. K., Smolentsev S. Yu. [et al.] Stimulyatsiya produktivnosti sel'skokhozyaistvennoi ptitsy primeneniem biologicheski aktivnykh dobavok [Stimulation of agricultural poultry productivity by applying biologically active additives]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2021, vol. 7, no. 1, pp. 50–55. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-1-50-55>
5. Smolencev S. Yu., Strel'nikova I. I., Kislicyna N. A. Otsenka bezopasnosti rastitel'nykh kormovykh dobavok dlya perepelov. [Evaluation of the safety of vegetable feed additives for quails]. *Sovremennyye problemy eksperimental'noi i klini-cheskoi toksikologii, farmakologii i ekologii: sb. tezisev dokladov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Modern problems of experimental and clinical toxicology, pharmacology and ecology: Collection of abstracts of the reports of the International Scientific and Practical Conference, September 9–10, 2021, Ed. N. M. Vasilevsky, I. M. Fitzev, Kazan, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, 2021, pp. 52–69. (In Russ.).
6. Yakupova L. F., Papunidi E. K., Smolentsev S. Yu. Degustatsionnaya otsenka produktov perepelovodstva [Tasting evaluation of quail meat and eggs]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2021, vol. 7, no. 4, pp. 400–407. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2021-7-4-400-407>
7. Bortoluzzi C., Schmidt J. M. [et al.] Efficacy of yeast derived gluco-mannan or algae-based antioxidant or both as feed additives to ameliorate mycotoxicosis in heat stressed and unstressed broiler chickens. *Livestock Science*, 2016, vol. 193, pp. 20–25. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.09.005>
8. Polycarpo G. V., Andretta I. [et al.] Meta-analytic study of organic acids as an alternative performance-enhancing feedadditive to antibiotics for broiler chickens. *Poultry Science*. 2017. Vol. 96. Iss. 101. Pp. 3645–3653. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pex178>
9. Semenov E. I., Mishina N. N. [et al.] Effect of bee brood and zeolite on broiler chickens exposed by mycotoxin T-2. *Natural Volatiles and Essential Oils*, 2021, vol. 8, no. 4, pp. 3520–3531. Available at: <https://www.nveo.org/index.php/journal/article/view/846> (accessed 24.09.2024). (In Eng.).
10. Jing J. L., Zhang Y. [et al.] The response of glandular gastric transcriptome to T-2 toxin in chicks. *Food Chem. Toxicol*, 2019, no. 132, article 110658. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.110658>
11. Oliva T. V., Gorshkov G. I. Enrichment by iodine and increase of the nutrition value of poultryfarming production: meat and eggs. *Modern problems of science and education*, 2014, no. 5. Available at: <https://scienceeducation.ru/en/issue/view?id=119> (accessed 24.09.2024). (In Eng.).
12. Tarasova E. Y., Matrosova L. E. [et al.] Protective effect of adsorbent complex on morphofunctional state of liver during chicken polymycotoxicosis. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 2020, vol. 11, pp. 264–268. Available at: https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aacd%3A6%3A1168422/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Acrawler&id=ebsco%3Aacd%3A156302242&link_origin=www.google.com (accessed 24.09.2024). (In Eng.).
13. Sun Y. X., Yao X. [et al.] Toxicokinetics of T-2 toxin and its major metabolites in broiler chickens after intravenous and oral administration. *J. Vet. Pharmacol. Ther.*, 2015, vol. 38, iss. 1, pp. 80–85. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1111/jvp.12142>
14. Vasilyev A. A., Ospanov A. B., Budnikov D. A., Karmanov D. K., Salginbayev D. B., Vasilyev A. A. Controlling reactions of biological objects of agricultural production with the use of electrotechnology. *International Journal of Pharmacy & Technology. Dec*, 2016, vol. 8, no. 4, pp. 26855–26869. (In Eng.).
15. Matrosova L., Tanaseva S., Tarasova E., Mishina N., Ermolaeva O., Valiev A., Potekhina R., Sagdeeva Z., Sagdeev D., Tremasova A., Erochondina M., Semenov E. Zeolite, hepatoprotector and probiotic for aflatoxicosis in pigs. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 2020, vol. 10, pp. 7053–7060. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=52293155&ysclid=m4wqm93khr727483269> (accessed 24.09.2024). (In Eng.).

The article was submitted 22.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 21.11.2024.

About the author

Nadezhda A. Kislitsyna

Postgraduate student, Department of Livestock Production Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4606-6067>, vjqvbh100@gmail.com

The author has read and approved the final manuscript

УДК 637.54'65; 330.131.5

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-349-356

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИОКСИДАНТА «ДИГИДРОКВЕРЦЕТИН» В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

Н. Н. Кузьмина, О. Ю. Петров, Н. К. Швецова

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

Аннотация. Введение. В ходе проведенных научных исследований определены основные зоотехнические и экономические показатели, на основании которых установлена эффективность использования антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» при выращивании цыплят-бройлеров, обеспечившей получение дополнительной продукции, снижения ее себестоимости и повышения рентабельности производства мяса птицы. **Цель:** оценка эффективности выращивания цыплят-бройлеров с использованием антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» в их кормлении. **Материалы и методы.** Объектом экспериментов являлись цыплята-бройлеры кросса КОББ-500, получавшие в составе основного рациона, при их выращивании, антиоксидантную кормовую добавку «Дигидрокверцетин». Птица I контрольной группы получала только комбикорм (основной рацион), для цыплят II опытной группы в него дополнительно вводили антиоксидант в дозировке 0,5 г на 100 г комбикорма, III – 0,75 г и IV – 1 г на 100 г комбикорма. Продолжительность опыта составляла 40 дней. **Результаты исследования, обсуждения.** Результаты опыта показали, что за счет применения кормовой добавки, сохранность поголовья цыплят-бройлеров за период откорма составила в I – контрольной группе 70 %, а в опытных: во II – 90 %, в III и IV – достигнута 100 %-я сохранность птицы. В ходе проведенного исследования установлено, что затраты корма на 1 голову в опытных группах птицы оказались выше, чем в контрольной группе, что обусловлено повышением их продуктивности. Но эти затраты компенсируются увеличением конверсии корма в продукцию и достижением цыплятами большей живой массы по завершению периода выращивания. Это создало возможность получения дополнительной прибыли и, соответственно, обеспечило повышение уровня рентабельности на 2,3; 2,2 и 3,8 %. Следовательно, выручка от реализации продукции, полученной от опытного поголовья цыплят-бройлеров II–IV групп, составила на 1,42–2,86 тыс. руб. больше, чем в контроле. **Заключение.** Оценка влияния исследуемых уровней введения кормовой добавки в основной рацион, при выращивании цыплят-бройлеров, объективно свидетельствует, что, несмотря на дополнительные затраты, связанные с приобретением дигидрокверцетина, его применение оказалось весьма эффективным. Полученные результаты показали возможность выращивания птицы без применения антибиотических препаратов и стимуляторов роста, и позволили повысить экологичность получаемой продукции, ее безопасность для потребителя. Это убеждает в актуальности и перспективности использования этого биологически активного вещества в отрасли птицеводства.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, антиоксидантная кормовая добавка, дигидрокверцетин, калькуляция, затраты, себестоимость, рентабельность, прибыль

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кузьмина Н. Н., Петров О. Ю., Швецова Н. К. Эффективность применения антиоксиданта «Дигидрокверцетин» в производстве продукции птицеводства // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 349–356. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-349-356>

THE EFFECTIVENESS OF THE ANTIOXIDANT "DIHYDROQUERCETIN" IN THE PRODUCTION OF POULTRY PRODUCTS

N. N. Kuzmina, O. Yu. Petrov, N. K. Shvetsova

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. In the course of the conducted scientific research, the main zootechnical and economic indicators were determined, on the basis of which the effectiveness of using the antioxidant feed additive "Dihydroquercetin" in the cultivation of broiler chickens was established, which ensured the receipt of additional

products, reducing its cost and increasing the profitability of poultry meat production. **Objective.** To evaluate the effectiveness of raising broiler chickens using the antioxidant feed additive “Dihydroquercetin” in their feeding. **Materials and methods.** The object of the experiments were broiler chickens of the COBB-500 cross, which received the antioxidant feed additive “Dihydroquercetin” as part of the main diet during their cultivation. The poultry of the I control group received only compound feed (the main diet), for chickens of the II experimental group, an antioxidant was additionally injected into it at a dosage of 0.5 g per 100 g of compound feed, III – 0.75 g and IV – 1 g per 100 g of compound feed. The duration of the experiment was 40 days. **Research results, discussions.** The results of the experiment showed that due to the use of a feed additive, the safety of broiler chickens during the fattening period was 70 % in the I control group, and in the experimental ones: in the II – 90 %, in the III and IV – 100 % safety of poultry was achieved. In the course of the study, it was found that the feed costs per head in the experimental groups of poultry were higher than in the control group, due to an increase in their productivity. But these costs are offset by an increase in the conversion of feed into products and the achievement of higher live weight by chickens at the end of the growing period. This created the opportunity to obtain additional profit and, accordingly, provided an increase in profitability by 2.3, 2.2 and 3.8 %. Consequently, revenue from the sale of products obtained from the experimental broiler chickens of groups II–IV amounted to 1.42–2.86 thousand rubles more than in the control. **Conclusion.** An assessment of the effect of the studied levels of introduction of a feed additive into the basic diet, when raising broiler chickens, objectively indicates that, despite the additional costs associated with the purchase of dihydroquercetin, its use turned out to be very effective. The obtained results showed the possibility of growing poultry without the use of antibiotic drugs and growth stimulants, and made it possible to increase the environmental friendliness of the products obtained, their safety for the consumer. This proves the relevance and prospects of using this biologically active substance in the poultry industry.

Keywords: broiler chickens, antioxidant feed additive, dihydroquercetin, calculation, costs, cost, profitability, profit

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Kuzmina N. N., Petrov O. Yu., Shvetsova N. K. The effectiveness of the antioxidant “Dihydroquercetin” in the production of poultry products. *Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 349–356. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-349-356>

Введение

В современном мире важнейшей проблемой является производство продуктов питания. Сфера птицеводства занимает ведущие позиции в мировом сельском хозяйстве. Промышленное птицеводство – важнейшая отрасль животноводства, обеспечивающая население полноценными продуктами питания. В обеспечении населения качественными продуктами особое место отводится мясному птицеводству. Общий объем производства мяса в птицеводстве за последние десять лет увеличился в среднем на 27 % [1].

Птицеводство занимает особое место в структуре животноводческой отрасли благодаря выгодным условиям кормления, обеспечивающим оплату кормов продукцией на высоком уровне. Данный сектор отличается значительной рентабельностью и быстрой окупаемостью производственных инвестиций. Эффективность промышленного птицеводства определяется

продуктивностью, сохранностью поголовья и качеством получаемой продукции. В свою очередь, сохранность птицы влияет на выход и количество получаемой продукции, ее себестоимость и, соответственно, обеспечивает эффективность производства мяса птицы.

Сохранность – показатель, характеризующий жизнеспособность птицы, зависящий от резистентности ее организма и адаптации к условиям выращивания [2].

Птицеводство – одна из высокоэффективных отраслей животноводства, для нее характерны быстрые темпы воспроизводства поголовья, высокая продуктивность и наименьшие затраты труда и материальных средств на единицу продукции. В птицеводстве мясо получают за максимально короткое время – 39–42 дня [3].

Для бройлерного производства характерны экономичный расход корма, динамичный рост, скороспелость, отсутствие сезонности, возможность регулирования свойств и качества продукции,

благодаря чему, это направление животноводства по праву занимает лидирующие позиции в агропромышленном комплексе России¹.

Продуктивность и качество продукции, полученное от сельскохозяйственной птицы, зависят от кросса, пола, возраста, интенсивности использования, а также от условий кормления и их содержания. Для повышения эффективности отрасли птицеводства, получения экологически чистой продукции разрабатываются и апробируются новые экологически безопасные биологически активные добавки и ферменты с заданными функциональными свойствами, обладающие родной «живой структурой» и широким спектром воздействия на организм птицы².

Стремление получить экологически чистую продукцию без вредных для человека компонентов побуждает производителей кормовых смесей широко использовать натуральные, «чистые» добавки. Биологически активные вещества природного происхождения все шире применяются в птицеводстве в качестве источника тех или иных веществ. Эта тенденция перекликается с запретом с 2006 года в странах Европейского Союза на использование кормовых антибиотических стимуляторов роста и находит решение в Федеральном законе от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», предусматривающем запрещение использования антибиотиков, стимуляторов роста при откорме животных, а также гормональных препаратов³ [4].

В последнее время появилось много инновационных решений по использованию в кормлении животных и птиц растительных добавок, обладающих антиоксидантной активностью, так как они более безопасны и физиологичны для

организма человека, чем привычные синтетические добавки⁴.

В качестве антиоксидантов все шире применяются экстракты растений, содержащие в своем составе фенольные соединения, и прежде всего флавоноиды, обладающие наиболее сильным антиокислительным действием. Биофлавоноиды – сильные антиоксиданты, блокируют свободные радикалы в биологических системах, обладают разнообразной физиологической активностью.

В этом плане представляет интерес представитель такого класса соединений – дигидрокверцетин, который является активным антиоксидантом, уникальным природным акцептором свободных радикалов, гепатопротектором, радиопротектором, веществом, обладающим противовоспалительным и обезболивающим свойствами. Главное достоинство антиоксиданта заключается в том, что он является уникальным иммуномодулятором [4; 5; 6].

Благодаря широкому спектру биологических свойств, дигидрокверцетин успешно применяется при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, особенно необходим при их разведении в экстремальных температурных режимах, а также в техногенных зонах. Применение в их питании антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» позволяет формировать и корректировать их продуктивное здоровье, повышать жизнеспособность, устойчивость к стресс-факторам, способствует снижению случаев заболеваемости животных, нормализации обменных процессов в организме и функционального состояния печени.

В настоящее время отсутствуют сведения об исследованиях по использованию антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» в кормлении цыплят-бройлеров кросса КОББ-500 при их выращивании, с учетом современных технологий, эффективности прижизненного обогащения им сырья птицепереработки и улучшения его качества, что свидетельствует о необходимости проведения комплексного изучения данного вопроса. Это, безусловно, будет способствовать лучшей реализации продуктивного

¹ Кузьмина Н. Н. Научно-практическое обоснование использования антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» в прижизненном формировании качества мяса цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 4.2.4. Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. Чебоксары, 2023. 23 с.

² Овсейчик Е. А. Продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров при использовании иммуномодулирующих препаратов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Всерос. науч.-исслед. и технол. ин-т птицеводства. Сергиев Посад, 2018. 22 с.

³ Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»: принят Государственной Думой 25 июля 2018 года Одобрен Советом Федерации 28 июля 2018 года. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/ (дата обращения: 20.02.2024).

⁴ Кузьмина Н. Н. Научно-практическое обоснование использования антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» в прижизненном формировании качества мяса цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 4.2.4. Чуваш. гос. ун-т им. И. Н. Ульянова. Чебоксары, 2023. 23 с.

потенциала птицы, а следовательно, является весьма актуальным [7].

Современные требования к ведению отрасли бройлерного птицеводства предусматривают прежде всего интенсификацию данного сектора АПК. Перспективным в этом направлении является правильный выбор технологии и условий выращивания цыплят-бройлеров, создающих оптимальные условия содержания для полного проявления генетического потенциала мясной продуктивности птицы.

Используемая в производственных условиях новая технология выращивания молодняка птицы, с целью повышения мясной продуктивности, будет экономически эффективной, если прибыль от реализации продукции будет соизмерима капиталовложениям и ожидаемой доходностью отрасли [8].

С целью оценки экономической эффективности выращивания цыплят-бройлеров кросса КОББ-500 необходимо оценить влияние всех факторов, определяющих рентабельность производства мяса птицы в связи с использованием антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрохверцетин» в их кормлении [9].

Цель – оценка эффективности выращивания цыплят-бройлеров с использованием антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрохверцетин» в их кормлении.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели необходимо рассчитать экономическую эффективность выращивания цыплят-бройлеров при использовании в их рационах дигидрохверцетина.

Основываясь на изучении литературных источников, научно-технической информации и сформулированных задач, объектами исследований являлись цыплята-бройлеры кросса КОББ-500 в контроле и в опытных группах, получавших антиоксидантную кормовую добавку «Дигидрохверцетин» (Компания «Аметис», г. Благовещенск, Амурская обл., Россия).

Теоретическое обоснование работы обусловлено проведенными ранее исследованиями, в которых была научно доказана эффективность применения антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрохверцетин» в реализации продуктивного потенциала цыплят-бройлеров и прижизненном формировании качества продукции.

Экспериментальные исследования проводились в производственных условиях. Для организации опыта было отобрано 400 голов суточных цыплят-бройлеров кросса КОББ-500 со средней живой массой $39,8 \pm 0,13$ г, из них сформировано по принципу аналогов четыре группы – по 100 голов в каждой. Все цыплята по периодам проведения опыта получали основной рацион, состоявший соответственно из стартерного, ростового и финишного комбикормов, применяемых на птицефабрике. Кормление цыплят-бройлеров осуществлялось полнорационными комбикормами, в соответствии с рекомендациями оригинатора для данного кросса. По энергетической питательности и содержанию питательных веществ они были одинаковыми и отличались между группами количеством вводимой добавки. Цыплята контрольной группы получали только комбикорм (основной рацион), II опытной группы – дополнительно антиоксидантную добавку «Дигидрохверцетин» в количестве 0,5 г на 100 г комбикорма, III – 0,75 г на 100 г комбикорма и IV – 1 г на 100 г комбикорма. Продолжительность опыта составляла 40 дней.

В ходе исследований учитывались затраты на корм в опытных группах, конверсия корма в продукцию, индекс продуктивности, живая масса бройлеров по завершению периода выращивания и сохранность поголовья. Экономическая эффективность выращивания птицы с использованием дигидрохверцетина оценивалась с учетом калькуляции себестоимости, выручки от реализации мяса и полученной в результате прибыли. На основании этих данных был определен уровень рентабельности производства мяса цыплят-бройлеров с применением антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрохверцетин».

Результаты исследования, обсуждения

Практическая значимость работы подтверждается тем, что исследуемая кормовая добавка обеспечивает высокую эффективность производства продукции (табл. 1).

В результате проведенного исследования были получены результаты, свидетельствующие, что сохранность поголовья бройлеров за период откорма составила в I (контрольной) группе 70 %. А за счет применения при выращивании цыплят антиоксидантной кормовой добавки, способствующей повышению неспецифической резистентности птицы, этот показатель был

существенно выше. Если во II группе он в среднем оказался уже на уровне 90 %, то в III и IV группах была достигнута 100 %-я сохранность всего поголовья. Данный показатель имеет важное значение как в производственном, так и в

экономическом отношении, и свидетельствует о снижении непредвиденных затрат на производство товарной продукции и, безусловно, способствует повышению рентабельности производства в целом.

Таблица 1 / Table 1

**Влияние антиоксиданта на эффективность выращивания цыплят-бройлеров /
The effect of an antioxidant on the efficiency of broiler chicken rearing**

Показатели / Indicator	Группы / Groups			
	I – К / I – K	II – О / II – Exp.	III – О / III – Exp.	IV – О / IV – Exp.
Принято на выращивание, гол.	100	100	100	100
Средняя живая масса суточного цыпленка, г	40,00±0,22	39,70±0,22	39,70±0,22	40,10±0,19
Средняя живая масса 1 головы 40-суточного бройлера, г	1561,14±12,18	1798,78±19,64***	1869,90±23,97***	2349,70±34,67***
Расход корма на 1 голову за период откорма, г	2945,00	2959,73	2967,09	2974,45
Конверсия корма за 40 дней откорма, г	1,94	1,68	1,62	1,29
Индекс продуктивности, ед.	140,82	240,91	288,56	455,37
Сохранность, %	70,00	90,00	100,00	100,00

Об эффективности производства мяса цыплят-бройлеров можно объективно судить также и по показателю индекса продуктивности птицы, который комплексно отражает взаимосвязь таких важных производственных показателей, как живая масса, сохранность и затраты на корма. В опытных группах по отношению к контрольной группе его значение в 1,71, 2,05 и 3,23 раза превышает результаты по цыплятам контрольной группы.

Полученные результаты доказывают взаимосвязь индекса продуктивности и затрат корма на получение единицы прироста, отражают положительное влияние как самой антиоксидантной добавки, так и уровня ее введения.

Таким образом, добавление в рационы цыплят-бройлеров опытных групп дигидрокверцети-

на дает основание говорить, о его положительном влиянии на эффективность выращивания птицы. Кроме того, в результате анализа видно, что за счет применения кормовой добавки «Дигидрокверцетин» наблюдалось повышение энергии роста цыплят-бройлеров и, соответственно, их живой массы. Следовательно, при снятии с откорма второй группы было получено 1798,78 кг мяса, что на 237,64 кг больше, чем у сверстников, выращенных по традиционной технологии. Живая масса поголовья третьей и четвертой групп также превосходила контрольную группу на 308,76 и 788,56 кг соответственно.

За период откорма бройлеры II – IV групп израсходовали корма на 14,73–29,45 кг больше, что связано с повышением их продуктивности (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

**Оценка экономической эффективности производства мяса цыплят-бройлеров /
Evaluation of the economic efficiency of broiler chicken meat production**

Показатели / Indicators	Группы / Groups			
	I – К / I – K	II – О / II – Exp.	III – О / III – Exp.	IV – О / IV – Exp.
1	2	3	4	5
Стоимость кормов, руб.	1667,40	1817,40	1892,40	1967,40
Стоимость добавки, руб.	–	975,00	1465,00	1950,00

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Всего затрат, руб.	2467,40	3592,40	4157,40	4717,40
Выручка от реализации мяса птицы, руб.	2949,04	4375,78	5060,34	5816,16
Прибыль, руб.	481,64	783,38	902,94	1098,76
Уровень рентабельности, %	19,52	21,81	21,72	23,29

При анализе полученных результатов отмечено, что при производстве мяса цыплят-бройлеров II–IV групп увеличились затраты на их выращивание в связи с применением кормовой добавки «Дигидрокверцетин». В то же время в результате исследования было выявлено, что цыплятами опытных групп корма расходуются более продуктивно за счет применения антиоксиданта, поэтому рост их продуктивности способствовал получению дополнительной прибыли, которая оказалась пропорциональна количеству вводимой в рацион кормовой добавки. В итоге это обеспечило повышение уровня рентабельности при производстве мяса цыплят-бройлеров опытных групп на 2,29 %; 2,20 % и 3,77 % соответственно относительно контрольного поголовья.

Выручка от реализации продукции, полученной от цыплят-бройлеров II–IV групп, составила 4,37–5,81 тыс. руб., что на 1,42–2,86 тыс. руб. больше, чем у сверстников контрольной группы соответственно. Эта разница в показателях у птицы опытных групп была достигнута за счет более высокой интенсивности их роста.

В то же время при увеличении общих затрат на выращивание цыплят в IV группе прибыль от использования кормовой добавки в дозировке 1,00 г на 100 г комбикорма стала на 617,12 руб. выше, чем в группе молодняка птицы, выращенного по традиционной технологии, и составила

1098,76 руб. Таким образом, по результатам экономической оценки по введению кормовой добавки в основной рацион питания при выращивании цыплят-бройлеров видно, что применение кормовой добавки «Дигидрокверцетин» в составе основного рациона актуально, перспективно и позволяет повысить рентабельность производства мяса птицы практически на 2,3–3,8 %, несмотря на дополнительные затраты, связанные с приобретением этой добавки.

Заключение

Таким образом, расчет основных экономических показателей подтверждает высокую эффективность использования изучаемой кормовой добавки в кормлении птицы. Установлено, что экономический эффект при выращивании цыплят-бройлеров достигается при условии использования дигидрокверцетина в дозе 1,0 г/100 г комбикорма.

Объективно установлена возможность повышения эффективности производства мяса цыплят-бройлеров применением антиоксидантной кормовой добавки «Дигидрокверцетин» при их выращивании без антибиотических препаратов и стимуляторов роста. Это позволит обеспечить экологичность получаемой продукции и ее безопасность для потребителя, а значит, и сохранение здоровья населения [10].

1. Романова Т. В. Современное состояние производства и реализации мяса бройлеров в странах мира // Вестник науки. 2022. № 10 (55). С. 33–45. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-proizvodstva-i-realizatsii-myasa-broylerov-v-stranah-mira?ysclid=m4cgkn4zf2253617750> (дата обращения: 20.02.2024).

2. Османян А. К., Малородов В. В. К вопросу о критериях комплексной оценки эффективности производства мяса бройлеров // Птицеводство. 2022. № 1. С. 47–51. DOI: <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-1-47-51>

3. Изменение показателей качества мяса цыплят-бройлеров при использовании кормовых добавок / З. П. Макарова, А. С. Мижевикина [и др.] // FARM NEWS. 2019. № 6. С. 52–55. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37205974&ysclid=m4cm29wuuue858225237> (дата обращения: 20.02.2024).

4. Демидова Е. С. Использование дигидрокверцетина в кормлении цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2023. № 2. С. 25–28. DOI: <https://doi.org/10.30975/2073-4999-2023-25-2-25-28>

5. Кузьмина Н. Н., Петров О. Ю., Гусева И. В. Управление качеством полуфабрикатов из мяса птицы с антиоксидантом в процессе их хранения // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2017. Т. 3. № 3 (11). С. 33–38. URL: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1438> (дата обращения: 20.02.2024).
6. Кузьмина Н. Н. Перспективы применения дигидрокверцетина в лечебно-профилактическом питании // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2019. № 21. С. 285–288. URL: <https://elibrary.ru/bpsilo?ysclid=m4cma0ury5810864644> (дата обращения: 20.02.2024).
7. Кузьмина Н. Н., Петров О. Ю. Мясные качества бройлеров кросса КОББ-500, выращенных с применением антиоксиданта дигидрокверцетина // Зоотехния. 2021. № 3. С. 26–29. DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.97.52.007>
8. Эффективность инновационных технологий промышленного производства мяса бройлеров / В. С. Буяров, В. И. Гудыменко [и др.] // Вестник ОрелГАУ. 2017. № 2 (65). С. 36–47. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-innovatsionnyh-tehnologiy-promyshlennogo-proizvodstva-myasa-broylerov?ysclid=m4cmg8ox2d582000661> (дата обращения: 20.02.2024).
9. Кузьмина Н. Н., Петров О. Ю. Влияние биологически активного вещества «Дигидрокверцетин» в рационах цыплят-бройлеров кросса КОББ-500 на их рост и мясную продуктивность // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2020. № 1 (21). С. 24–32. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-1-24-31>
10. Крюкова Т. В., Дорофеева С. Г. Рентабельная альтернатива антибиотикам-стимуляторам роста при выращивании цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2023. № 1. С. 17–21. DOI: <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-1-17-21>

Статья поступила в редакцию 18.09.2024 г.; одобрена после рецензирования 23.11. 2024 г.; принята к публикации 03.11.2024 г.

Об авторах

Кузьмина Надежда Николаевна

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/0000-0002-8552-6364>, kuzmina221995@mail.ru

Петров Олег Юрьевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3647-5345>, tmspetrov@yandex.ru

Швецова Наталия Кимовна

кандидат экономических наук, доцент, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-00020449-3864>, shvetsoff@rambler.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Romanova T. V. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva i realizatsii myasa broilerov v stranakh mira [Sovremennoe sostoyanie proizvodstva i realizatsii myasa broilerov v stranakh mira]. *Vestnik nauki* = Vestnik nauki, 2022, no. 10 (55), pp. 33–45. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-proizvodstva-i-realizatsii-myasa-broylerov-v-stranah-mira?ysclid=m4cgkn4zf2253617750> (accessed 20.02.2024). (In Russ.).
2. Osmanyanyan A. K., Malorodov V. V. K voprosu o kriteriyakh kompleksnoi otsenki effektivnosti proizvodstva myasa broilerov [K voprosu o kriteriyakh kompleksnoj ocenki effektivnosti proizvodstva myasa broilerov]. *Ptitsevodstvo* = Poultry Farming, 2022, no. 1, pp. 47–51. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2022-71-1-47-51>
3. Makarova Z. P., Mizhevnikina A. S. [et al.] Izmenenie pokazatelei kachestva myasa tsyplyat-broylerov pri ispol'zovanii kormovykh dobavok [On the Criteria and Indices for the Comprehensive Assessment of the Efficiency of Broiler Meat Production]. *FARM NEWS* = FARM NEWS, 2019, no. 6, pp. 52–55. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37205974&ysclid=m4cm29wuue858225237> (accessed 20.02.2024). (In Russ.).
4. Demidova E. S. Ispol'zovanie digidrokvertsetina v kormlenii tsyplyat-broylerov [Ispol'zovanie digidrokvertsetina v kormlenii tsyplyat-broylerov]. *Ptitsa i ptitseprodukty* = Poultry and Poultry Products, 2023, no. 2, pp. 25–28. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30975/2073-4999-2023-25-2-25-28>
5. Kuz'mina N. N., Petrov O. Yu., Guseva I. V. Upravlenie kachestvom polufabrikatov iz myasa ptitsy s antioksidantom v protsesse ikh khraneniya [Quality management convenience food poultry meat with antioxidants during storage]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics, 2017, vol. 3, no. 3 (11), pp. 33–38. Available at: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/article.html?id=1438> (accessed 20.02.2024). (In Russ.).

6. Kuz'mina N. N. Perspektivy primeneniya digidrokvertsetina v lechenno-profilakticheskom pitanii [Perspektivy` primeneniya digidrokvertsetina v lechenno-profilakticheskom pitanii]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaistva* = Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products, 2019, no. 21, pp. 285–288. Available at: <https://elibrary.ru/bsilo?ysclid=m4cma0ury5810864644> (accessed 20.02.2024). (In Russ.).
7. Kuz'mina N. N., Petrov O. Yu. Myasnye kachestva broilerov krossa Kobb-500, vyrashchennykh s primeneniem antioksidanta digidrokvertsetina [Meat qualities of cross cobb-500 broilers grown with the use of the antioxidant dihydroquercetin]. *Zootekhnika* = Animal Husbandry, 2021, no. 3, pp. 26–29. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25708/ZT.2021.97.52.007>
8. Buyarov V. S., Gudy'menko V. I. [et al.] Effektivnost' innovatsionnykh tekhnologii promyshlennogo proizvodstva myasa broilerov [E'ffektivnost' innovatsionny`x tekhnologiy promy`shlennogo proizvodstva myasa brojlerov]. *Vestnik OrelGAU* = Vestnik OrelGAU, 2017, no. 2 (65), pp. 36–47. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-innovatsionnyh-tehnologiy-promyshlennogo-proizvodstva-myasa-broylerov?ysclid=m4cmg8ox2d582000661> (accessed 20.02.2024). (In Russ.).
9. Kuz'mina, N. N., Petrov O. Yu. Vliyanie biologicheskii aktivnogo veshchestva «Digidrokvertsetin» v ratsionakh tsyplyat-broilerov krossa Kobb-500 na ikh rost i myasnuyu produktivnost' [Effect of biologically active substance “Dihydroquercetin” in the diets of broiler chickens of COBB-500 cross on their growth and meat productivity]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter “Agriculture. Economics”, 2020, no. 1 (21), pp. 24–32. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-1-24-31>
10. Kryukova T. V., Dorofeeva S. G. Rentabel'naya al'ternativa antibiotikam-stimulyatoram rosta pri vyrashchivani tsiyplyat-broilerov [Profitable alternative to antibiotic growth promoters for broilers]. *Ptitsevodstvo* = Poultry Farming, 2023, no. 1, pp. 17–21. DOI: <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2023-72-1-17-21>

The article was submitted 18.09.2024; approved after reviewing 23.11.2024; accepted for publication 03.11.2024.

About authors

Nadezhda N. Kuzmina

Ph. D. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Meat and Dairy Products Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8552-6364>, kuzmina221995@mail.ru

Oleg Yu. Petrov

Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Meat and Dairy Products Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3647-5345>, tmspetrov@yandex.ru

Natalia K. Shvetsova

Ph. D. (Economics), Associate Professor, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0449-3864>, shvetsoff@rambler.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619:615.9:636.5

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-357-363

**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ
В МЫШЦАХ И ПЕЧЕНИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ТОКСИЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОРБЕНТОВ**

Е. Н. Майорова, И. Р. Кадиков, Э. И. Семёнов, А. А. Корчемкин

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

Аннотация. Введение. В условиях техногенеза весьма актуальной является проблема обеспечения населения экологически безопасной продукцией птицеводства. Проблема перехода тяжелых металлов по трофической цепи, в случае загрязнения комбикормов и кормового сырья токсичными элементами, образующимися в результате промышленных выбросов и повышенным естественным их содержанием в почвах, находится в центре внимания специалистов. **Цель исследования** – изучение содержания микроэлементов и тяжелых металлов в мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров при включении в рационы кормления высокодисперсного шунгита и цеолита. **Материалы и методы.** С целью проведения эксперимента использовали 40 цыплят-бройлеров, сгруппированных по 5 голов в каждой группе. Содержание кадмия, свинца, железа, цинка и меди определяли по общепринятым методикам. **Результаты исследования, обсуждение.** Полученные результаты показывают, что применение цеолита и шунгита способствует значительной сорбции кадмия и свинца. Это приводит к снижению накопления токсичных элементов в печени цыплят-бройлеров до безопасного для питания уровня – 0,03 мг/кг для кадмия и 0,2 мг/кг для свинца. **Заключение.** Совместное применение изучаемых минералов в дозе по 0,5 % в рационах цыплят-бройлеров в отдельности или комбинированно при загрязнении комбикормов и кормового сырья кадмием и свинцом в концентрациях до 0,5 МДУ приводит к снижению накопления токсичных элементов в мышечной ткани и печени.

Ключевые слова: микроэлементы, тяжелые металлы, кадмий, свинец, токсичные элементы, цеолит, шунгит, минералы, цыплята-бройлеры

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Содержание тяжелых металлов и микроэлементов в мышцах и печени цыплят-бройлеров при отравлении токсичными элементами на фоне применения сорбентов / Е. Н. Майорова, И. Р. Кадиков, Э. И. Семёнов, А. А. Корчемкин // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 357–363. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-357-363>

**THE CONTENT OF HEAVY METALS AND TRACE ELEMENTS
IN THE MUSCLES AND LIVER OF BROILER CHICKENS DURING POISONING
WITH TOXIC ELEMENTS AGAINST THE BACKGROUND OF THE USE OF SORBENTS**

E. N. Mayorova, I. R. Kadikov, E. I. Semenov, A. A. Korchemkin

¹Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation

Abstract. Introduction. In the conditions of technogenesis, the problem of providing the population with environmentally safe poultry products has become very urgent. The problem of the transfer of heavy metals along the trophic chain, in the case of contamination of compound feed and feed raw materials with toxic elements generated as a result of industrial emissions and their increased natural content in soils, is in the center of attention of specialists. **Purpose** – to study the content of microelements and heavy metals in meat and liver of broiler chickens when including highly dispersed shungite and zeolite in feeding diets. **Materials and methods.** For the purpose of the experiment, 40 broiler chickens were used, grouped with 5 heads in each group. The content of cadmium, lead, iron, zinc and copper was determined using generally accepted methods. **Results, discussion.** The obtained results show that the use of zeolite and shungite contributes to significant sorption of cadmium and lead. Thus, this leads to a decrease in the accumulation of toxic elements in the liver of broiler chickens to a level safe for nutrition – 0.03 mg/kg for cadmium and 0.2 mg/kg for lead. **Conclusion.**

The combined use of the studied minerals in a dose of 0.5 % in the diets of broiler chickens, separately or in combination, when feed is contaminated with cadmium and lead in concentrations up to 0.5 MDU leads to a decrease in the accumulation of toxic elements in organs.

Keywords: micronutrients, heavy metals, cadmium, lead, toxic elements, zeolite, shungite, minerals, broiler chickens

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Mayorova E. N., Kadikov I. R., Semenov E. I., Korchemkin A. A. The content of heavy metals and trace elements in the muscles and liver of broiler chickens during poisoning with toxic elements against the background of the use of sorbents. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 357–3363. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-357-363>

Введение

В условиях техногенеза весьма актуальной является проблема обеспечения населения экологически безопасной продукцией птицеводства. Изменившиеся экологические условия ведения промышленного птицеводства, современные приемы технологии производства продукции птицеводства и хранения комбикормов и кормового сырья, промышленное загрязнение внешней среды различными токсичными веществами существенно повысили опасность контаминации организма аллогенными веществами через пищевые продукты [1; 5; 7].

Проблема перехода тяжелых металлов по трофической цепи «рацион – организм животных – продукция животноводства», в случае загрязнения комбикормов и кормового сырья токсичными элементами, образующимися в результате промышленных выбросов и повышенным естественным их содержанием в почвах, находится в центре внимания специалистов [2; 3].

Тяжелые металлы являются одними из весьма распространенных в окружающей среде токсичными элементами. Высокой степени токсичности являются соединения свинца и кадмия [4]. Обладая кумулятивными свойствами, токсичные элементы, поступающие с комбикормами и кормовым сырьем, как правило, не вызывают острого отравления животных [6; 8; 9; 10].

Ограничивающим фактором при отравлении цыплят-бройлеров токсичными элементами в относительно низких дозах является содержание их в мышечной ткани. Известна их способность накапливаться в органах и тканях, поэтому для оценки эффективности и безопасности применения адсорбентов, необходимо проводить опреде-

ление содержания токсичных элементов в мясе. Данный параметр служит показателем поглощающей способности потенциального сорбционного средства. Вышеизложенное представляет определенный интерес в исследовании содержания микроэлементов, как критерия влияния шунгита и цеолита на состав мышечной ткани, баланс рациона и потенциальной необходимости коррекции рационов при внесении данных минералов.

Цель исследования – изучение содержания микроэлементов и тяжелых металлов в мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров при включении в рационы кормления высокодисперсного шунгита и цеолита.

Материалы и методы

С целью проведения эксперимента использовали 40 цыплят-бройлеров, сгруппированных по 5 голов в каждой группе. Схема (характеристика рациона): первая группа – основной рацион + 0,5 МДУ кадмий + 0,5 МДУ свинец; вторая группа – основной рацион + 0,5 МДУ кадмий + 0,5 МДУ свинец + 0,25 % шунгита + 0,25 % цеолита; третья группа – основной рацион + 0,5 МДУ кадмий + 0,5 МДУ свинец + 0,5 % шунгита + 0,5 % цеолита; четвертая группа – основной рацион + 0,5 МДУ кадмий + 0,5 МДУ свинец + 0,5 % шунгита; пятая группа – основной рацион + 0,5 МДУ кадмий + 0,5 МДУ свинец + 0,5 % цеолита; шестая группа – основной рацион + 0,5 % шунгита; седьмая группа – основной рацион + 0,5 % цеолита; восьмая группа – основной рацион – биологический контроль.

Для работы использовали: свинца ацетат – ГОСТ 4426 – 75 и кадмия хлорид – ГОСТ 4330 –

76; шунгит Зажогинского месторождения; цеолит Шатрашанского месторождения Республики Татарстан.

Опыт проведен с 14 по 42 сутки технологического цикла выращивания цыплят-бройлеров.

Содержание кадмия, свинца, железа, цинка, меди, марганца, кобальта и никеля определяли по общепринятым методикам.

Полученные экспериментальные данные подвергали математической обработке методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту на персональном компьютере с использованием стандартных функций приложения Microsoft Excel.

Результаты исследования, обсуждение

Результаты изучения влияния введения в рацион цыплят-бройлеров высокодисперсных минералов на концентрацию металлов в печени и мышцах на фоне контаминации рационов кадмием и свинцом представлены в таблице 1.

В мышечной ткани цыплят-бройлеров биологического контроля, а также цыплят-бройлеров, получавших с основным рационом 0,5 % шунгита или цеолита, содержание кадмия было незначительным. Максимальное количество кадмия было в мясе цыплят-бройлеров первой группы. Во второй группе снижение концентрации кадмия составило, по сравнению с первой группой, 41,2 %, в третьей группе – 70,6 %, четвертой группе – 79,4 %, в пятой группе – 85,3 %.

В мышечной ткани цыплят-бройлеров, получавших с основным рационом 0,5 % шунгита или цеолита, содержание свинца было незначительным. Максимальное количество свинца было в мышечной ткани цыплят-бройлеров первой группы. Во второй группе цыплят бройлеров снижение концентрации свинца составило, по сравнению с первой группой, 50,0 %, в третьей группе – на 73,1 %, четвертой группе – на 92,3 %, в пятой группе – свинца практически не обнаруживался.

Таблица 1 / Table 1

Содержание кадмия и свинца в мышцах и печени цыплят-бройлеров /
Cadmium and lead content in the muscles and liver of broiler chickens

M±m (n=5)

Группы / Groups	Кадмий, мг/кг (мышцы/печень) / Cadmium, mg/kg (muscles/ liver)	Свинец, мг/кг (мышцы/печень) / Lead, mg/kg (muscles/ liver)
1	0,068 ± 0,01/0,07 ± 0,01	0,26 ± 0,05/0,34 ± 0,04
2	0,04 ± 0,02*/0,07 ± 0,02	0,13 ± 0,01*/0,17 ± 0,01*
3	0,02 ± 0,01*/0,04 ± 0,00*	0,07 ± 0,02*/0,13 ± 0,04*
4	0,014 ± 0,00*/0,04 ± 0,01*	0,02 ± 0,03*/0,09 ± 0,03*
5	0,01 ± 0,01*/0,03 ± 0,03*	0,00 ± 0,00*/0,22 ± 0,04
6	0,003 ± 0,00/0,02 ± 0,01	0,004 ± 0,00/0,04 ± 0,02
7	0,00 ± 0,0/0,005 ± 0,003	0,00 ± 0,00/0,03 ± 0,00
8	0,002 ± 0,01/0,017 ± 0,004	0,04 ± 0,01/0,26 ± 0,02

Примечание: * – P<0,05

Содержание кадмия в печени цыплят-бройлеров также претерпевало изменения, имеющие те же тенденции, что и содержание этих элементов в мышечной ткани. В печени цыплят-бройлеров группы биологического контроля и цыплят-бройлеров, получавших с основным рационом 0,5 % минералов, содержание кадмия было незначительным и не превышало МДУ. Максимальное количество кадмия отмечено в печени цыплят-бройлеров в первой группе.

В третьей опытной группе – снижение концентрации кадмия составило, по сравнению с первой группой, 42,9 %, четвертой группе – 42,9 %, в пятой группе – 57,1 %. Во второй группе снижение концентрации кадмия в печени не отмечалось, применение шунгита и цеолита в дозе 0,25 % не оказывало значительного влияния.

В печени цыплят-бройлеров групп биологического контроля и получавших с основным

рационом 0,5 % шунгита или цеолита содержание свинца было незначительным, при этом в группе цыплят-бройлеров биологического контроля содержание свинца превышало МДУ – содержание свинца было 0,26 мг/кг, при допустимом уровне 0,2 мг/кг. Максимальное количество свинца отмечено в печени цыплят-бройлеров первой группы. Во второй группе снижение концентрации кадмия составило, по сравнению с первой группой, 50,0 %, в третьей группе – 61,8 %, в четвертой группе – 73,5 %, в пятой группе – 35,3 %.

Полученные результаты свидетельствуют, что применение цеолита и шунгита способствует зна-

чительной сорбции кадмия и свинца и предотвращает накопление токсичных элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров до безопасного для питания уровня – 0,03 мг/кг для кадмия и 0,2 мг/кг для свинца¹. За исключением дозировки шунгита и цеолита в дозе 0,25 %. Такой концентрации минералов для получения безопасной по содержанию кадмия продукции недостаточно.

Что касается микроэлементов, изменение их концентрации в мышечной ткани и печени цыплят-бройлеров, несмотря на значительные колебания в процентном соотношении были, в рамках статистической погрешности (табл. 2).

Таблица 2 / Table 2

Содержание микроэлементов в печени и мышцах цыплят-бройлеров /
The content of micronutrients in the liver and muscles of broiler chickens

M±m (n=5)

Группа / Groups	Металл, мг/кг (мышцы/печень) / Metal, mg/kg (muscles/ liver)					
	Cu	Zn	Fe	Mn	Co	Ni
1	4,07 ± 0,30/ 2,05 ± 0,12	20,30 ± 0,90/ 13,00 ± 1,20	63,90 ± 4,70/ 13,80 ± 2,99	1,57 ± 0,10/ 0,23 ± 0,08	< 0,02/ < 0,02	0,12 ± 0,02/ 0,36 ± 0,14
2	4,25 ± 0,31/ 1,76 ± 0,41	20,50 ± 0,40/ 10,70 ± 0,90	74,60±12,20/ 9,80 ± 2,20	1,56 ± 0,07/ 0,16 ± 0,03	< 0,02/ < 0,02	0,37 ± 0,11*/ 0,28 ± 0,04
3	4,60 ± 1,36/ 1,55 ± 0,09	20,0 ± 0,40/ 11,60 ± 2,20	65,50 ± 5,20/ 11,30 ± 2,51	1,67 ± 0,33/ 0,48 ± 0,12	< 0,02/ < 0,02	0,43 ± 0,14*/ 0,27 ± 0,08
4	4,23 ± 0,21/ 1,56 ± 0,16	19,20 ± 1,3/ 10,00 ± 0,90	64,90±10,20/ 11,60 ± 0,80	1,47 ± 0,14/ 1,15 ± 0,01	< 0,02/ < 0,02	0,26 ± 0,12*/ 0,31 ± 0,08
5	4,24 ± 0,33/ 1,49 ± 0,09	19,70 ± 1,00/ 11,10 ± 0,90	73,60±11,00/ 21,20 ± 5,00	1,48 ± 0,15/ 0,14 ± 0,01	< 0,02/ < 0,02	0,13 ± 0,05/ 0,35 ± 0,03
6	4,34 ± 0,78/ 1,53 ± 0,15	17,60 ± 1,20/ 12,30 ± 1,60	74,80±15,00/ 23,70 ± 7,80	1,59 ± 0,23/ 0,16 ± 0,01	< 0,02/ < 0,02	0,33 ± 0,13/ 0,39 ± 0,08
7	4,69 ± 0,65/ 1,82 ± 0,13	18,90 ± 1,70/ 11,90 ± 2,90	99,10 ± 40,0/ 16,60 ± 9,90	1,35 ± 0,03/ 0,13 ± 0,01	< 0,02/ < 0,02	0,33 ± 0,17/ 0,28 ± 0,16
8	4,28 ± 0,24/ 1,99 ± 0,25	19,20 ± 0,10/ 14,00 ± 0,20	69,40 ± 0,60/ 8,90 ± 0,80	1,97 ± 0,06/ 0,10 ± 0,02	< 0,02/ < 0,02	0,12 ± 0,01/ 0,26 ± 0,06

Вероятно, при большей выборке колебания были бы более стабильны. В печени групп цыплят-бройлеров, получавших шунгит, содержание никеля достоверно увеличивалось в 2,5–3 раза (относительно биологического контроля), но при этом не выходило за рамки рекомендуемых нормативов. Следует подчеркнуть, что в мышечной ткани такого значительного повышения никеля уже не регистрировали, никель в боль-

шинстве своем связывался в печени и не проникал в мышечную ткань.

Полученные результаты свидетельствуют, что применение цеолита и шунгита способствует значительной сорбции кадмия и свинца и снижает

¹ Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Консорциум Кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 11.06.2022).

накопление токсичных элементов в печени цыплят-бройлеров до безопасного для питания уровня – 0,03 мг/кг для кадмия и 0,2 мг/кг для свинца. За исключением дозировки шунгита и цеолита в дозе 0,25 %. Этой концентрации минералов для получения безопасной по содержанию кадмия продукции недостаточно.

Заключение

Таким образом, применение минералов – цеолита и шунгита в дозе по 0,5 % в рационах

цыплят-бройлеров при контаминации комбикормов и кормового сырья кадмием и свинцом в концентрациях до 0,5 МДУ приводит к снижению содержания этих токсичных элементов в печеночной и мышечной ткани. Длительное применение сорбентов не оказывает влияние на обмен микроэлементов в организме и, таким образом, способствует полному проявлению генетического потенциала продуктивности цыплят-бройлеров.

1. Эффективность применения сорбентов в птицеводстве / Горбачев Р. А., Иванова Н. Н. [и др.] // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства: сб. статей II Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский ГАУ, 2019. С. 103–107. URL: <https://elibrary.ru/wkglwa?ysclid=m4axg6eu32150319348> (дата обращения: 11.06.2024).
2. Епимахов В. Г. Моделирование поступления кадмия, свинца, ртути и мышьяка в организм жвачных животных с рационом и перехода в продукцию животноводства // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. № 3. С. 138–146. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50403785> (дата обращения: 11.06.2024).
3. Епимахов В. Г. Нормирование кадмия, свинца, ртути и мышьяка в рационах жвачных животных // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 95-5. С. 91–94. DOI: <https://doi.org/10.18411/tmio-03-2023-242>
4. Македонская А. Н. Токсическое и канцерогенное воздействие тяжелых металлов на организм человека: литературный обзор // Студенческий. 2024. № 5-2 (259). С. 8–12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60060933> (дата обращения: 11.06.2022).
5. Минигазимов Н. С., Хайдаршина Э. Т., Куантаева А. А. Оценка уровня загрязнения почв города Уфы // Российский электронный научный журнал. 2019. № 1 (31). С. 56. URL: <https://elibrary.ru/hzvyuu?ysclid=m4ay73p1g1793719985> (дата обращения: 11.06.2024).
6. Нотова С. В., Маршинская О. В. [и др.] Изучение влияния тяжелых металлов и их смесей на организм (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 3. С. 19–34. DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-19>
7. Влияние биологически активных веществ и сорбента на ветеринарно-санитарное качество мяса при контаминации кормов кадмием / С. Н. Потапова, И. Р. Кадиков [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 2. С. 178–183. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-178-183>
8. Гомеостаз кроликов при сочетанном металлотоксикозе / С. Н. Потапова, Д. Р. Сагдеев [и др.] // Ветеринарный врач. 2021. № 6. С. 56–60. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47390633> (дата обращения: 11.06.2022).
9. Шапкина И. А. Физиологическое воздействие тяжелых металлов на организм человека // Инновационная наука. 2023. № 8-2. С. 95–98. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54315259> (дата обращения: 11.06.2022).
10. Влияние биологически активных веществ и сорбента на ветеринарно-санитарное качество мяса при контаминации кормов кадмием / Потапова С. Н., Кадиков И. Р. [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 2. С. 178–183. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-178-183>

Статья поступила в редакцию 04.09.2024 г.; одобрена после рецензирования 15.11. 2024 г.; принята к публикации 23.11.2024 г.

Об авторах

Майорова Екатерина Николаевна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории техногенных экотоксикантов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок. д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2874-1498>, majorovaen83@mail.ru

Кадиков Ильнур Равилевич

доктор биологических наук, заведующий лабораторией, главный научный сотрудник лаборатории техногенных экотоксикантов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок. д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3184-7779>, cir6@yandex.ru

Семёнов Эдуард Ильясович

доктор ветеринарных наук, заведующий отделением, главный научный сотрудник лаборатории микотоксинов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3184-7779>, semyonovei@bk.ru

Корчемкин Андрей Александрович

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории техногенных экотоксикантов, Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности (420075, Российская Федерация, г. Казань, Научный городок, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2112-4080>, yzkiy@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Gorbachev R. A., Ivanova N. N. [et al.] *Effektivnost' primeneniya sorbentov v ptitsevodstve* [Efficiency of application of sorbents in poultry farming]. *Aktual'nye problemy priro-dopol'zovaniya i prirodoobustroistva : sb. statei II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* = Actual problems of nature management and environmental management : sat. articles of the II International Scientific and Practical Conference, Penza, Penza State University, 2019, pp. 103–107. Available at: <https://elibrary.ru/wkglwa?ysclid=m4axg6eu32150319348> (accessed 11.06.2024). (In Russ.).
2. Epimakhov V. G. *Modelirovanie postupleniya kadmiya, svintsya, rtuti i mysh'yaka v organizm zhvachnykh zhivotnykh s ratsionom i perekhoda v pro-duktsiyu zhivotnovodstva* [Modeling of the intake of cadmium, lead, mercury and arsenic into the body of ruminants with a ration and the transition to animal products]. *Byulleten' nauki i praktiki* = Bulletin of Science and Practice, 2023, vol. 9, no. 3, pp. 138–146. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50403785> (accessed 11.06.2024). (In Russ.).
3. Epimakhov V. G. *Normirovanie kadmiya, svintsya, rtuti i mysh'yaka v ratsionakh zhvachnykh zhivotnykh* [Rationing of cadmium, lead, mercury and arsenic in ruminant diets]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* = Trends in the development of science and education, 2023, no. 95-5, pp. 91–94. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18411/tmio-03-2023-242>
4. Makedonskaya A. N. *Toksicheskoe i kantserogennoe vozdeistvie tyazhelykh metallov na organizm cheloveka: literaturnyi obzor* [Toxic and carcinogenic impact of heavy metals on the human body: a literature review]. *Studencheskii* = Student, 2024, no. 5-2 (259), pp. 8–12. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=60060933> (accessed 11.06.2022). (In Russ.).
5. Minigazimov N. S., Khydarshina E. T., Kuantaeva A. A. *Otsenka urovnya zagryazneniya pochv goroda Ufy* [Evaluation of pollution level of soils of the city of Ufa]. *Rossiiskii elektronnyi nauchnyi zhurnal* = Russian Electronic Scientific Journal, 2019, no. 1 (31), p. 56. Available at: <https://elibrary.ru/hzvyuu?ysclid=m4ay73p1g1793719985> (accessed 11.06.2024). (In Russ.).
6. Notova S., Marshinskaya O. *Izuchenie vliyaniya tyazhelykh metallov i ikh smesei na organizm (obzor)* [Study of the effect of heavy metals and their mixtures on the body]. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo* = Animal husbandry and feed production, 2022, vol. 105, no. 3, pp. 19–34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33284/2658-3135-105-3-19>
7. Potapova S. N., Kadikov I. R. [et al.] *Vliyanie biologicheskii aktivnykh veshchestv i sorbenta na veterinarno-sanitarnoe kachestvo myasa pri kontaminatsii kormov kadmiem* [The effect of biologically active substances and sorbent on the veterinary and sanitary quality of meat under cadmium feed contamination]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 2, pp. 178–183. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-178-183>
8. Potapova S. N., Sagdeev D. R. [et al.] *Gomeostaz krolikov pri sochetannom metallotoksikoze* [Homeostasis of the rabbits upon cadmium and lead exposure]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2021, n. 6, pp. 56–60. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47390633> (accessed 11.06.2022). (In Russ.).
9. Shapkina I. A. *Fiziologicheskoe vozdeistvie tyazhelykh metallov na organizm cheloveka* [Physiological effects of heavy metals on the human body]. *Innovatsionnaya nauka* = Innovation Science, 2023, no. 8-2, pp. 95–98. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54315259> (accessed 11.06.2022). (In Russ.).
10. Potapova S. N., Kadikov I. R., Kurshakova E. I., Zakirova G. Sh. *Vliyanie biologicheskii aktivnykh veshchestv i sorbenta na veterinarno-sanitarnoe kachestvo myasa pri kontaminatsii kormov kadmiem* [The effect of biologically active substances and sorbent on the veterinary and sanitary quality of meat under cadmium feed contamination]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 2, pp. 178–183. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-2-178-183>

The article was submitted 04.09.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 23.11.2024.

About the authors

Ekaterina N. Mayorova

Ph. D. (Biology), Senior Researcher at the Laboratory of Technogenic Ecotoxins, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchny Gorodok St., Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2874-1498>, mayorovaen83@mail.ru

Ilmur R. Kadikov

Dr. Sci. (Biology), Head of the Laboratory, Chief Researcher at the Laboratory of Technogenic Ecotoxins, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchny Gorodok St., Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3184-7779>, cir6@yandex.ru

Eduard I. Semenov

Dr. Sci. (Veterinary), Chief Researcher, Head of the Toxicology Department, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2-Nauchny Gorodok, Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3029-7170>, semyonovei@bk.ru

Andrey A. Korchemkin

Ph. D. (Biology), Senior Researcher at the Laboratory of Technogenic Ecotoxins, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety (2 Nauchny Gorodok St., Kazan 420075, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2112-408>, yzkiy@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 619:615.9:636.5

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-364-370

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ В РАЦИОНЕ НОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПРЕПАРАТА «НКП»****Р. М. Потехина¹, С. Ю. Смоленцев²**¹Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности,
г. Казань, Российская Федерация²Марийский государственный университет, Йошкар-Ола Российская Федерация

Аннотация. Введение. Особо перспективным является новый композиционный препарат «НКП» (инокуляты ферментированного зерна с *Fusarium sambucinum* (10^8 КОЕ/мл, 30,0–30,4 %) и *Trichoderma reesei* (10^8 КОЕ/мл, 12,0–12,4 %); *Lactobacillus paracasei* subsp. (10^8 КОЕ/мл, 6,0–6,2 %); меласса свекловичная (28,0–29,0 %); хлорид натрия (4,0–4,6 %); цеолит – остальное) который обладает иммуностимулирующей активностью, нормализует обмен веществ, повышает рост и развитие цыплят-бройлеров. **Цель исследования:** изучить мясную продуктивность и провести ветеринарно-санитарную экспертизу мяса цыплят-бройлеров при применении нового композиционного препарата «НКП». **Материалы и методы исследования.** Опыты проводили в условиях частной птицефабрики. Из суточных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» были сформированы три группы по десять голов в каждой. Условия содержания и кормление птицы осуществляли в соответствии с зоотехническими нормами. Первая группа цыплят-бройлеров была контрольной и получала обычный рацион без добавок. Цыплятам второй опытной группы в комбикорм добавляли новый композиционный препарат «НКП» в дозе 1 % ежедневно с первых дней жизни и в течение всего опытного периода на протяжении 42 дней. Третья группа получала новый композиционный препарат «НКП» в дозе 1,5 % с интервалом двадцать два дня, с 5-го дня жизни по 27-й день. По окончании эксперимента в 42-дневном возрасте был произведен убой и взвешивание бройлеров с последующей ветеринарно-санитарной экспертизой и оценкой их мясной продуктивности. Обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ SSPS for Windows. **Результаты исследования.** Результаты взвешивания показали, что послеубойная живая масса цыплят в контрольной группе составила $2098,74 \pm 1,267$. Вес цыплят второй опытной группы, получавших в рационе 1 % комплексного препарата «НКП», по данному показателю превосходил контрольных сверстников на 14,01 г. ($p < 0,001$), а третьей опытной группы – на 15,05 ($p < 0,001$).

Ключевые слова: ветеринарно-санитарная экспертиза, цыплята-бройлеры, продуктивность, мясо, композиционный препарат «НКП»

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Потехина Р. М., Смоленцев С. Ю. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса цыплят-бройлеров при применении в рационе нового композиционного препарата «НКП» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 364–370. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-364-370>

**VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION OF BROILER CHICKEN MEAT
WHEN USING A NEW COMPOSITE PREPARATION “NKP” IN THE DIET****R. M. Potekhina¹, S. Yu. Smolentsev²**¹Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety, Kazan, Russian Federation²Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Particularly promising is the new composite preparation “NKP” (fermented grain inocula with *Fusarium sambucinum* (10^8 CFU/ml, 30.0–30.4 %) and *Trichoderma reesei* (10^8 CFU/ml, 12.0–12.4 %)); *Lactobacillus paracasei* subsp. (10^8 CFU/ml, 6.0–6.2 %); beet molasses (28.0–29.0 %); zeolite – the rest; immunostimulating activity, normalizes metabolism, increases the growth and development of broiler chickens. The purpose of the study is to study meat productivity and conduct a veterinary and sanitary examination of broiler chicken meat using the new composite drug “NKP”. **Materials and methods of research.** The experiments were carried out in a private poultry farm. Three groups of ten birds each were formed from

day-old broiler chickens of the Ross-308 cross. The conditions of keeping and feeding of the birds were carried out in accordance with zootechnical standards. The first group of broiler chickens was a control and received a regular diet without additives. For chickens of the second experimental group, a new composite drug "NKP" was added to the feed at a dose of 1 % daily from the first days of life and throughout the entire experimental period for 42 days. The third group received the new composite drug "NKP" at a dose of 1.5 % at intervals of twenty-two days, from the 5th day of life to the 27th day. At the end of the experiment at 42 days of age, the broilers were slaughtered and weighed, followed by a veterinary and sanitary examination and assessment of their meat productivity. The obtained data were processed using the SSPS for Windows software package. **Research results.** The weighing results showed that the post-mortem live weight of chickens in the control group was 2098.74 ± 1.267 . The weight of the chickens of the second experimental group, which received 1 % of the complex preparation "NKP" in their diet, was 14.01 g ($p < 0.001$) higher than their control peers in terms of this indicator, and the weight of the third experimental group was 15.05 ($p < 0.001$).

Keywords: veterinary and sanitary examination, broiler chickens, productivity, meat, composite drug "NKP"

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Potekhina R. M., Smolentsev S. Yu. Veterinary and sanitary examination of broiler chicken meat when using a new composite preparation "NKP" in the diet. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 364–370. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-364-370>

Введение

Рост населения Российской Федерации, которое к 2050 году может достигнуть 9–11 миллиардов человек, требует обеспечить их достаточным количеством высококачественных продуктов питания. [1–5]. Куриное мясо является жизненно важным компонентом полноценного пищевого рациона людей. В производстве мяса птицы надо особо обращать внимание на качество потребляемых кормов, состояние пищеварительных органов, в частности, на бактериально-мицелиальную микрофлору желудочно-кишечного тракта, а также на различные стресс-факторы, среди которых кормовые занимают особое место. Для предупреждения нарушений белкового и углеводного обмена, расстройства функций организма цыплят-бройлеров применяют натуральные биологически активные вещества. Одним из путей повышения продуктивности животных и птиц является применение в технологии кормления биологически натуральных сбалансированных кормов, которые будут способствовать улучшению конверсии корма.

Поиск новых сбалансированных кормов для цыплят-бройлеров с использованием мицелиально-бактериальных компонентов является одним из технологичных методов решения проблемы получения высококачественной и экологически безопасной мясной продукции [6–9]. В связи с этой целью исследования явилось изучение мясной продуктивности и проведения ветеринарно-

санитарной экспертизы мяса цыплят-бройлеров при применении нового композиционного препарата «НКП» (на основе мицелиальных грибов *Fusarium sambucinum* var *sambucinum*, *Trichoderma reesei* и бактерий *Lactobacillus paracasei* subsp.) [10–14].

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили на 30 цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» среднего возраста. Для проведения опыта было сформировано три группы по десять голов в каждой. Первая группа служила биологическим контролем и получала основной сбалансированный рацион. Вторая группа получала с основным рационом 1 % новый композиционный препарат «НКП» с первых дней жизни и в течение всего опытного периода на протяжении 42 дней. Третья группа получала новый композиционный препарат «НКП» в дозе 1,5 % периодически с интервалом двадцать два дня, с 5-го по 27-й день.

По окончании эксперимента в 42-дневном возрасте был произведен убой и взвешивание цыплят-бройлеров.

Отбор проб для исследований выполняли в соответствии с ГОСТ 31467-2012, для чего было отобрано по 1-й тушке птицы. Визуально оценивали внешний вид, упитанности тушек цыплят-бройлеров и качества технологической обработки проводили на соответствии с ГОСТ 31962-2013.

Ветеринарно-санитарную экспертизу мяса и мясных продуктов проводили по ГОСТ Р 51944-2002, которая включала органолептическую оценку мяса, бактериоскопию мазков-отпечатков и физико-химических методов исследования. Методы гистологического и микроскопического анализа, определение тяжелых металлов выполняли по ГОСТ 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-адсорбционный метод определения токсичных элементов».

Оценка свежести и качества мяса проводилась в соответствии с ГОСТ Р 51944-2002 и ГОСТ 7702-74. Экспертиза качества образцов проводилась в соответствии с ГОСТ Р 52702-2006 Мясо кур (тушки кур, цыплят, цыплят-бройлеров и их части).

После забоя птицы тушки и их части были хорошо обескровлены, чистые; без посторонних включений (например, стекла, резины, металла), без посторонних запахов, без фекальных загрязнений, без видимых кровяных сгустков, без остатков кишечника и клоаки, трахеи, пищевода, зрелых репродуктивных органов, без холодильных ожогов, пятен от разлитой желчи. Порядок и периодичность контроля микробиологических показателей, содержания токсичных элементов (ртути, мышьяка, кадмия, свинца), пестицидов, антибиотиков и радионуклидов определяли согласно ГОСТ Р 52702-2006.

Содержание аммиака и солей аммония устанавливали по образованию окраски или осадка при добавлении реактива Несслера.

Количество летучих жирных кислот определяли путем вытеснения их из мяса серной кислотой и последующей отгонки острым водяным паром и титрованием дистиллята гидроокисью калия, pH устанавливали на pH-метре, пероксидазу по стандартной методике.

Обработку полученных данных осуществляли при помощи пакета программ SSPS for Windows.

Результаты исследования

При анализе органолептических показателей мяса цыплят-бройлеров в первой контрольной группе и 2-х опытных группах, получавших новый комплексный препарат «НКП», отмечалось удовлетворительное развитие мускулатуры, отсутствие наминов, не более трех разрывов кожи длиной до 2 см каждый, ссадины, небольшое слущивание эпидермиса. Обескровливание удовлетворительное, цвет мяса розовато-красноватый, консистенция плотная, бульон при пробе варки прозрачный, ароматный, с незначительными хлопьями и капельками жира на поверхности. Содержание общей влаги во всех образцах не превышало допустимую норму в среднем на 5,5 %. Содержание сухого вещества было прямо пропорционально содержанию влаги. Анализ данных по содержанию белка показал, что из всех исследуемых образцов его максимальное значение 15 % (рис. 1).

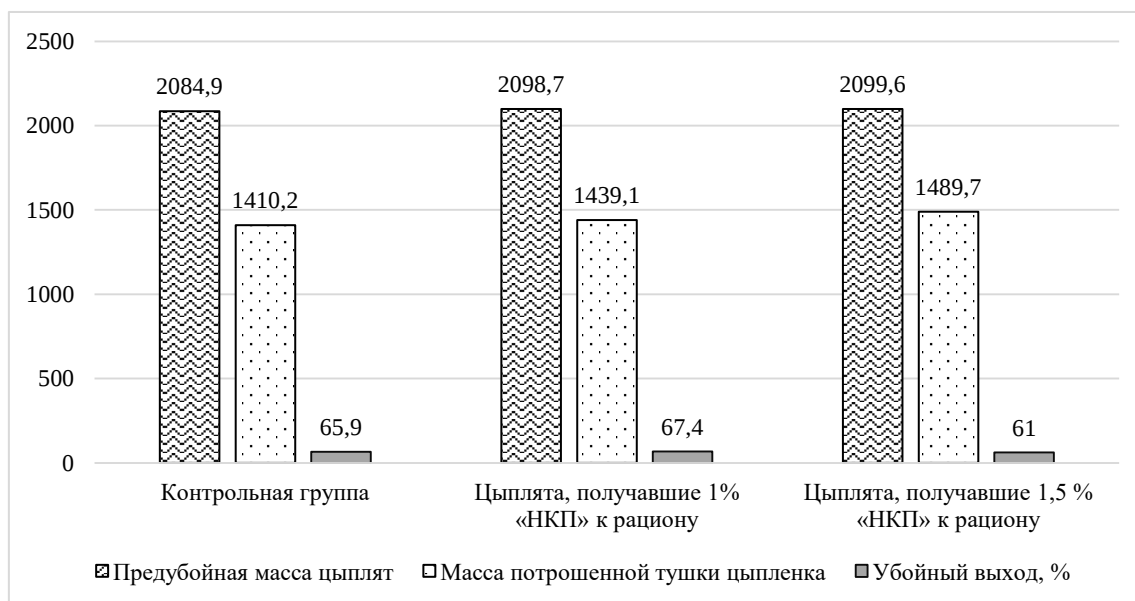


Рис. 1. Масса тушки цыплят-бройлеров / Fig. 1. Carcass weight of broiler chickens

При оценке мяса цыплят-бройлеров второй и третьей опытных групп отмечали развитую мышечную ткань, хорошую степень обескров-

ливания, бледно-розовый цвет, плотную консистенцию (ямка от надавливания пальцем выравнивалась быстро) (рис. 2).

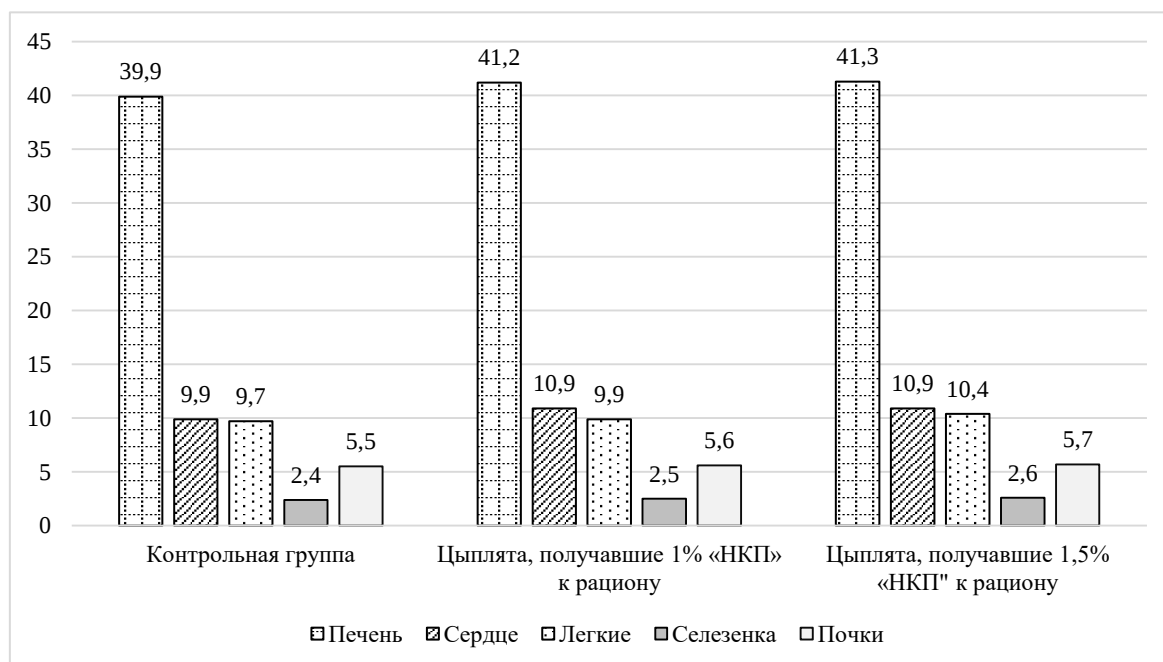


Рис. 2. Масса внутренних органов цыплят-бройлеров / Fig. 1. Weight of internal organs of broiler chickens

При оценке реакции на сернокислую медь бульон из мяса птиц всех опытных групп имел однородную консистенцию, осадок отсутствовал. Реакция на пероксидазу в вытяжке, полученной из мяса цыплят-бройлеров опытных и контрольных групп была положительной.

Бульон при проведении пробы варки из мяса цыплят всех опытных и контрольной групп был прозрачный, ароматный, с капельками жира на поверхности. По результатам бактериоскопии мазков-отпечатков из мяса птиц

всех групп в поле зрения отмечали лишь единичные кокки и палочки, что говорит о хорошем его качестве (табл.).

Показатель pH мяса птицы составил 5,83–5,86 что соответствует в референсным значениям нормы. При добавлении реактива Несслера к вытяжке, полученной из мяса цыплят-бройлеров контрольной группы, помутнения и пожелтения не наблюдалось, что говорит об отсутствии в нем аммиака и солей аммония и подтверждает свежесть и высокое качество.

Таблица / Table

Результаты ветеринарно-санитарной экспертизы мяса цыплят-бройлеров /
Results of veterinary and sanitary examination of broiler chicken meat

Показатели / Indicators	1 группа (контроль) / Group 1 (control)	2-я группа / Group 2	3-я группа / Group 3
Количество микробов в одном поле зрения	1,01±0,36	1,15±0,34	1,42±0,18
pH	5,83±0,048	5,83±0,017	5,86±0,022
Летучие жирные кислоты, мг КОН	1,88±0,063	1,71±0,042	1,90±0,013
Реакция на аммиак и соли аммония с реактивом Несслера	Вытяжка из мясного фарша зеленовато-желтого цвета с сохранением прозрачности		
Кислотное число жира, мг КОН	0,61±0,084	0,63±0,045	0,60±0,113

При микроскопии мазков мяса птицы было установлено, что все образцы имели обсемененность кокками. В среднем в мазках их содержалось не более 1–2 штук. Мазки-отпечатки были слабо окрашены, плохо просматривались на стекле, следов распада мышечной ткани обнаружено не было.

Заключение

Таким образом, при оценке мясо цыплят-бройлеров, получавших в рацион новый композиционный препарат «НКП», имело высокие органолептические качества мяса, результаты бактериоскопии и физико-химических исследований показали результативность в пределах нормативных показателей согласно ГОСТу.

1. Ветеринарно-санитарный контроль пищевой продукции в лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы № 1 г. Казани / А. Х. Волков, Г. Р. Юсупова [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2023. Т. 253. № 1. С. 33–37. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50334738> (дата обращения: 17.04.2024).
2. Смоленцев С. Ю., Волков А. Х., Юсупова Г. Р. Ветеринарно-санитарная экспертиза баранины при использовании в рационе «Роксвит» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 1 (33). С. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-1-29-35>
3. Волков А. Х., Папуниди Э. К., Смоленцев С. Ю. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса свиней при добавлении в рацион минеральной добавки «Полимин» // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2022. Т. 8. № 4. С. 367–375. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-4-367-375>
4. Грибы рода *Aspergillus* – возбудители болезней животных и птиц : монография / Р. М. Потехина, Е. Ю. Тарасова, Л. Е. Матросова [и др.]. Казань : Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2020. 121 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44896529> (дата обращения: 04.04.2024).
5. 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. DOI: <https://doi.org/10.1039/d3ob00528c>
6. Микологическая оценка кормов в Республике Татарстан / Р. М. Потехина, О. К. Ермолаева [и др.] // Ветеринарный врач. 2019. № 1. С. 19–23. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37015548> (дата обращения: 11.04.2024).
7. Микологическая статистика загрязненности кормов по отдельным Районам Поволжья / Р. М. Потехина, Э. И. Семёнов, Л. Е. Матросова, К. Х. Папуниди // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019. Т. 5. № 2 (18). С. 197–203. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-197-203>
8. Грибы рода *Aspergillus* в легочных путях крупного рогатого скота / Р. М. Потехина, О. К. Ермолаева, [и др.] // Ветеринарный врач. 2019. № 5. С. 32–37. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41170806> (дата обращения: 11.04.2024).
9. Случай микоза птиц, вызванный токсигенным изолятом *Fusarium proliferatum* / Р. М. Потехина, Л. Е. Матросова, Е. Ю. Тарасова, Э. И. Семенов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2019. Т. 5. № 3(19). С. 316–322. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-3-316-321>
10. 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. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.2.371rus>
11. Влияние комплекса цеолита и шунгита на резистентность и продуктивность цыплят-бройлеров при смешанном микотоксикозе / Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов [и др.] // Ветеринарный врач. 2018. № 6. С. 3–9. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36604581> (дата обращения: 17.04.2024).
12. Применение гумата железа для профилактики микотоксикоза / С. А. Семенова, С. Г. Гаврилов [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2015. Т. 224. № 4. С. 192–195. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502244> (дата обращения: 17.04.2024).
13. Изучение эффективности кормовой добавки для телят на основе грибов *Trichoderma reesei* и *Ganoderma lucidum* / Р. М. Потехина, А. М. Трemasова, Е. Ю. Тарасова, Д. И. Милованкин // Международный вестник ветеринарии. 2022. № 4. С. 190–195. DOI: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.190>
14. Разработка экспериментальной композиции на основе мицелиального гриба *Fusarium sambucinum* и оценка ее эффективности в качестве средства профилактики диареи телят / Р. М. Потехина, А. М. Трemasова, [и др.] // Международный вестник ветеринарии. 2022. № 1. С. 229–233. DOI: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.1.229>

Статья поступила в редакцию 29.08.2024 г.; одобрена после рецензирования 09.10. 2024 г.; принята к публикации 30.10.2024 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

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. Volkov A. H., Yusupova G. R. [et al.] Veterinarno-sanitarnyi kontrol' pishchevoi produktsii v laboratorii veterinarno-sanitarnoi ekspertizy №1 g. Kazani [Veterinary and sanitary control of food products in the laboratory of veterinary and sanitary examination No. 1, Kazan] *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2023, vol. 253, no. 1, pp. 33–37. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50334738> (accessed 17.04.2024). (In Russ.).
2. Smolentsev S. Yu., Volkov A. H., Yusupova G. R. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza baraniny pri ispol'zovanii v ratsione "Roksvit" [Veterinary and sanitary examination of mutton when using Roxvit in the diet]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 1, pp. 29–35. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-1-29-35>
3. Volkov A. Kh., Papunidi E. K., Smolentsev S. Yu. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa svinei pri dobavlenii v ratsion mineral'noi dobavki "Polimin" [Veterinary and sanitary examination of pig meat when adding the mineral supplement Polymin to the diet]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2022, vol. 8, no. 4, pp. 367–375. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2022-8-4-367-375>.
4. Potekhina R. M., Tarasova E. Yu., Matrosova L. Ye. [et al.] Griby roda Aspergillus – возбудители болезней животных и птиц : монография [Fungi of the genus *Aspergillus* – pathogens of diseases of animals and birds]. *Kazan' : Federal'nyy tsentr toksikologicheskoy, radiatsionnoy i biologicheskoy bezopasnosti* = Kazan, Federal Center for Toxicological, Radiation and Biological Safety 2020, 121 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44896529> (accessed 4.04.2024). (In Russ.).
5. 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. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.1039/d3ob00528c>
6. Potekhina R. M., Ermolaeva O. K. [et al.] Mikologicheskaya otsenka kormov v Respublike Tatarstan [Mycological assessment of feed in the Republic of Tatarstan]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2019, no. 1, pp. 19–23. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37015548> (accessed 04.11.2024). (In Russ.).
7. Potekhina R. M., Semenov E. I. [et al.] Mikologicheskaya statistika zagryaznennosti kormov po otdel'nykh Raionam Povolzh'ya [Mycological statistics of feed contamination in certain areas of the Volga Region]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics". 2019, vol. 5, no. 2 (18), pp. 197–203. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2019-5-2-197-203>
8. Potekhina R. M., Ermolaeva O. K. [et al.] Griby roda Aspergillus v legochnykh putyakh krupnogo rogatogo skota [Mushrooms of the genus *aspergillus* in lung ways cattle]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2019, no. 5, pp. 32–37. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41170806> (accessed 11.04.2024). (In Russ.).
9. Potekhina P. M., Matrosova L. E. [et al.] Sluchai mikoza ptits, vyzvannyi toksigennym izolyatom Fusarium proliferatum [The case of poultry mycosis caused by *Fusarium proliferatum* isolate.]. *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/10.30914/2411-9687-2019-5-3-316-321>
10. Semenov E. I., Matrosova L. E. [et al.] Eksperimental'nyi sochetannyy 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. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.2.371rus>
11. Mishina N. N., Semenov E. I. [et al.] Vliyaniye kompleksa tseolita i shungita na rezistentnost' i produktivnost' tsyplyat-broilerov pri smeshannom mikotoksikoze [Influence of the complex of zeolite and shungit on the resistance and productivity of broiler chickens under a mixed mycotoxicosis]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2018, no. 6, pp. 3–9. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36604581> (accessed 17.04.2024).

12. Semenova S. A., Gavrilov S. G. [et al.]. Primenenie gumata zheleza dlya profilaktiki mikotoksikoza [Application of iron humates prevention mycotoxicozes] *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N. E. Baumana* = Scientific Notes of Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine, 2015, vol. 224, no. 4, pp. 192–195. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24502244> (accessed 17.04.2024).

13. Potekhina R. M., Tremasova A. M. [et al.]. Izuchenie effektivnosti kormovoi dobavki dlya telyat na osnove gribov *Trichoderma reesei* i *Ganoderma lucidum* [Study of the effectiveness of a feed additive for calves based on fungi *Trichoderma reesei* and *Ganoderma Lucidum*]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii* = International Bulletin of Veterinary Medicine, 2022, vol. 4, pp. 190–195. DOI: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.4.190>

14. Potekhin R. M., Tremasova A. M. [et al.]. Razrabotka eksperimental'noi kompozitsii na osnove mitselial'nogo griba *Fusarium sambucinum* i otsenka ee effektivnosti v kachestve sredstva profilaktiki diarei telyat [Development of the experimental composition based on the mycelial fungi *Fusarium sambucinum* and evaluation of its efficiency as a means for the prevention of diarrhea in calves]. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii* = International Bulletin of Veterinary Medicine, 2022, vol. 1, pp. 229–233. DOI: <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2022.1.229>

The article was submitted 29.08.2024; approved after reviewing 09.10.2024; accepted for publication 30.10.2024.

About authors

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

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.

УДК 619:616.98:579.852.1

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-371-381

**АНАЛИЗ УРОВНЯ ВАКЦИНИРОВАННОСТИ ЖИВОТНЫХ,
НАХОДЯЩИХСЯ В ОРИЕНТИРОВОЧНЫХ РАЗМЕРАХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН
СИБИРЕЯЗВЕННЫХ ЗАХОРОНЕНИЙ
НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

О. В. Трудюлюбова^{1,2}, Е. А. Мерзлякова², Ю. Г. Крысенко², И. С. Иванов²

¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики,
г. Ижевск, Российская Федерация

²Удмуртский государственный аграрный университет,
г. Ижевск, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Принятая практика профилактики сибирской язвы среди животных на территории Российской Федерации включает в себя ряд мероприятий, направленных на учет почвенных очагов сибирской язвы и контроль за их ветеринарно-санитарным состоянием, а также вакцинацию всего восприимчивого поголовья животных, за исключением диких восприимчивых животных, находящихся в состоянии естественной свободы. На сегодняшний день в качестве дополнительного способа профилактики данного заболевания рассматривается установление санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений на основе комплексной оценки их эпидемиологической и эпизоотологической опасности. В работе раскрыты вопросы формирования у животных иммунитета при сибирской язве; способы вакцинопрофилактики на территории Удмуртской Республики; а также анализ уровня вакцинированности сельскохозяйственных животных, восприимчивых к сибирской язве, находящихся в ориентировочных размерах санитарно-защитных зон 44 почвенных очагов сибирской язвы, расположенных на территории Удмуртской Республики, в отношении которых разработаны проекты установления сокращенных размеров санитарно-защитных зон. **Цель** – определить уровень вакцинированности сельскохозяйственных животных, восприимчивых к сибирской язве, находящихся на территориях, прилегающих к 44 сибиреязвенным захоронениям, расположенным на территории Удмуртской Республики. **Материалы и методы.** Материалами для исследования послужили отчетные данные Главного управления ветеринарии Удмуртской Республики, информация, представленная органами местного самоуправления Удмуртии, а также учетные, отчетные и архивные данные государственной ветеринарной службы региона. Анализу подвергнуты ориентировочные санитарно-защитные зоны 44 сибиреязвенных захоронений, радиусом 1000 м. **Результаты исследования, обсуждения.** Установлено, что уровень вакцинированности сельскохозяйственных животных, восприимчивых к сибирской язве, на территориях, прилегающих к сибиреязвенным захоронениям, находится на уровне, не достигающем 35 %, как в частном, так и в общественном секторах Удмуртской Республики. **Заключение.** Охват профилактической вакцинацией поголовья сельскохозяйственных животных, находящегося в санитарно-защитных зонах сибиреязвенных захоронений и восприимчивого к сибирской язве, в Удмуртской Республике остается на низком уровне, что может спровоцировать возникновение сибирской язвы на территории региона.

Ключевые слова: вакцина, иммунитет, комплексная оценка, почвенный очаг сибирской язвы, профилактика, санитарно-защитная зона, сибирская язва, эпизоотологическая ситуация

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Анализ уровня вакцинированности животных, находящихся в ориентировочных размерах санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений на территории Удмуртской Республики / О. В. Трудюлюбова, Е. А. Мерзлякова, Ю. Г. Крысенко, И. С. Иванов // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 371–381. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-371-381>

ANALYSIS OF THE LEVEL OF VACCINATION OF ANIMALS LOCATED
IN THE APPROXIMATE SIZES OF SANITARY PROTECTION ZONES OF ANTHRAX GRAVES
ON THE TERRITORY OF THE UDMURT REPUBLIC

O. V. Trudolubova^{1,2}, E. A. Merzlyakova², Yu. G. Krysenko², I. S. Ivanov²

¹Ministry of Agriculture and Food of the Udmurt Republic, Izhevsk, Russian Federation

²Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russian Federation

Abstract. Introduction. The accepted practice of anthrax prevention among animals in the territory of the Russian Federation includes a number of measures aimed at accounting for soil foci of anthrax and monitoring their veterinary and sanitary condition, as well as vaccination of all susceptible livestock, with the exception of wild susceptible animals in a state of natural freedom. To date, the establishment of sanitary protection zones of anthrax graves based on a comprehensive assessment of their epidemiological and epizootological danger is considered as an additional method of preventing this disease. The paper reveals the issues of the formation of immunity in animals with anthrax; methods of vaccination on the territory of the Udmurt Republic, as well as an analysis of the vaccination rate of farm animals susceptible to anthrax, located in the approximate sizes of sanitary protection zones of 44 soil foci of anthrax located on the territory of the Udmurt Republic, for which projects have been developed to establish reduced sizes sanitary protection zones. **Purpose** – to determine the level of vaccination of farm animals susceptible to anthrax located in the territories adjacent to 44 anthrax graves located on the territory of the Udmurt Republic. **Materials and methods.** The materials for the study were the reporting data of the Main Veterinary Department of the Udmurt Republic, information provided by local governments of Udmurtia, as well as accounting, reporting and archival data of the state veterinary service of the region. The approximate sanitary protection zones of 44 anthrax graves with a radius of 1000 m were analyzed. **Results, discussion.** It has been established that the vaccination rate of farm animals susceptible to anthrax in the territories adjacent to anthrax graves is at a level not reaching 35 %, both in the private and public sectors of the Udmurt Republic. **Conclusion.** The coverage of preventive vaccination of livestock of farm animals located in sanitary protection zones of anthrax graves and susceptible to anthrax in the Udmurt Republic remains at a low level, which may provoke the occurrence of anthrax in the region.

Keywords: vaccine, immunity, comprehensive assessment, soil focus of anthrax, prevention, sanitary protection zone, anthrax, epizootological situation

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Abramov A. A., Semenenko M. P., Semenenko K. A. Hepatoprotective properties of heprasan-neo in an experiment on the prevention of hepatopathies in juvenile amber trout. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 371–381. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-371-381>

Введение

На протяжении многих лет сибирская язва представляет потенциальную опасность как для животных, так и для людей. Это заболевание отнесено к списку особо опасных инфекционных заболеваний, возбудителем которого является грамположительная бактерия *Bacillus anthracis*, одной из особенностей развития которой является способность к спорообразованию [1]. В мире ежегодно данному заболеванию подвергается до 20 000 человек [1]. Около 1,83 млрд человек сегодня проживает в регионах, где постоянно существует риск возникновения этого особо опасного заболевания [3].

В 2023 году на территории Российской Федерации зарегистрировано шесть вспышек данного заболевания в пяти регионах страны [4], что свидетельствует о нестабильности эпизоотологической ситуации по данному заболеванию.

В ряде регионов мира вспышки сибирской язвы происходят регулярно и чаще всего носят сезонный характер и связаны с особенностями климатических условий и характером экосистем. В других регионах напротив, вспышки сибирской язвы случаются крайне редко. Но даже редкие вспышки заболевания могут стать причиной гибели большого числа животных и охватить широкие территории [1].

Сибирская язва широко распространена во всем мире. При этом уровень заболеваемости сельскохозяйственных животных и людей во многом зависит от экологической ситуации и реализуемых уполномоченными органами и организациями на подведомственных территориях мероприятий по профилактике и контролю возникновения и распространения этой инфекции [3].

По мнению ряда авторов, нельзя считать сибирскую язву исключительно наследием санитарного неблагополучия прошлого [1]. Споры возбудителя сибирской язвы способны длительное время сохраняться в естественных природных резервуарах, которые могут активизироваться или затухать на длительный период времени в зависимости от климатических условий. Аномальные природные явления способствуют активизации таких природных резервуаров возбудителя сибирской язвы, как почвенные очаги сибирской язвы и, как следствие, – разносу возбудителя сибирской язвы на большие расстояния.

Споры возбудителя сибирской язвы могут активизироваться в результате проявления таких природных и климатических явлений, как: установление необычно жаркой погоды, разливы рек, затопление пастбищ, которые могут быть обусловлены циклоническими ливнями и муссонными дождями, половодьем, селями, горными лавинами, обвалы склонов оврагов, разрушение скатов холмов, на которых в прошлом были захоронения животных и другие явления [1].

Механизм развития сибирской язвы и эпидемиология заболевания и сегодня вызывает много спорных вопросов, несмотря на то, что их изучают на протяжении многих лет как в области гуманной медицины, так и в области ветеринарии [1].

К основным мерам профилактики сибирской язвы сегодня относят ветеринарный и санитарный контроль за выпуском продукции животноводства, утилизацию трупов павших животных в соответствии с требованиями действующих ветеринарных правил и вакцинацию восприимчивых животных, находящихся на пастбищном содержании [1].

Несомненно, в системе профилактических мероприятий центральное место в условиях современности отведено вакцинопрофилактике населения, попадающего в группы риска, а также сельскохозяйственных животных, в первую очередь находящихся на выгульном содержании. Но

не следует забывать и о том, что отсутствие или недостаточность вышеперечисленных профилактических мероприятий может увеличить риск возникновения и распространения инфекции и спровоцировать развитие эпизоотии [2].

В защите организма животных от воздействия патогенных факторов возбудителя сибирской язвы задействованы как врожденный, так и приобретенный иммунитет. При этом первостепенная роль отведена именно неспецифическому иммунитету, поскольку его реакции протекают значительно быстрее, что может сыграть определяющую роль в исходе заболевания. По мнению ряда авторов, уничтожение и удаление патогенов нередко происходит без участия адаптивной иммунной системы, лишь посредством реакций врожденного иммунитета [2], неспецифические механизмы которого представлены системой мононуклеарных фагоцитов и системой полиморфноядерных лейкоцитов [7].

В большинстве случаев животные, которые переболели сибирской язвой, приобретают постинфекционный иммунитет и устойчивы к повторному заражению¹.

Возбудитель сибирской язвы в организме животного выделяет три полипептида, которые образуют летальный и отечный токсины, способные проникать внутрь клеток и оказывать там свое множественное токсическое действие. Ответной реакцией организма животного на попадание сибиреязвенного патогена является выработка специфических антител, которые могут рассматриваться как антитоксины. Именно поэтому ряд ученых рассматривают сегодня иммунитет против сибирской язвы как антитоксический и антиинфекционный [6].

В основу антибактериального иммунитета заложен фагоцитоз, который происходит наиболее интенсивно благодаря лизоциму, который способен к распознаванию и уничтожению микробов. Таким образом, лизоциму отведено важное значение в формировании неспецифического иммунитета против сибирской язвы².

Адаптивный иммунитет к сибирской язве формируется посредством применения различных вакцин.

¹ Родионов А. А. Анализ эпизоотической ситуации по сибирской язве в Республике Татарстан и изучение эффективности вакцинопрофилактики данной инфекции: дис. ... канд. вет. наук. Казань, 2022. С. 27.

² Там же. С. 35.

Первые вакцины против сибирской язвы были разработаны Луи Пастером еще в конце XIX века. Это были живые ослабленные вакцины, которые на протяжении полувека широко использовались в Южной Америке и странах Европы. Сибирская язва стала одной из первых болезней бактериальной этиологии, контроль распространения которой стало возможным с использованием вакцин. В России, начиная с 80-х годов XX века и по настоящее время, в качестве вакцинного штамма для домашнего скота используется аттенуированный штамм *B. anthracis* 55-VNIIВВиМ (рХО1+/рХО2-) [1].

На сегодняшний день проводится ряд исследований, направленных на повышение иммуногенных свойств вакцин. Так, в перспективе применение наночастиц в качестве носителей антигенов, а также иммунизация в сочетании с иммуномодуляторами [9].

Результаты, обсуждение

В целях профилактики сибирской язвы на территории Удмуртской Республики специалистами государственной ветеринарной службы региона ежегодно проводится плановая профилактическая вакцинация животных, восприимчивых к сибирской язве, за исключением диких восприимчивых животных, в соответствии с планом диагностических исследований, ветеринарно-профилактических и противоэпизоотических мероприятий в хозяйствах всех форм собственности.

Вакцинация животных в регионе осуществляется с применением вакцины против сибирской язвы

жидкой живой из штамма 55-ВНИИВВиМ. Считается, что данная вакцина обеспечивает формирование у животных иммунитета к возбудителю сибирской язвы через 10 суток после однократного введения продолжительностью 12 месяцев у взрослых животных и шесть месяцев у молодняка¹.

Инструкцией по применению вакцины против сибирской язвы животных из штамма 55-ВНИИВВиМ рекомендована ежегодная однократная иммунизация восприимчивого поголовья.

При этом имеются исследования, которые ставят под сомнение сохранение адаптивного иммунитета на столь длительный промежуток времени и диктуют необходимость проведения более масштабных исследований по изысканию оптимальных сроков ревакцинации животных, с целью снижения рисков возникновения случаев заболевания сибирской язвой. Некоторые исследования показывают снижение титра специфических антител и количества иммунокомпетентных клеток до низких границ защитного уровня после истечения 6 месяцев после вакцинации крупного рогатого скота против сибирской язвы [6].

По данным Главного управления ветеринарии Удмуртской Республики, на территории региона ежегодно подвергается вакцинации в среднем 432 044,4 головы животных, восприимчивых к сибирской язве. Более подробная информация о профилактической вакцинации против сибирской язвы по видам животных и годам за период с 2019 года по 2023 год приведена в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Вакцинация восприимчивого к сибирской язве поголовья животных на территории Удмуртской Республики за пять лет / Vaccination of anthrax-susceptible livestock in the territory of the Udmurt Republic in five years

№ п/п	Вид животного / Type of animal	Вакцинировано животных, голов / Vaccinated animals, heads				
		2019 год / 2019 year	2020 год / 2020 year	2021 год / 2021 year	2022 год / 2022 year	2023 год / 2023 year
1	Верблюды	4	0	0	7	4
2	Крупный рогатый скот	395 239	381 492	408 276	417 596	413 234
3	Лошади	2 989	2 603	2 527	2 434	2 241
4	Мелкий рогатый скот	27 612	26 876	27 610	25 988	23 452
5	Олени	2	0	0	12	24

¹ Инструкция по применению вакцины против сибирской язвы животных из штамма 55-ВНИИВВиМ живой жидкой. 08.07.2014. Покров, 2014. 6 с.

Удмуртская Республика является аграрным регионом, где большое внимание уделяется выращиванию и разведению крупного рогатого скота молочного направления продуктивности. Именно поэтому большую часть вакцинируемого поголовья составляет крупный рогатый скот. Ежегодно доля крупного рогатого скота в общей массе вакцинируемых против сибирской язвы животных в республике составляет от 92,82 % до 94,14 %.

Большой охват вакцинацией против сибирской язвы отмечается и среди мелкого рогатого скота, это в среднем 6,1 % ежегодно, от общего числа вакцинируемых в регионе животных.

Следует отметить, что в регионе практически на всей территории в весенне-летний период применяется пастбищное содержание животных, что увеличивает риски возникновения заболевания животных сибирской язвой, учитывая наличие большого числа сибиреязвенных захоронений, точное местоположение которых на сегодняшний день не установлено.

Как видно из представленных в таблице 1 данных, вакцинации против сибирской язвы в регионе подвергаются и такие виды животных, как олени и верблюды. Уровень вакцинированности оленей против сибирской язвы вырос с 2019 года по 2023 год в 12 раз, так как в последние годы на территории Удмуртии наблюдается тенденция разведения животных, наличие которых является не характерным для местных условий и климата. Это в первую очередь связано с началом действия программы поддержки и развития сельского туризма, в рамках реализации которой увеличивается число объектов с содержанием животных различных видов.

Охват большого видового разнообразия животных ежегодной вакцинацией против сибирской язвы может свидетельствовать о том, что специалистами государственной ветеринарной службы Удмуртской Республики проводится большая работа по учету восприимчивого поголовья животных на территории региона, осуществляется контроль за их перемещением, а также проводится просветительская работа с владельцами таких животных, в том числе об опасности сибирской язвы и важности проведения профилактических противоэпизоотических мероприятий.

В качестве дополнительного метода профилактики возникновения сибирской язвы на тер-

ритории Удмуртской Республики рассматривается установление санитарно-защитных зон мест захоронений животных, павших от сибирской язвы, на основе комплексной оценки эпидемиологической опасности сибиреязвенных захоронений и прилегающих к ним территорий.

Комплексная оценка опасности сибиреязвенных захоронений проводится на основе методических рекомендаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека¹ и включает в себя, в том числе, характеристику популяции сельскохозяйственных животных.

Для оценки популяции сельскохозяйственных животных на территории 44 установленных сибиреязвенных захоронений, расположенных на территории Удмуртской Республики, а также на прилегающих территориях, при разработке проектов установления санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений, произведен анализ численности поголовья восприимчивых к сибирской язве видов сельскохозяйственных животных, отдельно в общественном и частном секторах по состоянию на 1 января 2023 года, а также охват поголовья скота, находящегося в коллективной и частной собственности, подвергнутого профилактической вакцинации против сибирской язвы в 2022 году.

Сведения о численности восприимчивого поголовья в границах ориентировочных санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений получены от администраций муниципальных округов региона. Сведения о численности восприимчивого поголовья, подвергнутого вакцинации против сибирской язвы на тех же территориях, представлены Главным управлением ветеринарии Удмуртской Республики.

Число сельскохозяйственных животных, восприимчивых к сибирской язве и попадающих в ориентировочные размеры санитарно-защитных зон сибиреязвенных скотомогильников, а также установленный уровень их вакцинированности по каждому анализируемому объекту приведен в таблице 2.

¹ Методические рекомендации МР 3.1.0232-21 «Определение эпидемиологической опасности почвенных очагов сибирской язвы» (утв. Федеральной службой в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 1 марта 2021 г.).

Таблица 2 / Table 2

**Уровень вакцинированности восприимчивых сельскохозяйственных животных, находящихся
в ориентировочных санитарно-защитных зонах сибиреязвенных скотомогильников
на территории Удмуртской Республики / The level of vaccination of susceptible farm animals located
in the approximate sanitary protection zones of anthrax cattle burial grounds on the territory of the Udmurt Republic**

№ иссле- дуе- мого объекта / No of the object un- der study	Частный сектор / Private sector		Общественный сектор / Public sector	
	Количество сельскохозяйственных животных, голов / Number of farm animals, goals	Уровень вакцинированности, % / Vaccination rate, %	Количество сельскохозяйственных животных, голов / Number of farm animals, goals	Уровень вакцинированности, % / Vaccination rate, %
1	2	3	4	5
1	5	100,00	0	0,00
2	30	70,00	100	100,00
3	6	16,67	0	0,00
4	9	11,11	0	0,00
5	30	86,67	6918	23,66
6	74	39,19	475	100,00
7	47	4,26	0	0,00
8	1	100,00	0	0,00
9	114	21,05	0	0,00
10	27	11,11	13	76,92
11	9	33,33	0	0,00
12	0	0,00	0	0,00
13	37	0,00	0	0,00
14	332	2,71	200	100,00
15	183	62,84	706	100,00
16	154	10,40	798	100,00
17	24	20,83	0	0,00
18	6	100,00	0	0,00
19	34	29,41	1081	69,38
20	26	38,46	0	0,00
21	66	4,55	200	10,00
22	0	0,00	0	0,00
23	23	100,00	308	100,00
24	103	6,80	0	0,00
25	81	4,94	0	0,00
26	111	100,00	0	0,00
27	65	0,00	0	0,00
28	9	0,00	0	0,00
29	23	100,00	0	0,00

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
30	70	1,43	0	0,00
31	20	50,00	0	0,00
32	393	0,00	0	0,00
33	96	100,00	0	0,00
34	230	0,87	1089	100,00
35	0	0,00	0	0,00
36	294	0,00	1703	100,00
37	0	0,00	0	0,00
38	1192	25,50	0	0,00
39	229	80,35	957	100,00
40	169	2,37	0	0,00
41	24	54,17	0	0,00
42	31	0,00	0	0,00
43	0	0,00	0	0,00
44	4	0,00	0	0,00

При анализе представленных данных установлено, что на территориях, прилегающих к 44 сибирезвненным захоронениям, расположенным на территории Удмуртской Республики, на 1 января 2023 года находилось 18 929 голов восприимчивого к сибирской язве поголовья сельскохозяйственных животных, за исключением животных, обитающих в естественных условиях, из них 4 381 голова животных частного сектора, или 23,14 % поголовья, и 14 548 голов общественного сектора (76,86 %).

Из представленной таблицы 2 также видно, что по большинству анализируемых объектов в ориентировочные санитарно-защитные зоны попадают сельскохозяйственные животные частного сектора (39 объектов из 44), общественное же поголовье встречается лишь по 13 объектам.

При этом средний уровень вакцинированности восприимчивых к сибирской язве животных составил 28,06 % от общего числа в общественном и частном секторах.

Исходя из общего числа животных, вакцинированных против сибирской язвы в 2022 году, представленного в таблице 1, доля восприимчивых животных, находящихся в ориентировочных размерах санитарно-защитных зон 44 сибирезвненных захоронений составила 4,24 %.

При этом на прилегающей к 44 сибирезвненным захоронениям территории в 2022 году в частном секторе вакцинировано 31,57 % восприимчивых к сибирской язве сельскохозяйственных животных, а в общественном секторе – 24,55 %.

Полученные результаты представлены на рисунке 1.

Такой низкий уровень вакцинированности восприимчивого поголовья сельскохозяйственных животных может быть связан с недостижением части поголовья животных возраста вакцинации, а также наличием противопоказаний к вакцинации. Кроме того, как видно из таблицы 1, на территории региона не подвергается вакцинации против сибирской язвы свинопоголовье. При этом из 14 548 голов общественного поголовья сельскохозяйственных животных более 5000 тысяч голов – это свиньи общественного и частного секторов.

Следуя методическим рекомендациям Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, сельскохозяйственные животные, как возможный источник возбудителя инфекции, являются главным звеном в эпизоотическом и эпидемическом процессах сибирской язвы. Высокая численность (плотность) сельскохозяйственных

животных в районе (районах) расположения почвенных очагов значительно повышает риск возникновения заболеваний на соответствующей территории. Также большое значение уделяется ежегодной плановой профилактической иммунизации взрослого поголовья сельскохозяйственных животных с ежемесячным или

ежеквартальным доухватом молодняка в возрасте старше 3-х месяцев. Данному показателю (фактору риска) присвоены максимальные коэффициенты значимости при балльной оценке потенциальной опасности почвенных очагов сибирской язвы по критерию «Социальные факторы риска».

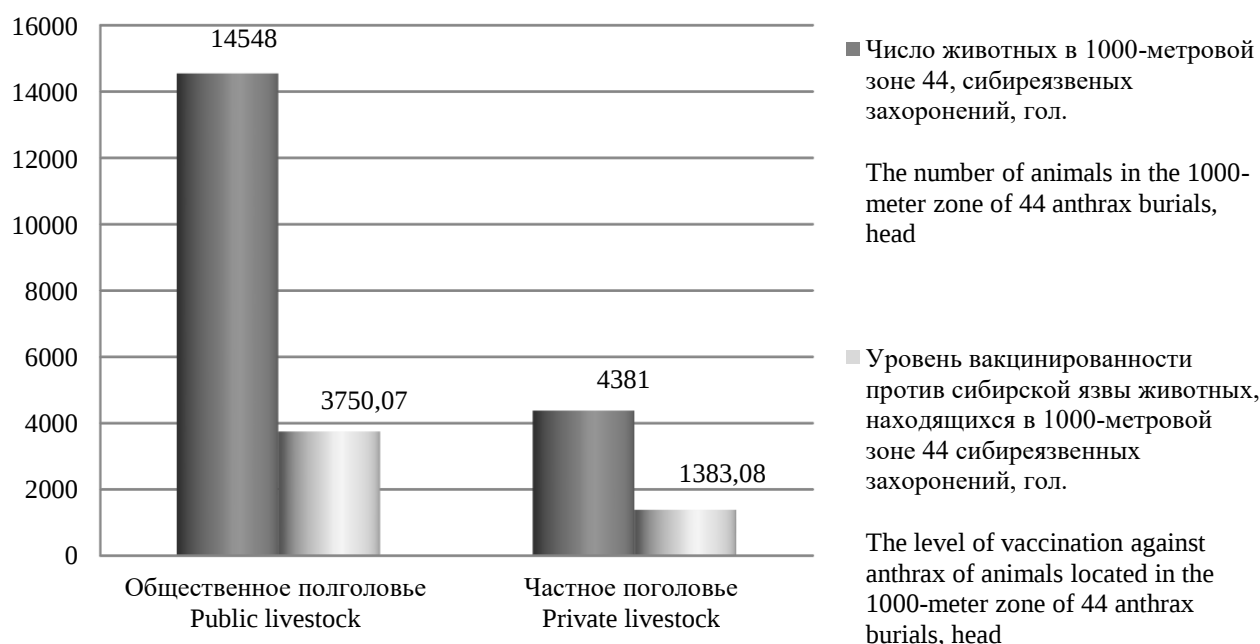


Рис. 1. Анализ вакцинированности сельскохозяйственных животных против сибирской язвы в общественном и частном секторах / Fig. 1. Analysis of vaccination of farm animals against anthrax in the public and private sectors

При этом максимальный балл опасности равный 3 баллам по таким факторам риска, как «привитость общественного поголовья сельскохозяйственных животных, %» и «привитость частного поголовья сельскохозяйственных животных, %», присваивается исследуемому объекту при уровне привитости восприимчивых животных менее 75 %.

Таким образом, уровень вакцинированности восприимчивых сельскохозяйственных животных общественного и частного секторов против сибирской язвы в нашем случае при установлении сокращенных размеров санитарно-защитных зон сибиреязвенных скотомогильников повышает степень опасности почвенных очагов сибирской язвы и увеличивает риски возникновения данного заболевания на территории Удмуртской Республики и в большей степени на пограничных с сибиреязвенными захоронениями территориях.

Заключение

Из представленных и проанализированных данных установлено наличие большого числа сельскохозяйственных животных, восприимчивых к сибирской язве, вблизи 44 сибиреязвенных захоронений, расположенных на территории Удмуртской Республики, местоположение которых установлено.

При этом охват поголовья сельскохозяйственных животных, восприимчивых к сибирской язве и находящихся в санитарно-защитных зонах 44 сибиреязвенных захоронений профилактической вакцинацией против сибирской язвы остается на низком уровне, что может спровоцировать возникновение на территории региона сибирской язвы.

В целях улучшения сложившейся ситуации Главным управлением ветеринарии Удмуртской Республики на основании проанализированных данных принято решение об усилении

мероприятий по профилактической вакцинации против сибирской язвы животных, находящихся вблизи сибиреязвенных захоронений на территории региона, а также усилению контроля, в том числе лабораторного, на границах установления санитарно-защитных зон и по периметру ограждений сибиреязвенных захоронений.

Так, в планы мероприятий, направленных на обеспечение эпидемиологической безопасности на территориях почвенных очагов сибирской язвы, являющихся неотъемлемой частью проектов

установления санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений, помимо мероприятий, рекомендованных Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, дополнительно включены мероприятия по профилактической вакцинации всего восприимчивого к сибирской язве поголовья сельскохозяйственных животных, за исключением животных, находящихся в естественной среде обитания.

1. Сибирская язва: жизненный цикл, механизмы патогенеза и новые концепции в развитии ветеринарных вакцин (обзор) / О. А. Кондакова, Н. А. Никитин [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 3. С. 415–433. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.3.415rus>
2. Взаимодействие возбудителя сибирской язвы с паттерн-распознающими рецепторами врожденного и адаптивного иммунитета / П. Ю. Попова, Н. И. Микшис [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. 2011. № 4 (110). С. 12–17. DOI: [https://doi.org/10.21055/0370-1069-2011-4\(110\)-12-17](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2011-4(110)-12-17)
3. The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife / C. J. Carlson, I. T. Kracalik [et al.] // *Nature Microbiology*. 2019. No. 4. Pp. 1337–1343. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0435-4>
4. Лабораторные исследования объектов окружающей среды при оценке безопасности сибиреязвенных захоронений / О. В. Трудолубова, Ю. Г. Крысенко [и др.] // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2023. Т. 9. № 4. С. 423–432. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-4-423-432>
5. Оценка ситуации по сибирской язве на основе ранжирования территорий по степени риска / С. Р. Раичич, С. А. Сабурова [и др.] // Проблемы особо опасных инфекций. 2020. № 4. С. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-4-125-132>
6. Родионов А. П. Изучение иммунологического статуса поголовья крупного рогатого скота вакцинированного против сибирской язвы // Ветеринарный врач. 2018. № 6. С. 30–35. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-immunologicheskogo-statusa-pogolovya-kрупnogo-rogatogo-skota-vaktsinirovannogo-protiv-sibirskoy-yazvy> (дата обращения 18.06.2024).
7. Иванова С. В., Мельникова Л. А., Родионов А. П. Динамика функциональной активности фагоцитарных клеток животных, вакцинированных против сибирской язвы // Ветеринарный врач. 2020. № 5. С. 33–39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-funktsionalnoy-aktivnosti-fagotsitarnykh-kletok-zhivotnykh-vaktsinirovannykh-protiv-sibirskoy-yazvy> (дата обращения 18.06.2024).
8. Иммунологический статус у животных, после применения сибиреязвенной вакцины / В. Ю. Суцких, М. Р. Юсупов [и др.] // Национальная ассоциация ученых (НАУ). 2022. № 78. С. 20–23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/immunologicheskii-status-u-zhivotnykh-posle-primeneniya-sibireyazvennoy-vaktsiny/viewer> (дата обращения 24.06.2024).
9. Изучение иммуногенных свойств вакцины против сибирской язвы животных из штамма 55-ВНИИВВиМ в сочетании с иммуномодулятором «Иммунофарм» / В. Н. Ласкавый, А. А. Султанов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2 (2). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22119> (дата обращения 19.06.2024).
10. Научное обоснование размеров санитарно-защитных зон сибиреязвенных захоронений на основе комплексной оценки риска / С. А. Картавая, Е. Г. Симонова [и др.] // Гигиена и санитария. 2016. № 95 (7). С. 601–606. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-7-601-606>

Статья поступила в редакцию 09.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 07.11. 2024 г.; принята к публикации 12.11.2024 г.

Об авторах

Трудолубова Ольга Васильевна

аспирант кафедры эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая д. 11), Министерство сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики (426011, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. В. Сивкова, д. 120), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2719-8955>, olgatrudolubova862404@gmail.com

Мерзлякова Елена Анатольевна

кандидат ветеринарных наук, доцент, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6503-2607>, merzlyakova_ea@mail.ru

Крысенко Юрий Гаврилович

доктор ветеринарных наук, профессор, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6435-1454>, krysenkoyu2010@yandex.ru

Иванов Иван Семенович

кандидат биологических наук, доцент, Удмуртский государственный аграрный университет (426069, Российская Федерация, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-1938>, ivanovis76@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Kondakova O. A., Nikitin N. A. [et al.] Sibirskaya yazva: zhiznennyi tsikl, mekhanizmy patogeneza i novye kontseptsii v razvitiі veterinarlykh vaktsin (obzor) [Anthrax: life cycle, pathogenesis mechanisms and new concepts in the development of veterinary vaccines (review)]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* = Agricultural Biology, 2021, vol. 56, no. 3, pp. 415–433. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2021.3.415rus>
2. Popova P. Yu., Mikshis N. I. [et al.] Vzaimodeistvie vzbuditelya sibirskoi yazvy s pattern-raspoznayushchimi retseptorami vrozhdennogo i adaptivnogo immuniteta [Interaction between Bacillus anthracis and Pattern-Recognizing Receptors of Innate and Adaptive Immunity]. *Problemy osobo opasnykh infektsiy* = Problems of especially dangerous infections, 2011, no. 4 (110), pp. 12–17. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.21055/0370-1069-2011-4\(110\)-12-17](https://doi.org/10.21055/0370-1069-2011-4(110)-12-17)
3. Carlson C. J., Kralalik I. T. [et al.] The global distribution of *Bacillus anthracis* and associated anthrax risk to humans, livestock and wildlife. *Nature Microbiology*, 2019, no. 4, pp. 1337–1343. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0435-4>
4. Trudolyubova O. V., Krysenko Yu. G. [et al.] Laboratornye issledovaniya ob"ektov okruzhayushchei sredy pri otsenke bezopasnosti sibireyazvennykh zakhoroneniі [Laboratory studies of environmental objects in assessing the safety of anthrax burials]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2023, vol. 9, no. 4, pp. 423–432. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2023-9-4-423-432>
5. Raichich S. R., Saburova S. A. [et al.] Otsenka situatsii po sibirskoi yazve na osnove ranzhirovaniya territorii po stepeni riska [Assessment of the Situation on Anthrax Based on Ranking Territories by the Degree of Risk]. *Problemy osobo opasnykh infektsii* = Problems of especially dangerous infections, 2020, no. 4, pp. 125–132. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21055/0370-1069-2020-4-125-132>
6. Rodionov A. P. Izuchenie immunologicheskogo statusa pogolov'ya krupnogo rogatogo skota vaktsinirovannogo protiv sibirskoi yazvy [Study of the immunological status of cattle vaccinated against anthrax]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2018, no. 6, pp. 30–35. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-immunologicheskogo-statusa-pogolovya-krupnogo-rogatogo-skota-vaktsinirovannogo-protiv-sibirskoy-yazvy> (accessed 18.06.2024). (In Russ.).
7. Ivanova S. V., Melnikova L. A., Rodionov A. P. Dinamika funktsional'noi aktivnosti fagotsitarnykh kletok zhivotnykh, vaktsinirovannykh protiv sibirskoi yazvy [Dynamics of functional activity of phagocytic cells of animals vaccinated against anthrax]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2020, no. 5, pp. 33–39. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-funktsionalnoy-aktivnosti-fagotsitarnykh-kletok-zhivotnykh-vaktsinirovannykh-protiv-sibirskoy-yazvy> (accessed 18.06.2024). (In Russ.).
8. Sushikh V. Yu., Yusupov M. R. [et al.] Immunologicheskii status u zhivotnykh, posle primeneniya sibireyazvennoi vaktsiny [Immunological status in animals after the use of anthrax vaccine]. *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh (NAU)* = National Association of Scientists (NAU). 2022, no. 78, pp. 20–23. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/immunologicheskii-status-u-zhivotnykh-posle-primeneniya-sibireyazvennoy-vaktsiny> (accessed 24.06.2024) (In Russ.).
9. Laskavy V. N., Sultanov A. A. [et al.] Izuchenie immunogennykh svoystv vaktsiny protiv sibirskoi yazvy zhivotnykh iz shtamma 55-VNII VViM v sochetanii s immu-nomodulyatorom "Immunofarm" [Study of immunogenic properties of anthrax vaccine from animal strain 55-VNII VViM in combination with immunomodulator "Immunopharm"]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern Problems of Science and Education, 2015, no. 2 (2). Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22119> (accessed 19.06.2024). (In Russ.).
10. Kartavaya S. A., Simonova E. G. [et al.] Nauchnoe obosnovanie razmerov sanitarno-zashchitnykh zon sibireyazvennykh zakhoroneniі na osnove kompleksnoi otsenki riska [Scientific substantiation of sizes of sanitary protection zones of anthrax burial sites based on the comprehensive evaluation of risk factors]. *Gigiena i sanitariya* = Hygiene and Sanitation, 2016, no. 95(7), pp. 601–606. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-7-601-606>

The article was submitted 09.10.2024; approved after reviewing 07.11.2024; accepted for publication 12.11.2024.

About authors

Olga V. Trudolyubova

Postgraduate student of the Department of Epizootology and Veterinary and Sanitary Expertise, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), Ministry of Agriculture and Food of the Udmurt Republic (426011, Russian Federation, Izhevsk, V. Sivkov St., 120), ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2719-8955>, olgatrudolubova862404@gmail.com

Elena A. Merzlyakova

Ph. D. (Veterinary), Associate Professor, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6503-2607>, merzlyakova_ea@mail.ru

Yuri G. Krysenko

Dr. Sci. (Veterinary), Professor, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6435-1454>, krysenkoyu2010@yandex.ru

Ivan S. Ivanov

Ph. D. (Veterinary), Associate Professor, Udmurt State Agricultural University (11 Student St., Izhevsk 426069, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-1938>, ivanovis76@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 637.054:639.122:549.64

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-382-389

**ВЛИЯНИЕ СВЧ-ОБРАБОТКИ ЯЧМЕНЯ, СОДЕРЖАЩЕГО МИКОТОКСИНЫ,
НА ЕГО ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ОБМЕННУЮ ЭНЕРГИЮ, И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРЕПЕЛОВ****Л. Ф. Якупова¹, Э. К. Папуниди¹, А. Х. Волков¹, С. Ю. Смоленцев²**¹Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана,
г. Казань, Российская Федерация²Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. В структуре себестоимости основных продуктов птицеводства большая доля приходится на корма, которые должны отвечать требованиям безопасности, определяемой уровнем контаминации микотоксинами. Для снижения содержания микотоксинов в кормах и полного их уничтожения можно использовать различные методы и их сочетания, некоторые из которых могут иметь недостатки. Например, использование некоторых адсорбентов приводит к частичной потере пищевой ценности кормов за счет всасывания вместе с токсинами питательных веществ корма. Одним из методов, позволяющих уничтожить вредную микрофлору, снизить содержание антипитательных веществ, повысить пищевую ценность корма и усвояемость питательных веществ, является микроволновая обработка. **Целью** исследований стало изучение влияния микроволновой обработки ячменя, содержащего микотоксины, на его химический состав, обменную энергию и продуктивность перепелов при использовании отдельно и в сочетании с цеолитом. **Материалы и методы.** Исследования проводились на перепелах 30-дневного возраста, разделенных на 5 групп, две из которых были контрольные и три опытные. **Результаты и обсуждение.** СВЧ-обработка ячменя меняет его химический состав, повышая содержание массовой доли сухого вещества на 35 %, сырого протеина и жира на – 3,4 и 156 %, и безазотистых экстрактивных веществ на – 42,2 %. За счет повышения обменной энергии кормов повышается яичная и мясная продуктивность птиц, при этом затраты обменной энергии на производство единицы продукции уменьшаются. **Заключение.** СВЧ-обработка зерна благоприятно сказывается на яичной и мясной продуктивности перепелов за счет повышения обменной энергии на 41 %, питательной ценности и усвояемости питательных веществ кормов и способствует меньшим затратам обменной энергии на производство продукции. Более выраженный эффект наблюдается при совместном применении СВЧ-обработки зерна и цеолита.

Ключевые слова: микотоксины, зерно, СВЧ-обработка, химический состав, обменная энергия, перепела, цеолит, продуктивность

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Влияние СВЧ-обработки ячменя, содержащего микотоксины, на его химический состав и обменную энергию, и продуктивность перепелов / Л. Ф. Якупова, Э. К. Папуниди, А. Х. Волков, С. Ю. Смоленцев // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 382–389. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-382-389>

**INFLUENCE OF MICROWAVE TREATMENT OF BARLEY CONTAINING MYCOTOXINS
ON ITS CHEMICAL COMPOSITION, METABOLIC ENERGY AND PRODUCTIVITY OF QUAIL****L. F. Yakupova¹, E. K. Papunidi¹, A. Kh. Volkov¹, S. Yu. Smolentsev²**¹Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman, Kazan, Russian Federation²Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. In the cost structure of the main poultry products, a large share falls on feed, which must meet the safety requirements determined by the level of mycotoxin contamination. To reduce the content of mycotoxins in feed and completely destroy them, you can use various methods and their combinations, some of which may have disadvantages. For example, the use of some adsorbents leads to a partial loss of the nutritional value of feed due to the absorption of feed nutrients along with toxins. One of the methods that allows you to destroy harmful microflora, reduce the content of antinutrients, increase the nutritional value of feed and the digestibility of nutrients is microwave processing. **The purpose** of the research was to study the effect of

microwave processing of barley containing mycotoxins on its chemical composition, metabolic energy and quail productivity when used separately and in combination with zeolite. **Materials and methods.** The studies were conducted on 30-day-old quails divided into 5 groups, two of which were control and three experimental. **Results and discussion.** Microwave treatment of barley changes its chemical composition, increasing the content of dry matter by 35 %, crude protein and fat by 3.4 and 156 %, and nitrogen-free extractive substances by 42.2 %. Due to the increase in the exchange energy of feed, the egg and meat productivity of birds increases, while the exchange energy costs per unit of production decrease. **Conclusion.** Microwave treatment of grain has a beneficial effect on the egg and meat productivity of quails due to an increase in exchange energy by 41 %, nutritional value and digestibility of nutrients in feed, and contributes to lower exchange energy costs for production. A more pronounced effect is observed with the combined use of microwave treatment of grain and zeolite.

Keywords: mycotoxins, grain, microwave treatment, chemical composition, metabolic energy, quail, zeolite, productivity

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Yakupova L. F., Papunidi E. K., Volkov A. Kh., Smolentsev S. Yu. Influence of microwave treatment of barley containing mycotoxins on its chemical composition, metabolic energy and productivity of quail. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 382–389. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-382-389>

Введение

Роль птицеводства, как одного из ведущих отраслей животноводства в обеспечении населения ценными диетическими продуктами питания, остается главной на сегодняшний день, и, соответственно, значение отрасли в решении проблемы продовольственной безопасности России не теряет своей актуальности [6]. В структуре себестоимости основных продуктов птицеводства большая доля приходится на корма, которые должны включать определенный набор веществ, полностью удовлетворяющих потребности организма в питании и приготовленные в доступном ему состоянии. Однако помимо требуемых критериев, предъявляемых к качеству кормов, таких как сбалансированность, высококалорийность и необходимая степень измельчения, важное место занимает безопасность кормов, т. к. это напрямую влияет на безопасность получаемой продукции. Одним из показателей безопасности кормов является отсутствие или превышение предельно допустимых концентраций микотоксинов – низкомолекулярных токсичных вторичных метаболитов микроскопических грибов (*Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др.), обладающих выраженным иммунодепрессивным действием в организме животных и птиц [3; 16]. В то же время синергический эффект нескольких микотоксинов, одновременно присутствующих в кормах на уровне предельно допустимых концентраций (ПДК), иногда соответствует эффекту одного микотоксина при превышении ПДК в 3–5 раз [3; 18].

Корма, содержащие микотоксины, могут вызывать как прямую гибель птицы и потерю продуктивности, так и снижение общей сопротивляемости организма птиц к заболеваниям. Вспышки инфекционных патологий на фоне микотоксикозов наиболее опасны, так как невозможно получить от птицы положительного отклика на лечение.

Для снижения содержания микотоксинов в кормах и полного их уничтожения, а также уменьшения влияния на детоксикационную функцию печени можно использовать различные методы и их сочетания: механические, биологические, физические и электрофизические, химические [1; 2; 4; 7; 12; 17; 18]. Одним из способов профилактики и лечения микотоксикозов у животных и птиц является использование сорбентов природного происхождения (цеолиты, бентониты, шунгит), эффективно связывающих в желудочно-кишечном тракте эндогенные и экзогенные токсические вещества [3]. Однако известно, что использование некоторых адсорбентов приводит к частичной потере пищевой ценности кормов за счет всасывания вместе с токсинами питательных веществ корма [9], поэтому поиск способов повышения питательности кормов, используемых в птицеводстве, и сохранение их безопасности остается актуальным вопросом, требующим решения. В связи с этим применение комбинированных способов детоксикации кормов может стать перспективным и позволит не только уничтожить микотоксины и/или нейтрализовать их негативное воздействие на организм

птицы, а следовательно, и на получаемую от нее продукцию, но и компенсировать имеющиеся недостатки методов, применяемых отдельно. Многочисленными отечественными и зарубежными авторами доказана эффективность применения микроволновой обработки, позволяющей инактивировать нежелательную микрофлору [4; 7; 8; 10; 13], снизить содержание антипитательных веществ [5; 15], повысить пищевую ценность обработанного сырья или готового корма [11] и усвояемость питательных веществ кормов [14].

С учетом вышеустановленных фактов целью исследований стало изучение влияния микроволновой обработки ячменя, содержащего микотоксины, на его химический состав, обменную энергию и продуктивность перепелов при применении отдельно и в сочетании с цеолитом.

Материалы и методы

Научно-производственный эксперимент проводился в течение 50 дней на перепелах породы Фараон, 30-дневного возраста в условиях КФХ Алимчуевой З. И., расположенного в Республике Марий Эл. Для этого были сформированы 5 групп по 100 голов в каждой, за исключением одной – группы отрицательного контроля, в которой количество птиц составило 40 голов. Соотношение самок и самцов в группах опыта было 3:1. Птицы всех групп опыта кроме основного рациона получали отруби ячменя в количестве 20 % от суточной

нормы комбикорма. При этом первая группа было биологическим контролем. Рацион второй группы содержал микотоксины Т-2 и охратоксин А, не превышающие ПДК (отрицательный контроль). Птицы третьей, четвертой и пятой групп получали корм аналогичный корму второй группы, но в третьей группе ячмень, содержащий микотоксины, был подвергнут микроволновой обработке; четвертая группа птиц получала к рациону 3 % цеолита и пятая группа птиц сочетала прием корма с микроволновой обработкой ячменя и 3 % цеолита.

Химический анализ ячменя до и после СВЧ-обработки осуществляли в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов, а именно ГОСТ Р 57059-2016, ГОСТ 26226-95, ГОСТ 32905-2014, ГОСТ 13496.4-2019, ГОСТ 26570-95, ГОСТ 26657-97. Определение содержания обменной энергии в ячмене до и после микроволновой обработки осуществлялось с использованием уравнения множественной регрессии.

При определении продуктивности перепелов учитывали яичную и мясную продуктивность.

Результаты исследования, обсуждения

Анализ химического состава зерна (ячменя) показал, что после СВЧ-обработки в течение 120 секунд при частоте 915 ГГц и мощности 50 кВт уменьшилась массовая доля влаги на 75,6 %, что вызвало повышение массовой доли сухого вещества на 35 % (рис. 1).

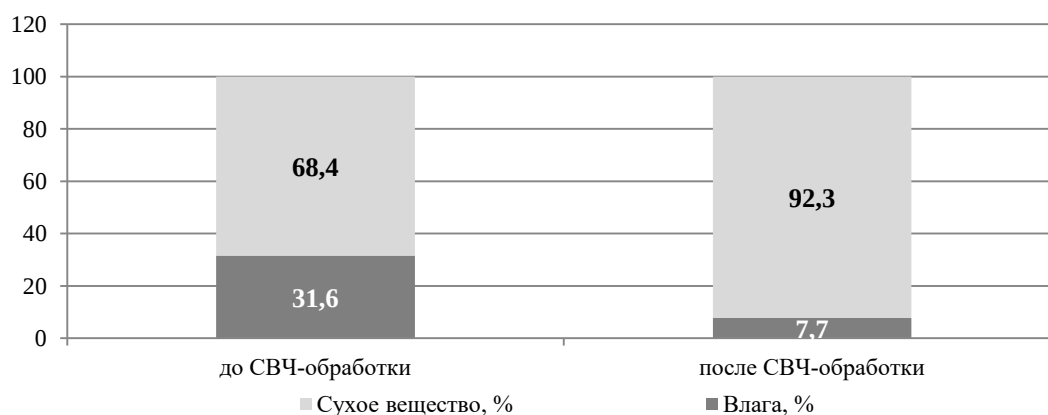


Рис. 1. Содержание влаги и сухого вещества в ячмене до и после СВЧ-обработки /
Fig. 1. Moisture and dry matter content in barley before and after microwave treatment

Более того, анализ количественного состава компонентов сухого вещества ячменя позволил установить, что после СВЧ-обработки произошло повышение сырого протеина и жира на 3,4

и 156 % и безазотистых экстрактивных веществ – на 42,2 %. Однако содержание таких компонентов, как сырая клетчатка и сырая зола, понизилось на 2,4 и 13,7 %. В совокупности содержание

органических веществ в ячмене после СВЧ-обработки повысилось на 36,8 % (рис. 2).

Несмотря на то, что общее содержание сырой золы после СВЧ-обработки в ячмене понизилось, содержание кальция повысилось на 16,7 %, а фосфора – в 11 раз.

При определении обменной энергии ячменя до и после СВЧ-обработки было установлено, что разница составила 41 %. Если до СВЧ-обработки обменная энергия составляла 9,27 МДж, то после она составила 13,067 МДж.

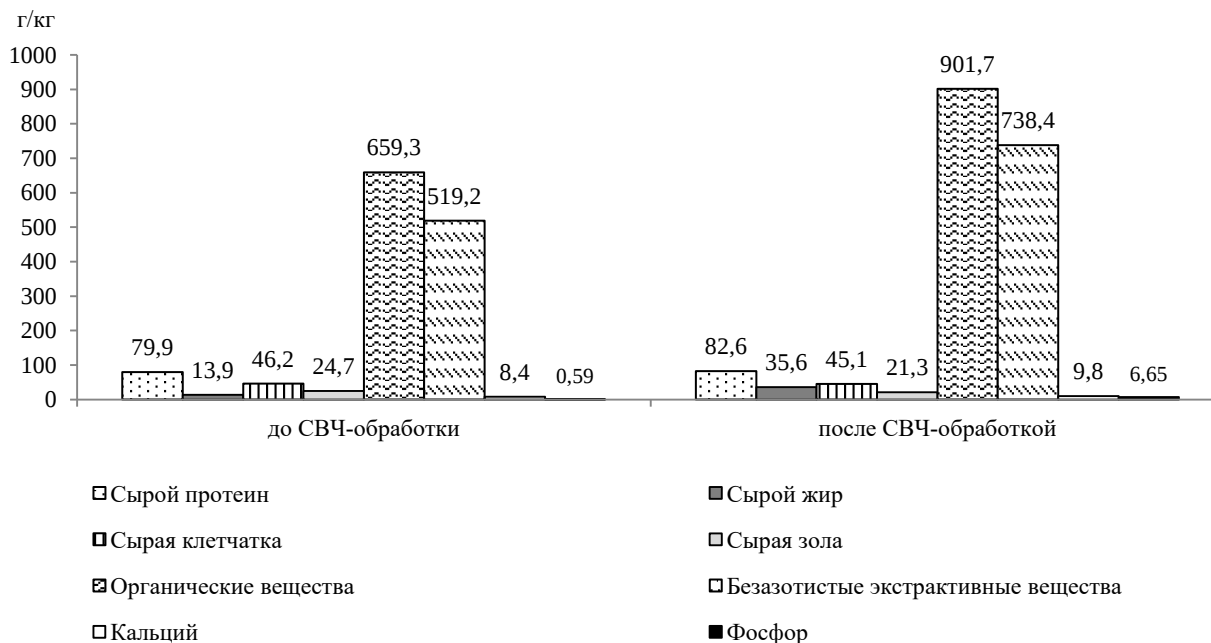


Рис. 2. Содержание питательных и минеральных веществ в ячмене до и после СВЧ-обработки /
Fig. 2. Content of nutrients and minerals in barley before and after microwave treatment

Учитывая вышеустановленный факт, возникла необходимость определить, как влияет СВЧ-обработка ячменя, содержащего микотоксины, на продуктивность перепелов и затраты

энергии на единицу продукции, при его включении в рацион перепелов отдельно и в сочетании с цеолитом. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Результаты определения продуктивности перепелов и затраты обменной энергии на единицу продукции /
Results of determining quail productivity and metabolic energy costs per unit of production

Показатели / Indicators	Группы опыта / Experimental groups				
	1 – контроль / 1 – control group	2 – отриц. контроль / 2 – negative control group	3 – опытная / 3 – experimental group	4 – опытная / 4 – experimental group	5 – опытная / 5 – experimental group
1	2	3	4	5	6
Обменная энергия на одну птицу в сутки, МДж	0,407	0,407	0,429	0,407	0,429
Обменная энергия на одну птицу за весь период опыта, МДж	20,35	20,35	21,45	20,35	21,45
Валовое производство яиц, шт.	395	132	550	700	810
Средняя масса одного яйца, г	12,6	11,4	12,0	12,0	12,3
Выход яйцемассы, кг	5,0	1,5	6,6	8,4	10,0

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
Выход яйцемассы на одну птицу, кг	0,07	0,05	0,09	0,112	0,13
Затраты обменной энергии одной птицей на кг яйцемассы, МДж	5,8	8,14	4,77	3,63	3,3
В % к контролю	100,0	140,3	82,2	62,6	57,0
В % к отрицательному контролю	71,2	100,0	58,6	44,6	40,5
Выход убойной массы, кг	0,206	0,161	0,2	0,192	0,182
Затраты обменной энергии одной птицей на 1 кг убойной массы, МДж	1,97	2,53	2,14	2,12	2,36
В % к контролю	100,0	128,4	108,6	107,6	119,8
В % к отрицательному контролю	77,9	100,0	84,6	84,0	93,3
Общие затраты обменной энергии одной птицей, МДж	7,77	10,67	6,91	5,75	5,66
В % к контролю	100,0	137,3	88,9	74	72,8
В % к отрицательному контролю	72,8	100,0	64,8	53,9	53

Из данных таблицы 1 видно, что включение в рацион перепелов 3-й и 5-й опытных групп ячменя, подвергнутого микроволновой обработке, в количестве 20 % от основного рациона, повысило обменную энергию потребляемых кормов на 5,4 %.

При определении яичной продуктивности подопытных птиц было установлено, что выход яйцемассы на одну птицу в опытных группах с 3-й по 5-ю был выше, чем в первой группе на 28,6; 60 и 86 % и на 80; 124 и 160 % выше, чем во 2-й группе отрицательного контроля. При этом затраты обменной энергии на производство кг яйцемассы в тех же опытных группах были ниже, чем в 1-й контрольной группе на 17,8; 37,4 и 43 % и на 41,4; 55,4 и 59,5 % ниже, чем во 2-й группе отрицательного контроля. Разница между контрольными группами составила 40,3 %.

Анализ данных мясной продуктивности перепелов показал, что убойная масса птиц в опытных группах с 3-й по 5-ю была ниже, чем в 1-й контрольной группе на 3; 6,8 и 11,6 %. Однако разница данного показателя со 2-й группой отрицательного контроля составила 24,2; 19,2 и 13 %. Наблюдаемый факт более низких показате-

телей выхода убойной массы птиц объясняется более высокой яйценоскостью и, соответственно, более развитыми яйцеобразующими органами.

При анализе данных затрат обменной энергии на 1 кг убойной массы было установлено, что максимальное количество обменной энергии было зафиксировано во 2-й группе отрицательного контроля и разница с 1-й контрольной группой составила 28,4 %. Разница между 1-й контрольной группой и опытными с 3-й по 5-ю разница составила 8,6; 7,6 и 19,8 %. При этом разница между 2-й группой отрицательного контроля и опытными группами была минимальной и составила 15,4; 16 и 6,7 %, в то время как с 1-й контрольной группой – 22,1 %.

Проанализировав данные об общих затратах обменной энергии на производство продукции, мы установили, что максимальное ее количество было во 2-й группе отрицательного контроля и разница с опытными группами составила 35,2; 46,1 и 47 %. Разница между 1-й группой и опытными группами была меньше и составила 11,1; 26 и 27,2 %. Минимальные значения общих затрат обменной энергии на производство продукции наблюдались в 5-й опытной группе.

Заключение

На основании полученных данных можно сделать заключение, что СВЧ-обработка зерна благоприятно сказывается на яичной и мясной продуктивности перепелов за счет разрушения микотоксинов, содержащихся в кормах, повышения питательной ценности и обменной энергии кормов. Более выраженный эффект наблюдается при совместном применении СВЧ-обработки зерна и цеолита.

Выводы

1. СВЧ-обработка ячменя меняет его химический состав и повышает его обменную энергию, что способствует повышению питательной ценности зерна.

2. Затраты обменной энергии на производство кг яйцемассы превосходят затраты на производство кг убойной массы птиц.

3. Применение СВЧ-обработки ячменя способствует повышению яичной и мясной продуктивности птиц, уменьшая при этом затраты обменной энергии на производство единицы продукции.

1. Брагинцев С. В., Бахчевников О. Н. Физические методы снижения содержания микотоксинов в кормах и их применение в комбикормовой промышленности (обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22 (1). С. 32–46. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.32-46>

2. Будников Д. А. Система управления экспериментальной установкой электрофизического воздействия на зерно // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2 (66). С. 59–67. DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-57-63>

3. Влияние комплекса цеолита и шунгита на резистентность и продуктивность цыплят-бройлеров при смешанном микотоксикозе / Н. Н. Мишина, Э. И. Семенов [и др.] // Ветеринарный врач. 2018. № 6. С. 3–9. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36604581&ysclid=m4b2mfwj6i282252192> (дата обращения: 11.10.2024).

4. Королев А. А., Тюрина С. С., Тришканева М. В. Анализ применения микроволнового излучения в технологиях стерилизации растительного сырья // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2019. № 3. 2019. С. 81–91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-mikrovolnovogo-izlucheniya-v-tehnologiyah-sterilizatsii-rastitelnogo-syrya?ysclid=m4bafdrge8482078880> (дата обращения: 11.10.2024).

5. Microwave irradiation of guar seed flour: Effect on anti-nutritional factors, phytochemicals, in vitro protein digestibility, thermo-pasting, structural, and functional attributes / S. Manikpuri, A. Kheto [et al.] // J Food Sci. 2024. No. 89 (4). С. 2188–2201. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16980>

6. Мурсалимов М. М. Российское птицеводство: состояние и перспективы развития // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 212–216. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskoe-ptitsevodstvo-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-1?ysclid=m4banuxd5z228516784> (дата обращения: 11.10.2024).

7. Соболева О. М., Колосова М. М., Филипович Л. А. Микробиологическая контаминация кормов и электрофизический метод ее снижения // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 12. С. 50–52. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiologicheskaya-kontaminatsiya-kormov-i-elektrofizicheskiy-metod-ee-snizheniya?ysclid=m4bbexk7xs462978422> (дата обращения: 11.10.2024).

8. Соболева О. М., Колосова М. М., Филипович Л. А. Электрофизический способ снижения количества микотоксинов в концентрированных кормах // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 60–66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektrofizicheskiy-sposob-snizheniya-kolichestva-mikotoksinov-v-kontsentrirrovannyh-kormah?ysclid=m4bbkykfik599171658> (дата обращения: 11.10.2024).

9. Актуальные проблемы ветеринарной токсикологии / М. Я. Трemasов, К. Х. Папуниди [и др.] // Вестник ветеринарии. 2012. № 4 (63). С. 16–18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18258778&ysclid=m4bbuyd3tr136761511> (дата обращения: 11.10.2024).

10. Reduction of Aflatoxin B₁ in Corn by Water-Assisted Microwaves Treatment and Its Effects on Corn Quality / Ya. Zhang, M. Li [et al.] // Toxins (Basel). 2020. Vol. 12. No. 9. P. 605. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.893a4f04-6759218c-b80ea2f1-74722d776562/https/pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7551488/ (дата обращения: 11.10.2024).

11. Belov A, Vasilyev A, Dorokhov A. Effect of microwave pretreatment on the exchange energy of forage barley // Journal of Food Process Engineering. 2021. Vol. 44. No. 4. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.13785>

12. Biernasiak J., Piotrowska M., Libudzisz Z. Detoxification of mycotoxins by probiotic preparation for broiler chickens // Mycotoxin Research. 2006. T. 22. С. 230–235. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02946747>

13. Hourieh A., Jihad A. Effect of microwave oven processing treatments on reduction of Aflatoxin B₁ and Ochratoxin A in maize flour // European Journal of Chemistry. 2019. Vol. 10. Pp. 224–227. URL: https://www.eurjchem.com/index.php/eurjchem/article/view/1840/pdf_1840 (дата обращения: 11.10.2024).

14. Microwave Processing of Animal Feed: A Brief Review. / B. Graham, B. Natalie [et al.] // Transactions of the ASABE. 2019. Vol. 62 (3). Pp. 705–717. DOI: <https://doi.org/10.13031/TRANS.13266>

15. Microwave processing: A way to reduce the anti-nutritional factors (ANFs) in food grains / R. Suhag, A. Dhiman [et al.] // LWT. 2021. Vol. 150. Article 111960. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111960>

16. Systemic anaphylaxis due to combined mycotoxicosis in wister rats / E. I. Semenov, S. Y. Smolentsev [et al.] // *Indian Veterinary Journal*. 2018. Vol. 95. No. 6. Pp. 16–19. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35744645&ysclid=m4bdcsk68i199277051> (дата обращения: 11.10.2024).

17. A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination / Vila-Donat P., Marin S. [et al.] // *Food and chemical toxicology*. 2018. Vol. 114. Pp. 246–259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.044>

18. Zeolite, hepatoprotector and probiotic for aflatoxicosis in pigs international / Matrosova L., Tanaseva S. // *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*. 2020. Vol. 10. Pp. 7053–7060. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=52293155&ysclid=m4bdi8yrgr222176390> (дата обращения: 11.10.2024).

Статья поступила в редакцию 15.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 08.11. 2024 г.; принята к публикации 20.11.2024 г.

Об авторах

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, ул. Сибирский Тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3083-0622>, ley.san.1975@mail.ru

Папуниди Эллада Константиновна

доктор биологических наук, профессор кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана (420029, Российская Федерация, г. Казань, ул. Сибирский Тракт, д. 35), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8030-7894>, rapynidi_kki@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

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. Braginets S. V., Bakhchevnikov O. N. Fizicheskie metody snizheniya soderzhaniya mikotoksinov v kormakh i ikh primeneniye v kombikormovoi promyshlennosti (ob-zor) [Physical methods of mycotoxin content reduction in feeds and application of them in the compound feed industry (review)]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East, 2021, no. 22 (1), pp. 32–46. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.32-46>

2. Budnikov D. A. Sistema upravleniya eksperimental'noi ustanovkoi elektrofizicheskogo vozdeistviya na zerno [Control system of an experimental intallation for electrophysical effects on grain]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Vestnik of Kazan State Agrarian University, 2022, vol. 17, no. 2 (66), pp. 59–67. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-57-63>

3. Mishina N. N., Semenov Je. I. [et al.] Vliyanie kompleksa tseolita i shungita na rezistentnost' i produktivnost' tsyplyat-broilerov pri smeshannom mikotoksikoze [Influence of the complex of zeolite and shungit on the resistance and productivity of broiler chickens under a mixed mycotoxicosis]. *Veterinarnyi vrach* = Veterinarian, 2018, 6, pp. 3–9. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36604581&ysclid=m4b2mfwj6i282252192> (accessed 11.10.2024). (In Russ.).

4. Korolev A. A., Tjurina S. S., Trishkanova M. V. Analiz primeneniya mikrovolnovogo izlucheniya v tekhnologiyakh sterilizatsii rastitel'nogo syr'ya [The application of microwave radiation for sterilization of plant raw materials]. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya "Protessy i apparaty pishchevykh proizvodstv"* = Processes and Food Production Equipmen, 2019, no. 3, pp. 81–91. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-primeneniya-mikrovolnovogo-izlucheniya-v-tehnologiyah-sterilizatsii-rastitelno-go-syr'ya?ysclid=m4bafdrge8482078880> (accessed 11.10.2024). (In Russ.).

5. Manikpuri S., Kheto A. [et al.] Microwave irradiation of guar seed flour: Effect on anti-nutritional factors, phytochemicals, in vitro protein digestibility, thermo-pasting, structural, and functional attributes. *J Food Sci*, 2024, no. 89 (4), pp. 2188–2201. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16980>

6. Mursalimov M. M. Rossiiskoe pitsevodstvo: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Poultry-farming in Russia: present-day situation and development prospects]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University, 2015, no. 1 (51), pp. 212–216. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rossiyskoe-pitsevodstvo-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-1?ysclid=m4banuxd5z228516784> (accessed 11.10.2024). (In Russ.).

7. Soboleva O. M., Kolosova M. M., Filipovich L. A. Mikrobiologicheskaya kontaminatsiya kormov i elektrofizicheskii metod ee snizheniya [Microbiological contamination of feed and electrophysical method of its reduction]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex, 2018, vol. 32, no. 12, pp. 50–52. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiologicheskaya-kontaminatsiya-kormov-i-elektrofizicheskiy-metod-ee-snizheniya?ysclid=m4bbexk7xs462978422> (accessed 11.10.2024). (In Russ.).
8. Soboleva O. M., Kolosova M. M., Filipovich L. A. Elektrofizicheskii sposob snizheniya kolichestva mikotoksinov v kontsentrirrovannykh kormakh [Electrophysical method of reducing the amount of mycotoxins in concentrated feed]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex, 2019, vol. 33, no. 4, pp. 64–66. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektrofizicheskiy-sposob-snizheniya-kolichestva-mikotoksinov-v-kontsentrirrovannyh-kormah?ysclid=m4bbkykfik599171658> (accessed 11.10.2024). (In Russ.).
9. Tremasov M. Ja., Papunidi K. H. [et al.] Aktual'nye problemy veterinarnoi toksikologii [Current problems of veterinary toxicology]. *Vestnik veterinarii* = Veterinary Vestnik, 2012, no. 4 (63), pp. 16–18. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18258778&ysclid=m4bbuyd3tr136761511> (accessed 11.10.2024). (In Russ.).
10. Reduction of Aflatoxin B₁ in Corn by Water-Assisted Microwaves Treatment and Its Effects on Corn Quality / Ya. Zhang, M. Li [et al.]. *Toxins (Basel)*, 2020, vol. 12, no. 9, p. 605. Available at: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.893a4f04-6759218c-b80ea2f1-74722d776562/https/pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7551488/ (accessed 11.10.2024). (In Eng.).
11. Belov A, Vasilyev A, Dorokhov A. Effect of microwave pretreatment on the exchange energy of forage barley. *Journal of Food Process Engineering*, 2021, vol. 44, no. 4. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpe.13785>
12. Biernasiak J., Piotrowska M., Libudzisz Z. Detoxification of mycotoxins by probiotic preparation for broiler chickens. *Mycotoxin Research*, 2006, vol. 22, pp. 230–235. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02946747>
13. Hourieh A., Jihad A. Effect of microwave oven processing treatments on reduction of Aflatoxin B₁ and Ochratoxin A in maize flour. *European Journal of Chemistry*, 2019, vol. 10, pp. 224–227. Available at: https://www.eurjchem.com/index.php/eurjchem/article/view/1840/pdf_1840 (accessed 11.10.2024). (In Eng.).
14. Graham B., Natalie B. [et al.] Microwave Processing of Animal Feed: A Brief Review. *Transactions of the ASABE*, 2019, vol. 62 (3), pp. 705–717. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.13031/TRANS.13266>
15. Suhag R., Dhiman A. [et al.] Microwave processing: A way to reduce the anti-nutritional factors (ANFs) in food grains. *LWT*. 2021, vol. 150, article 111960. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111960>
16. Semenov E. I., Smolentsev S. Y. [et al.] Systemic anaphylaxis due to combined mycotoxicosis in wister rats. *Indian Veterinary Journal*, 2018, vol. 95, no. 6, pp. 16–19. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35744645&ysclid=m4bdcsk68i199277051> (accessed 11.10.2024). (In Eng.).
17. Vila-Donat P., Marin S. [et al.] A review of the mycotoxin adsorbing agents, with an emphasis on their multi-binding capacity, for animal feed decontamination. *Food and chemical toxicology*, 2018, vol. 114, pp. 246–259. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.02.044>
18. Matrosova L., Tanaseva S. [et al.] Zeolite, hepatoprotector and probiotic for aflatoxicosis in pigs international. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)*, 2020, vol. 10, pp. 7053–7060. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=52293155&ysclid=m4bdi8yrgr222176390> (accessed 11.10.2024). (In Eng.).

The article was submitted 15.10.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 20.11.2024.

About authors

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>, ley.san.1975@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>, papynidi_kki@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

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.



ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

ECONOMICS

УДК 332.1(470.62)

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-390-399

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ ЖИЛЬЯ ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА НА ВТОРИЧНОМ РЫНКЕ

М. В. Казаковцева, Ю. М. Лаптева

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

Аннотация. Введение. Сегодня рынок жилья представляет собой существенную сферу деятельности человека, изучение которой занимает свое место наравне с развитием системы здравоохранения. С рынком жилья прямым или косвенным образом связаны все действия человека, направленные на удовлетворение потребностей любого уровня, что подчеркивает важность знаний о недвижимости в контексте экономических наук. «В нашей стране только начинают осознать и использовать в официальных оценках показатели развития рынков жилой и коммерческой недвижимости, которые могут свидетельствовать о приближении фазы экономического роста или стагнации, возможном «перегреве» экономики, развитии ситуации в смежных отраслях в силу того, что сектор недвижимости обладает так называемым мультипликативным воздействием», – пояснил Котляров М. А. **Целью** данного исследования является моделирование объектов вторичного рынка жилья в 2024 году в Приволжском Федеральном округе с помощью экономико-математических методов. **Материалы и методы.** В работе рассматриваются различные методы, такие как кластерный анализ, факторный анализ и др. подходы к экономико-математическому моделированию объектов вторичного рынка жилья ПФО, и выявляются основные факторы, влияющие на его динамику. **Результаты исследования, обсуждения.** Согласно полученным данным за 2024 год были выделены 3 компонента, которые оказали влияние на стоимость 1 м² вторичного жилья, а также проведен кластерный анализ, на основе которого были выделены группы регионов с учетом спроса и предложения на рынке вторичного жилья. **Заключение.** В ходе анализа было установлено, что вторичный рынок жилья в Приволжском Федеральном округе показывает значительные колебания цен, которые зависят от множества факторов, включая экономическую ситуацию, спрос и предложение, а также региональные особенности. Анализ показал, что в 2024 году наблюдается общий тренд к увеличению цен на жилье, что подтверждается ростом средних цен за 1 м² в большинстве регионов Приволжского Федерального округа¹. Например, Республика Татарстан и Республика Башкортостан показали наивысшую стоимость жилья, что доказывает рост интереса к этим регионам округа со стороны покупателей.

Ключевые слова: Приволжский Федеральный округ, вторичный рынок жилья, кластерный анализ, дискриминантный анализ, анализ стоимости квадратного метра жилья, метод главных компонент

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Казаковцева М. В., Лаптева Ю. М. Многомерный статистический анализ стоимости жилья Приволжского Федерального округа на вторичном рынке // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 390–399. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-390-399>

MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS OF THE COST OF HOUSING IN THE VOLGA FEDERAL DISTRICT ON THE SECONDARY MARKET

M. V. Kazakovtseva, Yu. M. Lapteva

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. Today, the housing market represents an essential sphere of human activity, the study of which takes its place alongside the development of the health care system. The housing market is directly or indirectly connected with all human activities aimed at satisfying needs of any level, which emphasizes the importance of knowledge about real estate in the context of economic sciences. "In our country, we are just beginning to realize and use in official assessments the indicators of development of residential and commercial real estate markets, which can indicate the approaching phase of economic growth or stagnation, possible "overheating" of the economy, the development of the situation in related industries due to the fact that the real estate sector has the so-called multiplicative effect" – explained M. A. Kotlyarov. **The purpose** of this study is to model the objects of the secondary housing market in 2024 in the Volga Federal District using economic-mathematical methods. **Materials and methods.** The paper considers various methods, such as cluster analysis, factor analysis and other approaches to economic and mathematical modeling of objects of the secondary housing market of the Volga Federal District, and identifies the main factors affecting its dynamics. **Results of the research, discussions.** According to the data obtained for 2024, 3 components that influenced the cost of 1 m² of secondary housing were identified, and a cluster analysis was carried out, based on which groups of regions were identified, taking into account the supply and demand in the secondary housing market. **Conclusion.** The analysis revealed that the secondary housing market in the Volga Federal District shows significant price fluctuations, which depend on a variety of factors, including the economic situation, supply and demand, and regional peculiarities. The analysis shows that in 2024 there is a general trend towards an increase in housing prices, which is confirmed by the growth of average prices per 1 m² in most regions of the Volga Federal District. For example, the Republic of Tatarstan and the Republic of Bashkortostan showed the highest cost of housing, which proves the growing interest in these regions of the district on the part of buyers.

Keywords: Volga Federal District, secondary housing market, cluster analysis, discriminant analysis, analysis of the cost per square meter of housing, principal component method

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Kazakovtseva M. V., Lapteva Yu. M. Multivariate statistical analysis of the cost of housing in the Volga Federal District on the secondary market. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 390–399. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-390-399>

Введение

Каждый регион функционирует как открытая экономическая система, на которую воздействует множество факторов. При анализе цен на квартиры на вторичном рынке жилья особенно важно учитывать такие показатели, как: объем ввода жилья, количество разрешений на строительство, объем инвестиций в строительную отрасль, число работников в этой сфере, а также количество незавершенных объектов и другие показатели.

Цель настоящего исследования заключается в проведении исследования стоимости квартир вторичного жилья в Приволжском Федеральном округе в 2024 году.

Материалы и методы

Эмпирической базой исследования послужили показатели статистической отчетности и другие данные Федеральной службы государственной статистики, размещенные на официальном сайте службы.

Кроме того, информационной основой для исследования послужили нормативно-правовые источники и результаты научных исследований по теме.

Результаты и обсуждение

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (МинСтрой России) использует этот набор

показателей для оценки стоимости недвижимости в различных регионах страны. Рассмотрим каждый из этих показателей более подробно¹:

x_1 – объем ввода жилья, тыс. кв. м;

x_2 – количество разрешенных к строительству объектов, ед.;

x_3 – объем инвестиций в строительство, млн руб.

x_4 – количество работающих в сфере строительства, тыс. чел.

x_5 – общая площадь введенных зданий, тыс. кв. м;

x_6 – количество зданий и сооружений, находящихся в незавершенном строительстве, ед.;

x_7 – площадь квартир в жилых зданиях, находящихся в незавершенном строительстве, тыс. кв. м;

x_8 – объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство», млн руб.;

x_9 – численность населения, тыс. чел.;

x_{10} – число действующих строительных организаций, ед.;

x_{11} – среднедушевые денежные доходы населения, млн руб.;

x_{12} – затраты на производство работ по виду экономической деятельности «строительство»;

x_{13} – прожиточный минимум, млн руб.

Таким образом, представляется возможность выделить наиболее важные характеристики, влияющие на уровень стоимости жилья на вторичном рынке. Поскольку большинство рассматриваемых показателей находятся в тесной корреляционной зависимости друг с другом, для получения наиболее точных результатов необходимо воспользоваться методом главных компонент (МГК).

В качестве наблюдений использовались статистические данные по 14 субъектам Приволжского Федерального округа за 2024 год².

Анализ осуществлялся с помощью статистической программы Statistica. Максимальное количество факторов было установлено на уровне 3, так как именно при этом количестве компонент кумулятивный процент достигал максимального значения.

Таблица 1 / Table 1

Вклад фактора в формирование стоимости 1 м² вторичного жилья /
Contribution of the factor to the formation of the cost of 1 m² of secondary housing

Фактор / Factor	Собственные значения / Eigenvalues	% общей дисперсии / % of total variance	Кумулятивные собственные значения / Cumulative eigenvalues	Кумулятивный % / Cumulative %
1	7,94	61,49	7,94	61,49
2	2,21	17,05	10,15	78,54
3	1,14	8,89	11,29	89,83

Наибольший вклад в формирование стоимости 1 м² жилья на вторичном рынке вносит компонента 1. Это объясняется тем, что доля дисперсии, объясненная первым фактором, равна 61,49 %. Наименьший вклад вносит компонента 3. Процент общей дисперсии для нее составил 8,89 %. Близка к ней и компонента под номером 2, вес которой оказался равен 17,05 %.

В целом все три полученные компоненты объясняют изменение стоимости одного квадратного метра жилья на вторичном рынке на 89,83 %. Данное значение можно считать хоро-

шим результатом, так как оно превышает пороговое значение 60 %. Следовательно, продолжение проведения анализа можно считать обоснованным.

Для визуализации собственных значений факторов был построен график каменистой осыпи (рис. 1).

График показал, что количество компонент должно быть равно 3. Выводим результаты факторного анализа.

¹ Основные показатели жилищного строительства – ЕИСЖС: [сайт]. URL: <https://xn--80az8a.xn--d1aqf.xn--p1ai> (дата обращения: 01.10.2024).

² Федеральная служба государственной статистики: [сайт]. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 01.10.2024); Циан: [сайт]. URL: <https://cian.ru/> (дата обращения: 01.10.2024).

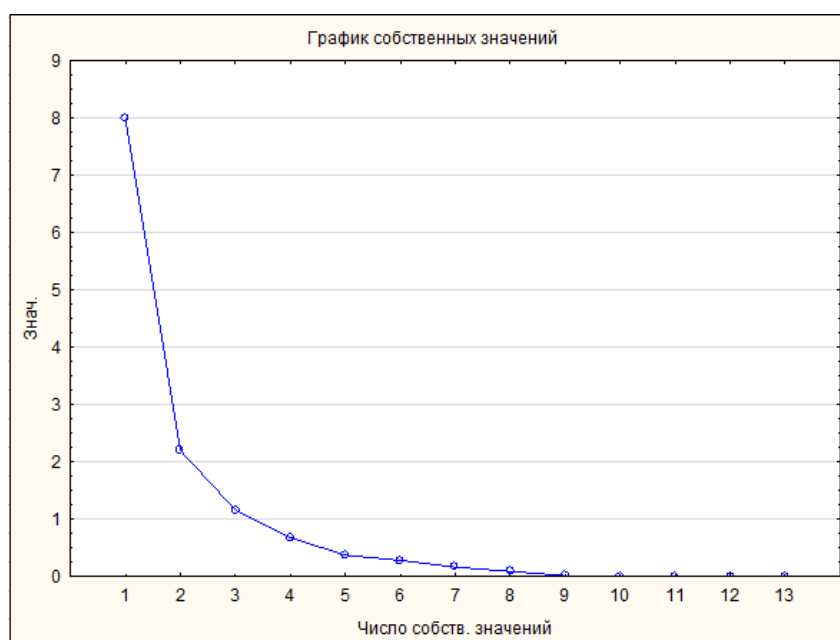


Рис. 1. Формирование числа компонент для факторного анализа /
Fig. 1. Generating the number of components for factor analysis

Таблица 2 / Table 2

Распределение факторов по группам / Distribution of factors by groups

	f1	f2	f3
X1	-0,971213	-0,128089	-0,098965
X2	-0,890130	-0,076826	-0,200805
X3	-0,612136	-0,732658	0,083665
X4	-0,489630	-0,785093	-0,054145
X5	-0,981266	-0,028442	-0,183605
X6	-0,791212	0,165240	0,370946
X7	-0,763918	0,379122	0,296391
X8	-0,954543	-0,118472	0,065976
X9	-0,965085	0,019430	-0,138245
X10	-0,884081	0,078522	-0,303614
X11	-0,896644	0,279751	0,135403
X12	0,081795	0,355970	-0,873240
X13	-0,369141	0,855163	0,092293

Таким образом, были выделены следующие факторы:

f1 – Ввод жилья (*X1* – объем ввода жилья; *X2* – количество разрешенных к строительству объектов; *X3* – общая площадь введенных зданий; *X6* – количество зданий и сооружений, находящихся в незавершенном строительстве; *X7* – площадь

квартир в жилых зданиях, находящихся в незавершенном строительстве; *X8* – объем работ, выполненных по виду экономической деятельности «строительство»; *X9* – численность населения; *X10* – число действующих строительных организаций; *X11* – среднедушевые денежные доходы населения).

f_2 – Эффективность использования инвестиций (X_3 – объем инвестиций в строительство; X_4 – количество работающих в сфере строительства; X_{13} – прожиточный минимум для трудоспособного населения).

f_3 – Затраты на строительство (X_{12} – затраты на производство работ по виду экономической деятельности «строительство»).

Для проверки информативности факторов были рассчитаны коэффициенты информативности.

Таблица 3 / Table 3

Оценка значимости компонентов в контексте многомерного статистического анализа /
Assessing component significance in the context of multivariate statistical analysis

	f_1	f_2	f_3
X1	0,951741	0,000213	0,010872
X2	0,777912	0,005996	0,089934
X3	0,390359	0,536250	0,016380
X4	0,248834	0,618857	0,002964
X5	0,961402	0,001490	0,005272
X6	0,644054	0,023860	0,136894
X7	0,595030	0,142903	0,038640
X8	0,891177	0,001146	0,000938
X9	0,912089	0,000447	0,000599
X10	0,892503	0,016093	0,091624
X11	0,802080	0,078200	0,009456
X12	0,117610	0,071120	0,760776
X13	0,077737	0,729505	0,009087
Сумма знач. ф-в	8,262528	2,226080	1,173436
Общ. сумм. нагр.	7,999834	2,200087	1,163232
Коэф. информативности, %	91,24	85,56	65,39

Наибольшее влияние на стоимость 1 м² жилья на вторичном рынке оказывает показатель «ввод жилья». Показатели «эффективность использования инвестиций» и «затраты на строительство» имеют схожий уровень информативности и оказывают значительное влияние

на стоимость квадратного метра жилья благодаря зависимости от инвестиций в строительство и ввода новых объектов в эксплуатацию.

С помощью полученных факторов было построено уравнение множественной регрессии.

$$Y = 80205,51 + 18766,98f_1 - 391,65f_2 + 2525,16f_3 \quad (1)$$

Результаты регрессии подтверждают значимость всех выделенных факторов.

Исходя из полученного уравнения, можно сказать, что стоимость 1 м² жилья на вторичном рынке напрямую зависит от первой и третьей компоненты и в обратной зависимости от второй, то есть при увеличении f_1, f_3 стоимость квартир будет расти, а при увеличении f_2 – снижаться.

Факторный анализ позволил сократить размерность данных для более точной классификации регионов Приволжского Федерального округа с использованием иерархического метода кластеризации.

Полученная дендрограмма представлена на рисунке 2.

Визуальный анализ построенной дендрограммы позволяет выдвинуть предположение о

наличии 2, 3, 4 либо 5 кластеров. В случае если количество кластеров не совсем очевидно, предполагается прибегнуть к использованию других методов кластеризации до тех пор, пока предполагаемое количество кластеров не совпадет.

В этом случае количество кластеров должно составлять 2, 3 или 4.

Результаты классификации, полученные с помощью метода *k*-средних, совпали с результатами иерархической кластеризации. В итоге были выделены кластеры размерностью 7, 2, 3 и 2 со-

ответственно. Республика Марий Эл была отнесена к первому кластеру.

Наиболее наглядно продемонстрировать отличия кластеров позволяет график средних.

Чтобы убедиться в корректности разбиения на кластеры, был проведен дискриминантный анализ, используемый для принятия решения о том, какие переменные различают две или более возникающие совокупности.

Полученную обучающую выборку необходимо проверить на достоверность.

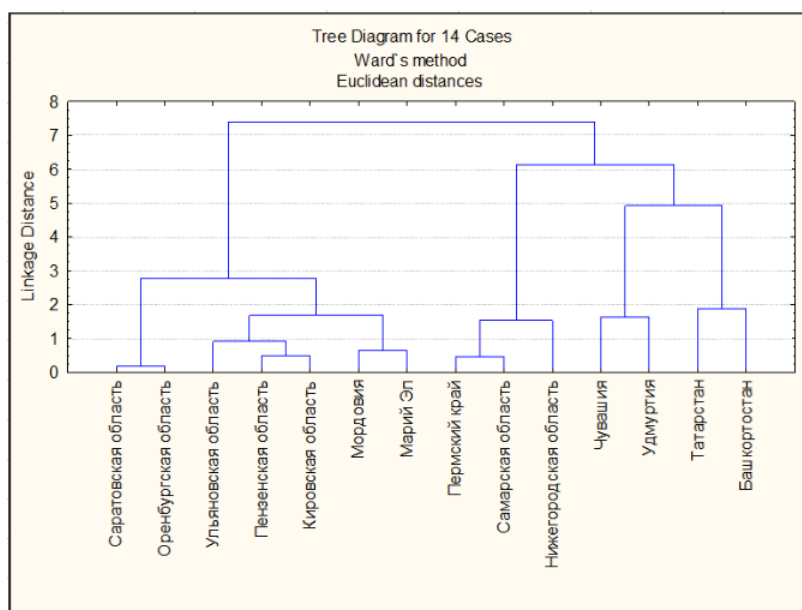


Рис. 2. Кластерный анализ методом дерева решений / Fig. 2. Cluster analysis by decision tree method

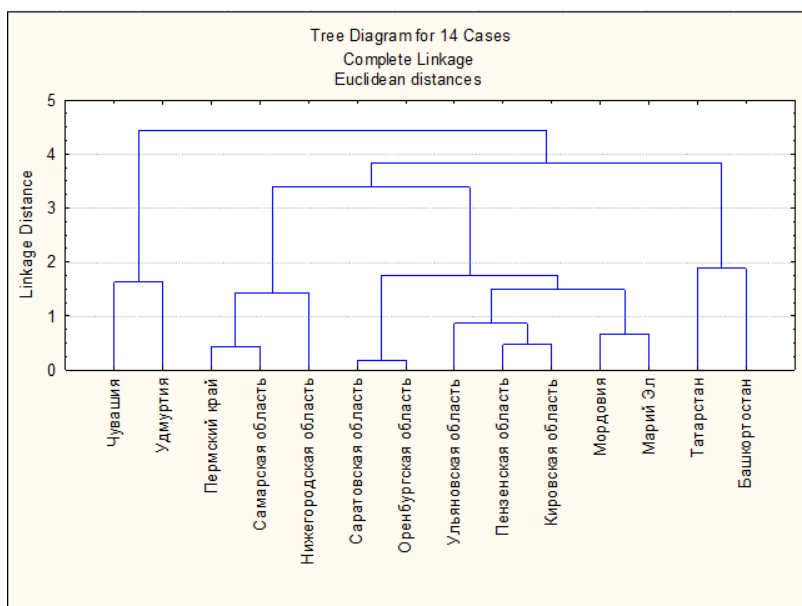


Рис. 3. Кластерный анализ по методу полной связи / Fig. 3. Cluster analysis using the full linkage method

Таблица 4 / Table 4

Классификация регионов ПФО методом k-средних /
Classification of the regions of the Volga Federal District by the k-means method

№ кластера / Cluster number	Регионы Приволжского Федерального округа / Regions of the Volga Federal District
1	Марий Эл, Мордовия, Кировская Область, Оренбургская область, Пензенская область, Саратовская область, Ульяновская область
2	Удмуртия, Чувашия
3	Нижегородская область, Самарская область, Пермский край
4	Башкортостан, Татарстан

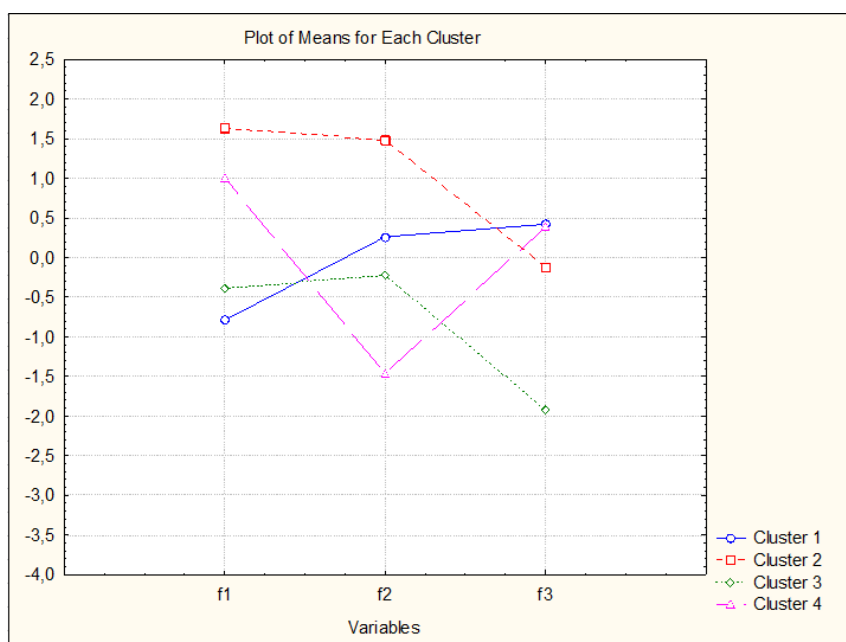


Рис. 4. Отличия кластеров по компонентам / Fig. 4. Distinguishing clusters by component

Таблица 5 / Table 5

Обучающая выборка проверки результатов кластерного анализа /
Training sample validation of cluster analysis results

Регион Приволжского Федерального округа / Region of the Volga Federal District	Фактор / Factor			Кластер / Cluster
	Ввод жилья / Housing starts	Эффективность использования инвестиций / Efficiency of investment utilization	Затраты на строительство / Construction costs	
	f1	f2	f3	
Кировская область	-0,5989	0,0190	0,5656	1
Чувашия	-0,6790	-0,1524	-1,1723	2
Нижегородская область	1,1664	-1,7660	-0,3688	3
Башкортостан	1,3055	1,2966	-0,9781	4

Таблица 6 / Table 6

Матрица классификации обучающей выборки / Classification matrix of the training sample

	Процент / Percentage	G_1:1	G_2:2	G_3:3	G_4:4
G_1:1	100,0000	1	0	0	0
G_2:2	100,0000	0	1	0	0
G_3:3	100,0000	0	0	1	0
G_4:4	100,0000	0	0	0	1
Всего / Total	100,0000	1	1	1	1

Таким образом, обучающая выборка была составлена корректно и является достоверной, поскольку процент правильности в каждом кластере составляет 100 %.

Статистическая значимость и надежность всех трех компонент подтверждаются, так как частные значения лямбды Уилкса для f_1 , f_2 и f_3 равны соответственно 0,05; 0,11 и 0,19, а p -значения значительно ниже 0,05.

На основе полученных трех главных компонент была проведена кластеризация регионов Приволжского Федерального округа по стоимости вторичного жилья, что позволило сформулировать выводы о схожести и различиях между полученными группами. В результате проведенной работы Республика Марий Эл была отнесена к первому кластеру, который характеризуется средним уровнем качества жизни и средними доходами.

Заключение

Проведенное исследование показало, что экономико-математическое моделирование объ-

ектов вторичного рынка жилья в Приволжском федеральном округе является актуальной и важной задачей. Это обусловлено тем, что рынок недвижимости занимает одно из ключевых мест в экономике, а вторичный рынок является значимым его компонентом.

На основе кластерного анализа можно более точно и детально оценить динамику изменения цен на жилье, а также спрос и предложение на рынке, включая другие параметры и характеристики объектов вторичного жилья.

В работе были выделены факторы, влияющие на формирование стоимости 1 м² жилья на вторичном рынке жилья в Приволжском федеральном округе и в Республике Марий Эл. Выделены три группы факторов, оказывающих влияние на стоимость 1 м² жилья на вторичном рынке в ПФО: ввод жилья, эффективность использования инвестиций и затраты на строительство.

1. Анисимова И. Н., Баринев Н. П., Грибовский С. В. Учет разнотипных ценообразующих факторов в многомерных регрессионных моделях оценки недвижимости // Вопросы оценки. 2020. № 2. С. 2–15. URL: <https://elibrary.ru/onznyp?ysclid=m4jkmybaxp455867800> (дата обращения: 01.10.2024).

2. Афанасьева А. Н., Романова А. И., Мустафина Л. Р. Организационно-экономический механизм повышения доступности жилищного фонда и коммунальных услуг: монография. М. : ИНФРА-М, 2020. 174 с.

3. Нестерова С. И. Экономические механизмы ценообразования на вторичном рынке жилой недвижимости // Альманах современной науки и образования. 2019. № 9 (76). С. 121–125. URL: <https://elibrary.ru/ravtij?ysclid=m4jkwcdi1d209519888> (дата обращения: 01.10.2024).

4. Математическое обеспечение системы оценки рыночной стоимости недвижимости на основе методов нечеткой логики / И. Г. Овчинникова, Л. В. Курзаева [и др.] // Успехи современной науки и образования. 2021. Т. 2. № 3. С. 58–60. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25781544&ysclid=m4jl489wyc225190620> (дата обращения: 01.10.2024).

5. Павловский В. И., Кокора Д. И. Компьютерная система анализа рынка недвижимости с нейросетевой оценкой ее стоимости // Международный научный журнал. 2021. № 4-1. С. 61–63.

6. Реннер А. Г., Стебунова О. И. Моделирование стоимости жилья на вторичном рынке жилья // Вестник Оренбургского государственного университета. 2018. № 10-1. С. 179–182. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-stoimosti-zhilya-na-vtorichnom-rynke-zhilya?ysclid=m4jlq797w477769033> (дата обращения: 01.10.2024).

7. Иванова А. С., Петров В. В. Моделирование ценовых стратегий на рынке недвижимости // Экономика и управление. 2019. № 4. С. 45–55.

8. Файдрахманова Г. Ф. Разработка математической модели массовой оценки объектов жилой недвижимости // Достижения и приложения современной информатики, математики и физики : матер. II Всероссийской научно-практической заочной конференции (г. Нефтекамск, 17–19 октября 2019 г.). Уфа : РИЦ БашГУ. 2019. 94 с. С. 69–74.

9. Шабалин В. Г. Сделки с недвижимостью на первичном и вторичном рынках в новейших вопросах и ответах. М. : Омега-Л, Филинь, 2021. 768 с.

10. Швецова Ю. А., Заступов А. В. Доходный подход в оценке рыночной стоимости коммерческой недвижимости // Вестник молодых ученых Самарского государственного экономического университета. 2020. № 1 (41). С. 89–91. URL: <https://elibrary.ru/jpauyt?ysclid=m4jt9kdbcg461183709> (дата обращения: 01.10.2024).

Статья поступила в редакцию 22.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 15.11. 2024 г.; принята к публикации 22.11.2024 г.

Об авторах

Казаковцева Марина Вадимовна

кандидат экономических наук, доцент, кафедра прикладной статистики и цифровых технологий, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5031-1681>, marina290576@mail.ru

Лаптева Юлия Михайловна

магистрант, кафедра прикладной статистики и цифровых технологий, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), yuliya-lapteva.00@mail.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Anisimova I. N., Barinov N. P., Gribovsky S. V. Uchet raznotipnykh tsenoobrazuyushchikh faktorov v mnogomernykh regressionnykh modelyakh otsenki nedvizhimosti [Accounting for different types of price-forming factors in multivariate regression models of real estate valuation]. *Voprosy otsenki* = Valuation Issues, 2020, no. 2, pp. 2–15. Available at: <https://elibrary.ru/onznyp?ysclid=m4jkybaxp455867800> (accessed 01.10.2024). (In Russ.).

2. Afanasyeva A. N., Romanova A. I., Mustafina L. R. Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm povysheniya dostupnosti zhilishchnogo fonda i kommunal'nykh uslug: monografiya [Organizational and economic mechanism of increasing the availability of housing stock and utilities: a monograph]. М., INFRA-M, 2020, 174 p. (In Russ.).

3. Nesterova S. I. Ekonomicheskie mekhanizmy tsenoobrazovaniya na vtorichnom rynke zhiloi nedvizhimosti [Economic mechanisms of pricing in the secondary market of residential real estate]. *Al'manakh sovremennoi nauki i obrazovaniya* = Almanac of Modern Science and Education, 2019, no. 9 (76), pp. 121–125. Available at: <https://elibrary.ru/ravtij?ysclid=m4jkwcdi1d209519888> (accessed 01.10.2024). (In Russ.).

4. Ovchinnikova I. G., Kurzaeva L. V., Petelak V. E., Gavrilova I. V. Matematicheskoe obespechenie sistemy otsenki rynochnoi stoimosti nedvizhimosti na osnove metodov nechetkoi logiki [Mathematical support of the system for assessing the market value of real estate on the basis of fuzzy logic methods]. *Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovaniya* = Uspekhi sovremennoi nauki i obrazovanie, 2021, vol. 2, no. 3, pp. 58–60. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25781544&ysclid=m4jl489wyc225190620> (accessed 01.10.2024). (In Russ.).

5. Pavlovsky V. I., Kokora D. I. Komp'yuternaya sistema analiza rynka nedvizhimosti s neirosetevoi otsenkoi ee stoimosti [A computer system for analyzing the real estate market with a neural network assessment of its value]. *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal* = International Scientific Journal, 2021, no. 4-1, pp. 61–63. (In Russ.).

6. Renner A. G., Stebunova O. I. Modelirovanie stoimosti zhil'ya na vtorichnom rynke zhil'ya [Modeling the cost of housing in the secondary housing market]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* = Vestnik of Orenburg State Pedagogical University, 2018, no. 10-1, pp. 179–182. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-stoimosti-zhilya-na-vtorichnom-rynke-zhilya?ysclid=m4jlq797w477769033> (accessed 01.10.2024). (In Russ.).

7. Ivanova A. S., Petrov V. V. Modelirovanie tsenovykh strategii na rynke nedvizhimosti [Modelling of price strategies on the real estate market]. *Ekonomika i upravlenie* = Economics and Management, 2019, no. 4, pp. 45–55. (In Russ.).

8. Faidrahmanova G. F. Razrabotka matematicheskoi modeli massovoi otsenki ob"ektov zhiloi nedvizhimosti [Development of a mathematical model of mass assessment of residential real estate objects]. *Dostizheniya i prilozheniya sovremennoi informatiki, matematiki i fiziki* : mater. II Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi zaочноi konferentsii = Achievements and applications of modern computer Science, Mathematics and Physics : materials of the II All-Russian scientific and practical correspondence conference, Neftkamsk, October 17–19, 2019, Ufa, RIC Bashgu, 2019, pp. 69–74. (In Russ.).

9. Shabalin V. G. Sdelki s nedvizhimost'yu na pervichnom i vtorichnom rynkakh v noveishikh voprosakh i otvetakh [Real estate transactions in the primary and secondary markets in the latest questions and answers]. М., Omega-L, Filin, 2021, 768 p. (In Russ.).

10. Shvetsova Yu. A., Zastupov A. V. Dokhodnyi podkhod v otsenke rynochnoi stoimosti kommercheskoi nedvizhimosti [A profitable approach to assessing the market value of commercial real estate]. *Vestnik molodykh uchenykh Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* = Bulletin of Young Scientists of Samara State University of Economics, 2020, no. 1 (41), pp. 89–91. Available at: <https://elibrary.ru/jpauyt?ysclid=m4jt9kdbcg461183709> (accessed 01.10.2024). (In Russ.).

The article was submitted 22.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

About authors

Marina V. Kazakovtseva

Ph. D. (Economics), Associate Professor, Department of Applied Statistics and Digital Technologies, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5031-1681>, marina290576@mail.ru

Yulia M. Lapteva

Graduate student, Department of Applied Statistics and Digital Technologies, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), yuliya-lapteva.00@mail.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

УДК 338.435

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-400-408

**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА****К. О. Петров^{1,2}, А. А. Смирнов², О. Ю. Петров²**¹ООО «НПФ «ГЕНИКС», г. Йошкар-Ола, Российская Федерация²Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. В рамках санкционной политики, проводимой рядом зарубежных государств, правительством России введены контрсанкционные мероприятия как меры протекционизма. Импортозамещение стало новыми реалиями для предприятий химической промышленности. Но протекционизм не создал идеальных условий. Существует и ряд проблем, для решения которых необходима выработка приемлемой стратегии устойчивого развития предприятий, производящих предметы бытовой химии. **Цель.** Разработать направления стратегического развития предприятий химической отрасли, на примере ООО «НПФ «ГЕНИКС» при сложившейся в современных условиях политической обстановке, нагнетаемой Соединенными Штатами и странами Евросоюза. **Материалы и методы.** Разработка стратегии развития предприятия рассмотрена на основании оценки материалов, опубликованных в открытых источниках, изучения федеральных законодательных актов и анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия. **Результаты исследования, обсуждения.** Правительством Российской Федерации определена задача для отечественного товаропроизводителя – в условиях политики импортозамещения компенсировать экспортную продукцию товарами отечественного производства. И это стало одним из самых приоритетных направлений развития в России. Но в секторе химической промышленности возникла проблема для производителей бытовой химии, которая выразилась в дефиците сырья на отечественном рынке, что вынудило их начать поиск решения этой проблемы. Для преодоления проблем в условиях санкционных действий Запада необходима выработка стратегии развития предприятия на снижение рисков экономического и административного характера. Необходимо добиться роста экономических показателей за счет производства конкурентоспособной продукции, внедрения инновационных и ресурсосберегающих технологий, повышения рентабельности. **Заключение.** Возникшие проблемы требуют решения со стороны правительства и законодательной власти. Следовательно, требуются конкретные действия, как на региональном, так и федеральном уровнях, требуется разработка системы государственного заказа на предметы бытовой химии, моющие и дезинфицирующие средства, в частности, для обеспечения системы здравоохранения, сферы общественного питания, для нужд населения и государственной программы продвижения продукции на внешние рынки.

Ключевые слова: санкции, контрсанкции, импортозамещение, стратегия развития, химическая промышленность, диверсификация, конкурентоспособность, протекционизм

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Петров К. О., Смирнов А. А., Петров О. Ю. Стратегия развития предприятия химической промышленности в условиях санкционной политики Европейского Союза // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 400–408. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-400-408>

**STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF THE CHEMICAL INDUSTRY IN THE CONTEXT
OF THE SANCTIONS POLICY OF EUROPEAN UNION****K. O. Petrov^{1,2}, A. A. Smirnov², O. Yu. Petrov²**¹"NPF "GENIX" LLC, Yoshkar-Ola, Russian Federation²Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Abstract. Introduction. As part of the sanctions policy pursued by a number of foreign countries, the Russian government has introduced counter-sanctions measures as measures of protectionism. Import substitution has become a new reality for chemical industry enterprises. But protectionism has not created ideal conditions. There are also a number of problems that require the development of an acceptable strategy for the sustainable

development of enterprises producing household chemicals. Goal. To consider the directions of developing a strategy for the development of chemical industry enterprises in the conditions of the modern political situation created by the USA and EU countries on the example of "NPF "GENIX" LLC. **Materials and methods.** The development of an enterprise development strategy was discussed on the basis of an assessment of materials published in open sources, a study of federal legislative acts and an analysis of the production and economic activities of the enterprise. **The results of the study and discussion.** In the context of the import substitution policy, the Russian government has defined the task for the domestic producer - to compensate for the lack of imported products with domestic goods. And this has become one of the most priority areas of development in Russia. But in the chemical industry sector, a problem arose for manufacturers of household chemicals, which resulted in a shortage of raw materials in the domestic market, which forced them to start looking for a solution to this problem. To overcome the problems, in the context of Western sanctions, it is necessary to develop a strategy for the development of the enterprise to reduce risks of an economic and administrative nature. It is necessary to achieve economic growth through the production of competitive products, the introduction of innovative and resource-saving technologies, and increased profitability. **Conclusion.** The problems that have arisen require solutions from the Government and the legislature. Therefore, specific actions are required, both at the regional and federal levels, it is necessary to develop a system of state orders for household chemicals, detergents and disinfectants, in particular, to provide the health care system, the catering sector, for the needs of the population and a state program to promote products to foreign markets.

Keywords: sanctions, counter-sanctions, import substitution, development strategy, chemical industry, diversification, competitiveness, protectionism

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Petrov K. O., Smirnov A. A., Petrov O. Yu. Strategy for the development of the chemical industry in the context of the sanctions policy of European Union. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 400–408. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-400-408>

Введение

С начала 2014 года наша страна ежегодно сталкивается с атаками со стороны западных стран – санкционные меры затрагивают как отдельные компании, так и целые отрасли.

Важно отметить, что в первую очередь санкционной политике подверглись компании в области оборонной, нефтегазовой, металлургической, пищевой промышленности, авиации и другие [7]. Эти меры также затронули предприятия химической отрасли.

Ограничения, наложенные Западом в области технологического сотрудничества, представляют серьезный вызов для российских производителей. В условиях санкций бизнес активно стремится адаптироваться к новым условиям и находить решения для ключевых проблем. Отечественные компании вступили в игру, существенно увеличивая свою долю в разработках и технологиях с 2014 года.

Политика импортозамещения стала активно продвигаться властями после геополитического кризиса 2014 года. В то время Брюссель и Ва-

шингтон впервые применили рестрикции в отношении России, включая секторальные санкции против нефтегазового и химического секторов экономики¹.

Среди санкций введены запреты на поставки в Россию множества видов химической продукции, что приводит к разрыву многих производственных цепочек.

Давление санкций и экономические вызовы требуют переосмысления стратегий развития химической промышленности. Санкции Европейского Союза включают запрет на поставки десятков видов химических товаров и процессов в Россию, что приведет к разрыву цепей поставок. Однако эксперты отмечают, что основная часть химических товаров может быть произведена внутри страны или приобретена у других стран-партнеров, в первую очередь, у Китая. Новые санкции Европейского Союза предусматривают

¹ Чемоданова К. Реакция замещения // Ведомости. Промышленность. URL: https://www.vedomosti.ru/industry/energy_future/articles/2023/03/30/968708-reaktsiya-zamescheniya (дата обращения: 08.10.2024).

запрет на поставку в Россию десятков видов химической продукции. Многие исследователи отмечают, что это приведет к значительным разрывам в цепях поставок. Однако существует узкий спектр специализированной химии, для которой найти альтернативные источники в ближайшее время затруднительно. Все химические классы зависят от импорта в различной степени¹.

В связи с этим требуется поиск альтернативных поставщиков как на внутреннем, так и на внешнем рынке России, а также поддержка отечественных проектов развития химической промышленности. Существует значительная степень неопределенности относительно перспектив развития данной отрасли. Для преодоления этой проблемы необходимо разработать актуальную стратегию или план действий с участием государства и представителей отрасли, а также повысить прозрачность рынков².

Важно также отметить, что наряду с поиском новых поставщиков сырья и комплектующих предприятия химической промышленности должны активно работать над сокращением расходов и повышением эффективности производства. Это может включать в себя внедрение инновационных технологий, повышение энергоэффективности и оптимизацию производственных процессов.

По мнению экспертов, сегодняшние транспортные пути на Восток и Юг не удовлетворяют потребности химической промышленности в импорте и экспорте, поэтому необходимо совершенствовать эти транспортные маршруты. Кроме того, имеется недостаточная ясность в процессах разработки государственной отраслевой политики.

По мнению специалистов, сейчас компании химической промышленности ищут новых поставщиков важного сырья, катализаторов, комплектующих, а также потребителей готовой продукции из дружественных стран. Кроме того, отрасль предлагает конкретные общественные инициативы по уменьшению растущих расходов³.

¹ Без европейского импорта пострадают узкоспециальные отрасли химпроизводства // Обзоры рынка ЛКМ URL: <http://rcc.ru/article/bez-evropeyskogo-importa-postradayut-uzkospecialnye-otrasli-himproizvodstva-86596> (дата обращения: 08.10.2024).

² Отрасли в условиях санкций. Химическая отрасль // Экспертный институт социальных исследований. Москва, 2022. URL: <https://eistr.ru/upload/iblock/579/579bf5a29fb1ff7c53f6b973081f48ae.pdf> (дата обращения: 08.10.2024).

³ Там же.

Эксперты отмечают, что в сфере химической промышленности России открываются значительные перспективы, такие как расширение сотрудничества с государствами бывшего Советского Союза, а также с Китаем, Ираном, Латинской Америкой, Венесуэлой и Мексикой. Появляется возможность разработки и осуществления совместных программ действий между отраслью, государством и экспертами на основе общего понимания стратегических направлений развития. Важно активно развивать внутренний рынок химической продукции через реализацию единой государственной программы по химизации народного хозяйства. При этом стратегия импортозамещения должна учитывать потребности отрасли в основных продуктах и химических веществах.

В России имеется потенциал для создания широкого спектра отечественной химической продукции с высокой степенью добавленной стоимости [7].

Помимо этого, важно также уделить внимание образованию и подготовке кадров для химической промышленности. Развитие высококвалифицированных специалистов и научных кадров способствует инновационному развитию отрасли и повышению ее конкурентоспособности на мировом рынке.

В ответ на введение западных санкций, российское правительство приняло контрсанкции, затрагивающие импорт разнообразных товаров, включая медикаменты и другие товары. Это привело к определенным изменениям в экономических отношениях [2].

Прежде чем принимать решение о дальнейшем развитии предприятий химической промышленности, специализирующихся на производстве бытовой химии, моющих и дезинфицирующих средств, необходимо разобраться в сути санкций и контрсанкций, их влиянии на данную отрасль, а также в политике, связанной с санкциями, которую проводит российское правительство в этом секторе экономики [7].

Таким образом, перед отраслью стоит ряд вызовов, требующих комплексного подхода и сотрудничества между бизнесом, государством и экспертами для разработки эффективных стратегий развития, обеспечивающих устойчивость и конкурентоспособность на рынке.

Наконец, важно учитывать не только текущие вызовы и проблемы, но и долгосрочные

перспективы развития химической промышленности. Это включает в себя не только разработку стратегий на ближайшие годы, но и создание долгосрочных планов, направленных на развитие инноваций, устойчивости и экологической безопасности отрасли.

Целью нашей работы было рассмотреть стратегические направления развития химических предприятий, в условиях современной политической ситуации, на примере компании ООО «НПФ «ГЕНИКС». Для этого был проанализирован широкий спектр материалов, опубликованных на различных ресурсах, таких как «Кибер-Ленинка», «Бухгалтерский учет. Налоги. Аудит», «Реальное время», «Производство России. Интернет-выставка», «Закупки.help», dislib.ru, sbis.ru а также научных изданиях «Фундаментальные исследования», «Бытовая химия: технологии, материалы, продукция» [7].

Материалы и методы

Разработка стратегии развития предприятия обсуждена на основании анализа материалов, опубликованных в открытых источниках на сайтах [7].

Результаты исследования, обсуждения

Санкции представляют собой меры политического и экономического характера, такие как бойкот, эмбарго, ограничительные меры, которые принимаются правительствами государств с целью вынудить другое государство изменить свою внутреннюю или внешнюю политику.

Эти действия были приняты США, Канадой и несколькими европейскими странами в отношении России в марте 2014 года после присоединения Крыма к нашей стране.

В ответ на введение санкций против России Российская Федерация приняла контрмеры (Указ «О применении отдельных специальных экономических мер для обеспечения безопасности Российской Федерации» от 6 августа 2014 года), направленные на страны, присоединившиеся к антисанкциям: США, Канаду, Норвегию, Австралию и страны Евросоюза, а затем аналогичные контрмеры были приняты против Албании, Черногории, Исландии, Лихтенштейна [7].

Российское правительство поставило перед отечественными производителями задачу ком-

пенсировать отсутствие импортной продукции отечественными товарами. Политика замены импортной продукции на отечественную называется импортозамещением [9].

Импортозамещение представляет собой процесс в национальной экономике, в рамках которого необходимая продукция производится в стране собственными силами производителей данного государства [3]. На сегодняшний день импортозамещение в химической промышленности является одним из ключевых направлений развития в России. В связи с этим 15 ноября 2022 года Правительством был утвержден Приказ № 4743 «Об утверждении плана мероприятий по импортозамещению в отрасли химической промышленности Российской Федерации»¹.

С возрастанием спроса на отечественную продукцию единственной проблемой для предприятий химической промышленности, в частности выпускающих предметы бытовой химии, моющие и дезинфицирующие средства, стал дефицит сырья на отечественном рынке, поэтому отечественные производители ищут новые импортные возможности его доставки [6].

Кроме того, импорт зарубежного сырья не исчез – изменилась его география. С 2021 года основными импортерами становятся Казахстан, Турция и Китай [6].

Насущными проблемами отечественной химической промышленности являются проблемы технической и технологической отсталости производства (слабая техническая оснащенность производства и низкая степень внедрения инновационных технологий). Необходимо учитывать, что вместе с дефицитом сырья возник и дефицит запчастей для импортного оборудования, в связи с этим произошло и подорожание обслуживания основных средств [7]. Также нельзя обойти стороной и проблемы государственной политики в этой сфере (система федерального регулирования цен неразвита, права предприятий недостаточно защищены со стороны госструктур) [5].

В текущем году в развитии химической отрасли в России, включая производство товаров для бытового использования, моющих и дезинфицирующих средств, наблюдаются следующие тенденции:

¹ Приказ Минпромторга России от 15 ноября 2022 г. № 4743. План мероприятий по импортозамещению в отрасли химического промышленности Российской Федерации.

– смещение акцентов в импортозамещении сырья в пользу других стран – быстрый переход на внешние рынки во многих областях;

– увеличение объемов производства и расширение ассортимента различных типов моющих и дезинфицирующих средств.

Следовательно, для решения возникающих задач предприятиям химической промышленности необходимо разработать стратегию развития в условиях санкций [4].

Эта стратегия должна быть направлена на снижение различных рисков, включая экономические и административные, и учитывать изменения в производственной сфере. Ее целью является достижение высоких экономических показателей путем модернизации производства конкурентоспособной продукции, внедрения инновационных и энергосберегающих технологий, а также повышения рентабельности производства.

Разработка стратегии развития химической промышленности включает несколько этапов:

1) осуществляем тщательный стратегический анализ, который включает в себя оценку внешних и внутренних элементов, влияющих на динамику развития фирмы. Это означает изучение общих и специфических условий деятельности, определение достоинств и недостатков организации, а также оценку угроз и перспектив;

2) задача – сформулировать миссию компании, разработать систему стратегических целей, проанализировать социально-экономическую ситуацию и конкурентные преимущества, выявить наиболее перспективные направления для развития, рассмотреть различные варианты и выбрать оптимальный путь для достижения устойчивости, а также создать инструментарий для воплощения выбранных стратегий;

3) проводим оценку различных стратегических альтернатив для устойчивого развития, разрабатываем основную стратегию управления для химической отрасли, основываясь на комплексе подстратегий, и занимаемся составлением и утверждением планов и программ стратегических инициатив;

4) разрабатываем механизм управления, который обеспечит эффективную реализацию стратегии устойчивого развития.

В преддверии санкционной эпохи на российском рынке сложились определенные альтернативные стратегии для химической промышлен-

ности, такие как сосредоточение усилий на определенных направлениях, интеграция и диверсификация. Эти подходы остаются актуальными и при текущих санкционных условиях.

Стратегия концентрированного роста является наиболее безопасным направлением развития компаний в химической промышленности, которые стремятся улучшить свои позиции на текущем рынке или найти новые сегменты сбыта продукции, улучшить качество выпускаемой продукции или разработать новые товары.

Диверсифицированный рост обычно выбирают компании, работающие на зрелых или зрелых сегментах рынка, где присутствует высокий уровень конкуренции и концентрации производства. Диверсифицированный рост учитывает изменение потребительских предпочтений, усиление конкуренции и предполагает освоение новых сегментов рынка, смежных с уже существующими [10].

Интегрированный рост предполагает объединение компаний в холдинг [7].

Рассмотрим стратегию развития компании в химической промышленности на примере деятельности ООО «НПФ «ГЕНИКС» в современных условиях.

Прежде всего, необходимо проанализировать финансовые показатели ООО «НПФ «ГЕНИКС» за период с 2019 по 2022 год, доступные в открытых источниках.

Так, в период с 2019 по 2020 год выручка ООО «НПФ «ГЕНИКС» постоянно увеличивалась: с 1 195 740 тыс. рублей до 2 126 560 тыс. рублей, что составило рост на 78 %, что было обусловлено пандемической обстановкой в стране (рис. 1).

Но в 2021 г. произошло снижение выручки на 26 % – до 1 569 140 тысяч рублей. В этот период происходили колебания курса валют и проблемы с поставками сырья, что повлияло на резкий рост ключевых сырьевых позиций. Прибыль от продаж упала: на 62 % с 487 млн руб. в 2020 г. до 184 млн руб. в 2021 году. В это же время, соответственно, происходит рост и расходов предприятия¹.

¹ ООО «НПФ ГЕНИКС»: [сайт]. URL: <https://checko.ru/company/npf-geniks-1021200755289> (дата обращения: 08.10.2024).

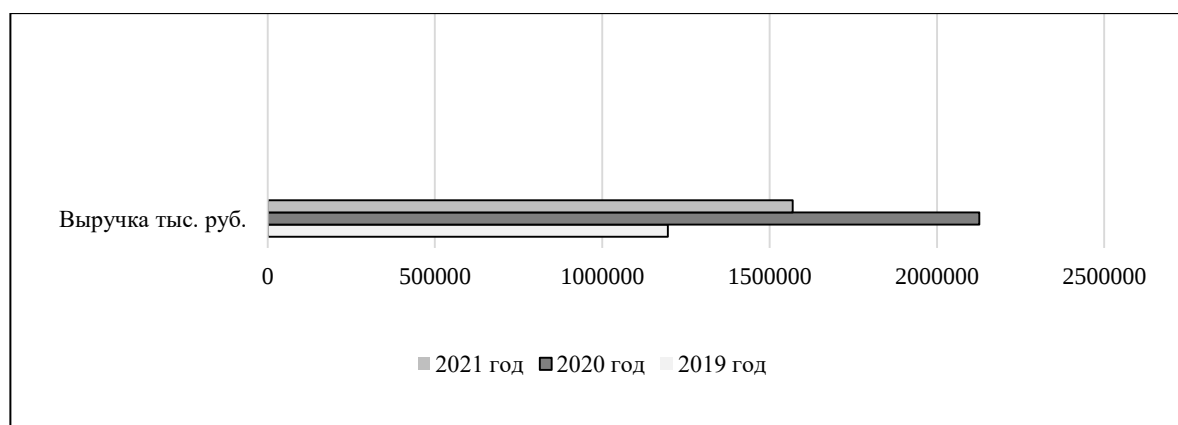


Рис. 1. Динамика выручки ООО «НПФ «ГЕНИКС» / Fig. 1. Revenue dynamics of NPF "GENIX" LLC

Сокращение доходов и увеличение издержек приводят к уменьшению прибыли от реализации. Эти факты свидетельствуют о сложившейся ситуации в период пандемии, насыщении отечественного рынка дезинфицирующими средствами, острой конкуренции и низкой покупательной способности населения – другими словами, все эти проблемы, с которыми сталкивается российская химическая промышленность в условиях западных санкций и контрсанкций, отразились на текущей ситуации. В то же время ООО «НПФ «ГЕНИКС» уверенно удерживает лидерство в своей отрасли в регионе [8].

Что же определяет стабильное положение ООО «НПФ «ГЕНИКС»? Руководство ООО «НПФ «ГЕНИКС» в этой связи отмечает следующие причины:

- 1) в Российской Федерации существует здоровая конкуренция между ООО «НПФ «ГЕНИКС» и другими компаниями, поставляющими моющие и дезинфицирующие средства, но это не мешает всем предприятиям самостоятельно совершенствоваться в аспектах их деятельности;
- 2) конкурентноспособная продукция западным аналогам;
- 3) внедрение новейших технологий в производство;
- 4) предприятие ООО «НПФ «ГЕНИКС» применило стратегию и интегрированного роста – освоило выпуск новой продукции, например, влажных салфеток;
- 5) широкая география распространения продукции [1].

Аналогичная ситуация складывается и на других предприятиях химической промышленности. Для оценки реальной ситуации, которая склады-

вается на рынке производства товаров анализируемой отрасли, рассмотрим другие предприятия.

Выручка предприятия ООО «Алдез» находящийся в г. Москве, в период с 2021 года по 2022 год выросла с 269,9 млн рублей. до 306,2 млн рублей, что составило рост на 13 %, но при росте выручки, за этот же период произошло уменьшение чистой прибыли с 49,5 млн рублей в 2021 году до 28,7 млн рублей 2022 году, что свидетельствует о росте затрат на производстве.

А в ООО «Альфа ХИМ Групп» Нижнего Новгорода выручка снизилась с 792,9 млн рублей в 2022 году до 744 млн рублей в 2023 году, снижение доходов предприятия составило 4 %, что сказалось и на чистой прибыли – снижение чистой прибыли составило 14 % с 14,7 млн рублей до 12,7 млн рублей.

Несмотря на снижение объемов производства и чистой прибыли, предприятия химической промышленности в целом по стране продолжают работать стабильно и прибыльно.

Независимо от выбранной стратегии развития химическим предприятиям в условиях санкционной политики необходимо решить ряд стратегических задач:

- расширить географию поставок и снизить себестоимость продукции;
- внедрить производственные технологии, позволяющие повысить качество продукции при снижении затрат на ее производство;
- усовершенствовать формы и методы продвижения своей продукции на рынке [3].

Вышевыделенные стратегические позиции можем отразить в SWOT-анализе, характеризующем в целом деятельность предприятий химической промышленности России.

Таблица 1 / Table 1

SWOT-анализ деятельности предприятий химической промышленности России /
SWOT-analysis of the activities of the Russian chemical industry enterprises

Сильные стороны / Strength	Слабые стороны / Weaknesses
– стабильная работа; – стабильные заказы; – подготовленные кадры; – хорошее место расположения	– большие процентные ставки на кредиты; – высокая ценовая политика на комплектующие; – зависимость от импортного сырья
Возможности / Possibilities	Угрозы / Threats
– расширение сферы влияния на покупателей; – поставка готовой продукции на экспорт; – использование цифровых технологий в сфере производства	– нестабильная политическая обстановка в мире; – резкое изменение природно-климатических условий на планете; – удорожание иностранной валюты

Исходя из приведенного SWOT-анализа можно сделать вывод о том, что у предприятия химической промышленности нашей страны и анализируемой компании имеются большие резервы по увеличению производства продукции и укреплению своих финансовых положений.

Также важным стратегическим решением этого вопроса является государственная поддержка предприятий химической промышленности в условиях импортозамещения, через реализацию существующих национальных программ. Все это, бесспорно, положительно отразится в вопросах улучшения качества жизни населения и укрепления национальной безопасности страны.

Заключение

При изучении вызовов, с которыми сталкивается сфера химической промышленности, можно отметить, что ключевые вопросы требуют вмешательства со стороны государства и законодательной власти. Только благодаря своевременному регулированию деятельности предприятий химической промышленности возможно сдерживать рост цен на химическое сырье и готовую продукцию данной отрасли. Обстановка требует не только слов, но и конкретных и своевременных действий [1; 7].

1. Абузярова Н. А. Экономико-правовое регулирование российского рынка труда // Журнал российского права. 2018. № 1 (253). С. 128–137. DOI: https://doi.org/10.12737/art_2018_1_11

2. Великороссов В. В., Генкин Е. В., Захаров А. К. Инновационные стратегические подходы к структурной модернизации энергетики в России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019. Т. 5. № 3 (87). С. 112–120. URL: <https://elibrary.ru/zbxpwp?ysclid=m4kyv84r6i804678804> (дата обращения: 22.10.2024).

3. Гусев И. С. Механизм разработки стратегии управления устойчивым развитием предприятий мясоперерабатывающей промышленности // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2016. № 2 (28). С. 31–37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanizm-razrabotki-strategii-upravleniya-ustoychivym-razvitiem-predpriyatiy-myasopererabatyvayushey-promyshlennosti?ysclid=m4kz2pi0j0190004765> (дата обращения: 22.10.2024).

4. Ершова М. В., Жариков Р. В., Жариков В. Д. Модель снижения себестоимости продукции на промышленных предприятиях // Организатор производства. 2016. № 2 (69). С. 67–78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-snizheniya-sebestoimosti-produktsii-na-promyshlennyh-predpriyatiyah?ysclid=m4kz6ivkqp473666691> (дата обращения: 22.10.2024).

5. Лякин А. Н., Рогов М. И. Санкции и контрсанкции: использование политических инструментов для реализации экономических целей // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. № 8 (353). С. 1396–1414. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.13.8.1396>

6. Морозенкова О. В. Экономические последствия западных санкций и контрсанкций // Российский внешнеэкономический вестник. 2017. № 6. С. 58–74. URL: <https://journal.vavt.ru/rfej/article/view/2432> (дата обращения: 22.10.2024).

7. Попов А. В., Петров О. Ю. Стратегия развития мясоперерабатывающего предприятия в условиях санкционной политики // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2020. Т. 6. № 1 (21). С. 115–120. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-1-115-120>

8. Рябов В. Б. Теоретические основания исследования качества жизни человека // Институт психологии Российской академии наук. Социальная и экономическая психология. 2018. Т. 3. № 2 (10). С. 51–73. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35215087&ysclid=m4kzr7oebt824091904> (дата обращения: 22.10.2024).

9. Терешкина Н. Е. Риски при формировании финансовых механизмов реализации инновационной стратегии региона // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2018. № 3 (70). С. 273–280. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34905845&ysclid=m4kzvnsra777501286> (дата обращения: 22.10.2024).

10. Кулясова Е. В. Химическая промышленность России: современное состояние и проблемы развития // Вестник университета. 2019. № 5. С. 93–100. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-5-93-100>

Статья поступила в редакцию 25.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 14.11. 2024 г.; принята к публикации 18.11.2024 г.

Об авторах

Петров Константин Олегович

аспирант, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), экономист, ООО «НПФ «ГЕНИКС» (424006, Российская Федерация, г. Йошкар-ола, ул Крылова, д. 26), kostyapetrov12rus@gmail.com

Смирнов Анатолий Анатольевич

доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и маркетинга, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), an2saa@bk.ru

Петров Олег Юрьевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3647-5345>, tmspetrov@yandex.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Abuzyarova N. A. Ekonomiko-pravovoe regulirovanie rossiiskogo rynka truda [E`konomiko-pravovoe regulirovanie rossiiskogo ry`nka truda]. *Zhurnal rossiiskogo prava* = Journal of Russian Law, 2018, no. 1 (253), pp. 128–137. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.12737/art_2018_1_11

2. Velikorossov V. V., Genkin E. V., Zaxarov A. K. Innovatsionnye strategicheskie podkhody k strukturnoi modernizatsii energie-tiki v Rossii [Innovative strategic approaches to structural modernization of energy in Russia]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* = Economics and management: problems, solutions, 2019, vol. 5, no. 3 (87), pp. 112–120. (In Russ.). Available at: <https://elibrary.ru/zbxpwp?ysclid=m4kyv84r6i804678804> (accessed 22.10.2024).

3. Gusev I. S. Mekhanizm razrabotki strategii upravleniya ustoychivym razvitiem predpriyatij myasopererabatyvayushchei promyshlennosti [Mexanizm razrabotki strategii upravleniya ustoychivym razvitiem predpriyatij myasopererabaty`vayushhej promy`shlennosti]. *Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsial'naya sfera, tekhnologii* = Teoriya i praktika servisa: e`konomika, social'naya sfera, texnologii, 2016, no. 2 (28), pp. 31–37. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-razrabotki-strategii-upravleniya-ustoychivym-predpriyatij-myasopererabatyvayuschey-promyshlennosti?ysclid=m4kz2pi0j0190004765> (accessed 22.10.2024). (In Russ.).

4. Ershova M. V., Zharikov R. V., Zharikov V. D. Model' snizheniya sebestoimosti produktsii na promyshlennykh predpriyatiyakh [The model of product cost reduction at industrial enterprises]. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 2016, no. 2 (69), pp. 67–78. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-snizheniya-sebestoimosti-produktsii-na-promyshlennykh-predpriyatiyah?ysclid=m4kz6ivkpq473666691> (accessed 22.10.2024). (In Russ.).

5. Lyakin A. N., Rogov M. I. Sanktsii i kontrsanktsii: ispol'zovanie politicheskikh instrumentov dlya realizatsii ekonomicheskikh tselei [Sanctions and counter-sanctions: The use of political tools for economic purposes]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* = National Interests: Priorities and Security, 2017, no. 8 (353), pp. 1396–1414. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.13.8.1396>

6. Morozenkova O. V. Ekonomicheskie posledstviya zapadnykh sanktsii i kontrsanktsii [Economic eff ects of Western sanctions and Russia's reciprocal sanctions]. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik* = Russian Foreign Economic Journal, 2017, no. 6, pp. 58–74. Available at: <https://journal.vavt.ru/rfej/article/view/2432> (accessed 22.10.2024). (In Russ.).

7. Popov A. V., Petrov O. Yu. Strategiya razvitiya myasopererabatyvayushchego predpriyatiya v usloviyakh sanktsionnoi politiki [Development strategy of a meat processing enterprise in the context of sanctions policy]. *Vestnik Mariiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Sel'skokhozyaistvennye nauki. Ekonomicheskie nauki"* = Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics", 2020, vol. 6, no. 1 (21), pp. 115–120. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-1-115-120>

8. Ryabov V. B. Teoreticheskie osnovaniya issledovaniya kachestva zhizni cheloveka [Theoretical basis of the quality of human life study]. *Institut psikhologii Rossiiskoi akademii nauk. Sotsial'naya i ekonomicheskaya psikhologiya* = Institute of Psychology Russian Academy of Sciences. Social and Economic Psychology, 2018, vol. 3, no. 2 (10), pp. 51–73. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35215087&ysclid=m4kzr7oebt824091904> (accessed 22.10.2024). (In Russ.).

9. Tereshkina N. E. Riski pri formirovanii finansovykh mekhanizmov realizatsii innovatsionnoi strategii regiona [Riski pri formirovanii finansovykh mekhanizmov realizatsii innovatsionnoi strategii regiona]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava* = *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava*, 2018, no. 3 (70), pp. 273–280. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34905845&ysclid=m4kzvn0sra777501286> (accessed 22.10.2024). (In Russ.).

10. Kulyasova E. V. Khimicheskaya promyshlennost' Rossii: sovremennoe sostoyanie i problemy razvitiya [Chemical industry of Russia: current state and development problems]. *Vestnik universiteta* = *Vestnik Universiteta*, 2019, no. 5, pp. 93–100. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-5-93-100>

The article was submitted 25.10.2024; approved after reviewing 14.11.2024; accepted for publication 18.11.2024.

About authors

Konstantin O. Petrov

Postgraduate student, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), Economist, “NPF “GENIX” LLC (26 Krylova St., Yoshkar-ola 424006, Russian Federation), kostyapetrov12rus@gmail.com

Anatoliy A. Smirnov

Dr. Sci. (Economics), Professor of Economics and Marketing Department, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), an2saa@bk.ru

Oleg Yu. Petrov

Dr. Sci. (Agriculture), Professor of the Department of Meat and Dairy Products Technology, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3647-5345>, tmspetrov@yandex.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 приставном 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. Аффiliation 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)