

Аграрный вестник Северного Кавказа®

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

В номере:

- ✓ ВЕТЕРИНАРИЯ
- ✓ ЖИВОТНОВОДСТВО
- ✓ РАСТЕНИЕВОДСТВО

3₍₅₁₎, 2023



Аграрный вестник Северного Кавказа

№ 3(51), 2023

НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2011 года,
4 раза в год.

Учредитель:
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ.

Территория
распространения:
Российская Федерация,
зарубежные страны.

Зарегистрирован в
Федеральной службе
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
ПИ № ФС77-85520
от 11 июля 2023 г.

Журнал включен в Перечень
ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
в которых должны быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертаций на соискание
учёной степени доктора
и кандидата наук.

Журнал зарегистрирован
в Научной библиотеке в базе
данных РИНЦ на основании
лицензионного договора
№ 188-09 / 2023 Р
от 14 сентября 2023 г.

Главный редактор:

Квочко А. Н.

Ответственный редактор:

Шматько О. Н.

Технический редактор:

Рязанова М. Н.

Корректор:

Варганова О. С.

Тираж: 300 экз.

Адрес редакции:

355017, г. Ставрополь,

пер. Зоотехнический, 12

Телефон: (8652)31-59-00

(доп. 1167 в тон. режиме);

Факс: (8652) 71-72-04

E-mail: vapk@stgau.ru

WWW-страница: www.vapk26.ru

Подписной индекс

в «Объединённый каталог.

ПРЕССА РОССИИ.

Газеты и журналы»: 383308

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Квочко
Андрей
Николаевич,**

доктор биологических
наук, профессор,
профессор РАН,
заведующий кафедрой
физиологии,
хирургии
и акушерства,
Ставропольский
государственный
аграрный
университет
(Ставрополь,
Российская
Федерация)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Гулюкин Михаил Иванович, академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией лейкологии, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН (Москва, Российская Федерация)

Дорожкин Василий Иванович, академик РАН, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией фармакологии и токсикологии, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН (Москва, Российская Федерация)

Кайшев Владимир Григорьевич, академик РАН, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Костяев Александр Иванович, академик РАН, доктор экономических наук, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник института аграрной экономики и развития сельских территорий, Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр им. К. И. Скрябина (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Подколзин Олег Анатольевич, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор, Центр агрохимической службы «Краснодарский» (Краснодар, Российская Федерация)

Прохоренко Петр Никифорович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела генетики и разведения крупного рогатого скота, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Сычев Виктор Гаврилович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель, Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова (Москва, Российская Федерация)

Трухачев Владимир Иванович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, доктор экономических наук, ректор, профессор кафедры кормления животных, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Антонов Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры применения электроэнергии в сельском хозяйстве, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Белова Лариса Михайловна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой паразитологии им. В. Л. Якимова, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Бобрышев Алексей Николаевич, доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского управленческого учета, заместитель главного редактора, проректор по научной и инновационной работе, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Вим Хейман, доктор экономических наук, профессор кафедры региональной экономики, Вагенингенский университет (Вагенинген, Нидерланды)

ГАО Тяньмин, доктор экономических наук, доцент школы экономики и менеджмента, Харбинский инженерный университет (Харбин, Китай)

Драго Цвианович, доктор экономических наук, профессор, декан факультета отельного управления и туризма, Крагуевацкий университет (Врњачка Баня, Сербия)

Епимахова Елена Эдуартовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Есаулко Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений, директор института агробиологии и природных ресурсов, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Злыднев Николай Захарович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных и общей биологии, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Капов Султан Нануович, доктор технических наук, профессор кафедры механики и компьютерной графики, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Краснов Иван Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологий и средств механизации агропромышленного комплекса Азово-Черноморского инженерного института, Донской государственный аграрный университет (Зерноград, Российская Федерация)

Мария Парлинска, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики сельского хозяйства и международных экономических отношений, Варшавский университет естественных наук (Варшава, Польша)

Морозов Виталий Юрьевич, доктор ветеринарных наук, доцент, ректор, заведующий кафедрой крупного животноводства, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Никитенко Геннадий Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой применения электроэнергии в сельском хозяйстве, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Ожередова Надежда Аркадьевна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой эпизоотологии и микробиологии, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Олейник Сергей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Питер Биелик, доктор технических наук, профессор, ректор, Словацкий университет сельского хозяйства (Нитра, Словакия)

Скрипкин Валентин Сергеевич, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии, хирургии и акушерства, директор института ветеринарии и биотехнологий, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Сотникова Лариса Федоровна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой биологии и патологии мелких домашних, лабораторных и экзотических животных, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина (Москва, Российская Федерация)

Таткеева Галия Галымжановна, доктор технических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, заведующая кафедрой электроснабжения, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана, Республика Казахстан)

Цховребов Валерий Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Щуток Анна Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии и защиты растений, Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь, Российская Федерация)

Юдаев Игорь Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры применения электроэнергии, Краснодарский государственный университет (Краснодар, Российская Федерация)



Agrarian Bulletin of the North Caucasus

№ 3(51), 2023

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,
issued four in year

Founder:
FSBEI HE Stavropol SAU

Territory of distribution:
The Russian Federation,
foreign countries

Registered by the Federal service
for supervision in the sphere
of Telecom, information
technologies and mass
communications
ПВ № ФЦ77-85520
from 11 July 2023.

The Journal is in the List
of the leading scientific journals
and publications of the Supreme
Examination Board (SEB),
which are to publish the results
of dissertations on competition
of a scientific degree of doctor
and candidate of Sciences.

The journal is registered
at the Scientific library in the
database Russian Science Citation
Index on the basis of licensing
agreement № 188-09 / 2023 R
from September 14, 2023.

Editor in chief:

Kvochko A. N.

Executive editor:

Shmatko O. N.

Technical editor:

Ryazanova M. N.

Corrector:

Varganova O. S.

Circulation: 300 copies

Correspondence address:

355017, Stavropol, Zootechnical
lane, 12

Tel.: +78652315900

(optional 1167 in tone mode)

Fax: +78652717204

E-mail: vapk@stgau.ru

URL: www.vapk26.ru

Index of the subscription
to the «Combined Catalog.
PRESS OF RUSSIA.

Newspapers and journals»:
E83308

EDITOR IN CHIEF

**Kvochko
Andrey
Nikolaevich,**

Doctor of Biological
Sciences, Professor,
Professor
of the Russian Academy
of Sciences, Head
of the Department
of Physiology, Surgery
and Obstetrics,
Stavropol State
Agrarian University
(Stavropol, Russian
Federation)

EDITORIAL COUNCIL:

Gulyukin Mikhail Ivanovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Leukemia, All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary named after K. I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Dorozhkin Vasily Ivanovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Pharmacology and Toxicology, All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Experimental Veterinary named after K. I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Kaishhev Vladimir Grigorievich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Kostyaev Alexander Ivanovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics Sciences, Doctor of Geography Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Agrarian Economics and Rural Development, Saint Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russian Federation)

Podkolzin Oleg Anatolyevich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director, Krasnodar Agrochemical Service Center (Krasnodar, Russian Federation)

Prokhorenko Petr Nikiforovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Genetics and Breeding of Cattle, All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals (Saint Petersburg, Russian Federation)

Sychev Viktor Gavrilovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Scientific Leader, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov (Moscow, Russian Federation)

Trukhachev Vladimir Ivanovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Doctor of Economics Sciences, Rector, Professor of the Department of Animal Feeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Moscow, Russian Federation)

EDITORIAL BOARD:

Antonov Sergey Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power Application in Agriculture, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Belova Larisa Mikhailovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Parasitology named after V. L. Yakimov, Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Bobryshev Alexey Nikolaevich, Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Accounting and Management Accounting, Deputy Editor in Chief, Vice-Rector for Research and Innovative Work, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Wim Heijman, Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Regional Economics, Wageningen University (Wageningen, Netherlands)

GAO Tianming, Doctor of Economics Sciences, Associate Professor at the School of Economics and Management, Harbin Engineering University (Harbin, China)

Drago Cvijanovic, Doctor of Economics Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Hotel Management and Tourism, Kragujevac University (Vrnjacka Banja, Serbia)

Epimakhova Elena Edugartovna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Private Zootechny, Breeding and Breeding of Animals, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Esaulko Alexander Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Director of the Institute of Agrobiology and Natural Resources, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Zlydnev Nikolay Zakharovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding and General Biology, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Kapov Sultan Nanuovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Mechanics and Computer Graphics, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Krasnov Ivan Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technologies and Means of Mechanization of the Agro-Industrial Complex of the Azov-Black Sea Engineering Institute, Don State Agrarian University (Zernograd, Russian Federation)

Maria Parlinska, Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Agricultural Economics and International Economic Relations, Warsaw University of Natural Sciences (Warsaw, Poland)

Morozov Vitaliy Yurievich, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Rector, Head of the Department of Large Animal Husbandry, Saint Petersburg State Agrarian University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Nikitenko Gennady Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electric Power Application in Agriculture, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Ozheredova Nadezhda Arkadyevna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Epizootology and Microbiology, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Oleynik Sergei Alexandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Private Zootechny, Breeding and Breeding of Animals, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Peter Bielik, Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector, Slovak University of Agriculture (Nitra, Slovakia)

Skripkin Valentin Sergeevich, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics, Director of the Institute of Veterinary and Biotechnology, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Sotnikova Larisa Fedorovna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Biology and Pathology of Small Domestic, Laboratory and Exotic Animals, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K. I. Scriabin (Moscow, Russian Federation)

Tatkeeva Galiya Galymzhanovna, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Head of the Department of Power Supply, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin (Astana, Republic of Kazakhstan)

Tskhovrebov Valery Sergeevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Soil Science, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Shutko Anna Petrovna, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Plant Protection, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Yudaev Igor Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electric Power Application, Krasnodar State Agrarian University (Krasnodar, Russian Federation)

СОДЕРЖАНИЕ**ВЕТЕРИНАРИЯ**

- А. А. Абрамов, М. П. Семененко, Е. А. Максим,
К. А. Семененко, Е. В. Кузьмина
**ОСОБЕННОСТИ ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ ПЕЧЕНИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕПАТОПРОТЕКТОРОВ
В СОСТАВЕ ПРОДУКЦИОННЫХ КОРМОВ** 4
- А. В. Агарков, А. Ф. Дмитриев, Н. В. Агарков, Д. А. Глущенко
**ОЦЕНКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ИЗМЕНЕНИЙ ПЛАЦЕНТЫ СВИНОМАТОК
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТКАНЕВОЙ РЕЦЕПТИВНОСТИ** 10
- С. П. Даников, И. Э. Антонова
**ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОЛИКОВ
ПОСЛЕ ПРИЖИЗНЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАБРЮШИННОЙ ГЕМАТОМЫ** 16
- Е. С. Кастарнова, В. Н. Шахова, М. В. Говорова
**ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФАРМАЦИИ
В УСЛОВИЯХ ТЕКУЩЕЙ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ
СИТУАЦИИ** 20

ЖИВОТНОВОДСТВО

- А. Е. Рябова, А. И. Азовцева, Н. В. Дементьева
**ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА A503G
В ГЕНЕ LCORL НА ЖИВУЮ МАССУ ПЕТУХОВ
ЦАРСКОСЕЛЬСКОЙ ПОРОДЫ** 25
- Н. Н. Садыкова
**МОРФОЛОГИЯ СЕЛЕЗЁНКИ ПОЗВОНОЧНЫХ
ЖИВОТНЫХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ** 29
- М. И. Селионова, Е. К. Жаркова, М. А. Глущенко, К. А. Беломестнов
**ВЛИЯНИЕ ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА
НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОЗ
АЛЬПИЙСКОЙ И НУБИЙСКОЙ ПОРОД** 34

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- А. А. Коровин, Ю. А. Безгина, Т. Г. Зеленская,
Е. Е. Степаненко, И. О. Лысенко
**АДАПТАЦИЯ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ
АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА** 41
- О. Ю. Словарева
**АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПОРТА
РОССИЙСКОГО ЗЕРНА И СОСТАВЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ
РЕГУЛИРУЕМЫХ ФИТОСАНИТАРНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ
СТРАН-ИМПОРТЕРОВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БАКТЕРИОЗОВ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР** 47

CONTENTS**VETERINARY**

- Abramov A. A., Semenenko M. P., Maxim E. A.,
Semenenko K. A., Kuzminova E. V.
**PECULIARITIES OF HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES
IN THE LIVER OF STURGERY FISH WHEN USING
HEPATOPROTECTORS IN THE COMPOSITION OF
PRODUCTION FEED** 4
- Agarkov A. V., Dmitriyev A. F., Agarkov N. V., Glushchenko D. A.
**ASSESSMENT OF MORPHOFUNCTIONAL CHANGES
IN THE PLACENTA OF SOWS WITH DIFFERENT TISSUE
RECEPTIVITY** 10
- Dannikov S. P., Antonova I. E.
**HEMATOLOGICAL INDICATORS OF RABBITS
AFTER LIFETIME EXPERIMENTAL MODELING OF
RETROPERITONEAL HEMATOMA** 16
- Kastarnova E. S., Shakhova V. N., Govorova M. V.
**LOGISTICAL PROBLEMS OF PHARMACY
IN THE CURRENT GEOPOLITICAL
SITUATION** 20

ANIMAL AGRICULTURE

- Ryabova A. E., Azovtseva A. I., Dementieva N. V.
**INFLUENCE OF THE A503G POLYMORPHISM
IN THE LCORL GENE ON THE LIVE WEIGHT
OF THE TSARSKOYE SELO BREED** 25
- Sadykova N. N.
**MORPHOLOGY OF THE VERTEBRATE SPLEEN:
COMPARATIVE ANALYSIS** 29
- Selionova M. I., Zharkova E. K., Glushchenko M. A., Belomestnov K. A.
**THE EFFECT OF THE KAPPA-CASEIN GENE
ON THE DAIRY PRODUCTIVITY OF ALPINE
AND NUBIAN GOATS** 34

CROP PRODUCTION

- Korovin A. A., Bezgina Ju. A., Zelenskaya T. G.,
Stepanenko E. E., Lysenko I. O.
**THE FUTURE OF SOIL FERTILITY LIES
IN THE BIOLOGIZATION
OF THE FARMING SYSTEM** 41
- Slovareva O. Yu.
**PRODUCTION, EXPORT AND IMPORT
OF CEREALS AND COMPILATION
OF A LIST OF PHYTOPATHOGENIC
BACTERIA ASSOCIATED
WITH THEM** 47

УДК 639.371.2.043

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-4-9

Дата поступления статьи в редакцию: 18.08.2023

Принята к публикации: 31.08.2023

**А. А. Абрамов, М. П. Семененко, Е. А. Максим,
К. А. Семененко, Е. В. Кузьмина****Abramov A. A., Semenenko M. P., Maxim E. A., Semenenko K. A., Kuzminova E. V.**

KDVPQL

ОСОБЕННОСТИ ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПЕЧЕНИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕПАТОПРОТЕКТОРОВ В СОСТАВЕ ПРОДУКЦИОННЫХ КОРМОВ

PECULIARITIES OF HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE LIVER OF STURGEY FISH WHEN USING HEPATOPROTECTORS IN THE COMPOSITION OF PRODUCTION FEED

Исследовано влияние гепатопротекторного препарата «Гепрасан-НЕО» на печень молоди стерляди в ходе ее интенсивного выращивания в условиях рыбоводного фермерского хозяйства. Объектом исследования явились гистологические срезы ткани печени осетровых рыб из групп, получавших гепатопротектор в течение 60 дней в следующих концентрациях: 3,0, 1,5 и 0,5 % к корму (препарат вносился в комбикорм методом перегрануляции), и из контрольной группы, не получавшей фармакологическую поддержку. В ходе проведенной микроскопии гистосрезов установлено, что препарат в концентрации 3,0 и 1,5 % способствовал снижению развития признаков гепатопатий в клетках печени, что проявлялось уменьшением липоматоза, в отличие от гистострезов печени контрольных аналогов, в которых регистрировались обширные участки жирового гепатоза, некроз гепатоцитов, нарушение балочной структуры печени, воспаление паренхимы органа. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что гепрасан-НЕО обладает выраженными мембранопротекторными, антиоксидантными и антитоксическими свойствами, снижая токсическую нагрузку на организм рыбы, ингибируя процессы липопероксидации, стимулируя защиту и ускоренное восстановление клеток печени.

Ключевые слова: гистология, морфология, паренхима печени, гепатоциты, гепатопатии, жировой гепатоз, стерлядь.

Studied the influence of the hepatoprotective drug «Heprasan-NEO» on the liver tissue of young sterlet during its intensive rearing in a fish farm. The object of the study were histological sections of sturgeon liver tissue from groups that received a hepatoprotector for 60 days at the following concentrations: 3.0, 1.5 and 0.5 % of the feed (the drug was introduced into the feed by the method of regranulation), and from the control group that did not receive pharmacological support. During the microscopy of histosections, it was found that the drug at a concentration of 3.0 and 1.5 % contributed to a decrease in the development of signs of hepatopathy in liver cells, which was manifested by a decrease in lipomatosis, in contrast to liver histostreses of control analogues, in which extensive areas of fatty hepatosis, necrosis of hepatocytes, violation of the beam structure of the liver, inflammation of the parenchyma of the organ were recorded. The obtained results allow to conclude that heprasan-NEO has pronounced membrane-protective, antioxidant and antitoxic properties, reducing the toxic load on the fish body, inhibiting lipid peroxidation processes, stimulating protection and accelerated recovery of liver cells.

Key words: histology, morphology, liver parenchyma, hepatocytes, hepatopathy, fatty hepatosis, sterlet.

Абрамов Андрей Андреевич –
кандидат ветеринарных наук, старший научный
сотрудник отдела фармакологии
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии»
г. Краснодар
РИНЦ SPIN-код: 3292-7734
Тел.: 8-902-406-15-27
E-mail: labfarm2017@mail.ru

Семененко Марина Петровна –
доктор ветеринарных наук,
заведующая отделом фармакологии
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии»
г. Краснодар
РИНЦ SPIN-код: 2038-7259
Тел.: 8-918-461-26-63
E-mail: sever291@mail.ru

Максим Екатерина Александровна –
кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник отдела технологии животноводства
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии»
г. Краснодар
РИНЦ SPIN-код: 9660-0370
Тел.: 8-988-520-82-95
E-mail: eisk.osetr@mail.ru

Abramov Andrey Andreevich –
Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher
of the Department of Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Research Center of Zootechny
and Veterinary»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 3292-7734
Tel.: 8-902-406-15-27
E-mail: labfarm2017@mail.ru

Semenenko Marina Petrovna –
Doctor of Veterinary Sciences,
Head of the Department of Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Research Center of Zootechny
and Veterinary»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 2038-7259
Tel.: 8-918-461-26-63
E-mail: sever291@mail.ru

Maksim Ekaterina Alexandrovna –
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
of the Department of Technology Animal Breeding
FSBSI «Krasnodar Research Center of Zootechny
and Veterinary»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 9660-0370
Tel.: 8-988-520-82-95
E-mail: eisk.osetr@mail.ru

Семененко Ксения Андреевна –

кандидат экономических наук,
старший научный сотрудник отдела фармакологии
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии»

г. Краснодар

РИНЦ SPIN-код: 5551-4181

Тел.: 8-918-444-22-42

E-mail: ksenia.semenenko@gmail.com

Кузьминова Елена Васильевна –

доктор ветеринарных наук,
главный научный сотрудник отдела фармакологии
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии»

г. Краснодар

РИНЦ SPIN-код: 1897-5113

Тел.: 8-918-419-83-69

E-mail: niva1430@mail.ru

Semenenko Ksenia Andreevna –

Candidate of Economic Sciences,
Senior Researcher of the Department of Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Research Center of Zootechny
and Veterinary»

Krasnodar

RSCI SPIN-код: 5551-4181

Tel.: 8-918-444-22-42

E-mail: ksenia.semenenko@gmail.com

Kuzminova Elena Vasilevna –

Doctor of Veterinary Sciences,
Chief Researcher of the Department of Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Research Center of Zootechny
and Veterinary»

Krasnodar

RSCI SPIN-код: 1897-5113

Tel.: 8-918-419-83-69

E-mail: niva1430@mail.ru

На сегодняшний день разведение рыбы в контролируемых условиях можно считать необходимым и равноправным звеном АПК, направленным на решение продовольственных и социально-экономических вопросов народного хозяйства и являющимся полноценным элементом продовольственной безопасности нашей страны. В официальной стратегии развития рыбохозяйственного комплекса России на период до 2030 года заложены масштабные мероприятия, способные значительно увеличить потенциал производства рыбной продукции при одновременном снижении производственных издержек и повышении экономической доступности рыбы и рыбопродуктов для широких масс населения.

Уровень мирового рыбного хозяйства свидетельствует о том, что в связи с нарастающим истощением естественных рыбных запасов мирового океана и вводимыми в связи с этим фактом ограничениями в странах с развитым рыболовным флотом и специализированными перерабатывающими предприятиями происходит снижение рыболовного промысла за счет его интенсивного замещения продукцией аквакультуры. Данные изменения позволяют улучшить состояние экономики и обеспечить насыщенность как внутренних потребностей отдельных государств, так и внешнего торгового пространства. В нашей стране основными факторами интенсивного развития предприятий аквакультуры осетровых послужил возрастающий спрос на деликатесную продукцию в условиях истощения природных ресурсов и как следствие полный запрет промысла в потребительских целях в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. При этом все большее внимание уделяется развитию хозяйств, специализирующихся на выращивании осетровых и лососевых пород рыб.

Однако переход на интенсивные формы выращивания рыбы способствует развитию в ее организме ряда обменных патологий, вызван-

ных низким качеством и несбалансированностью компонентов полнорационных кормов, нарушениями технологии выращивания, физиологически неверным режимом кормления [1, 2]. Наиболее уязвимым органом для пагубных воздействий такого рода является печень, обеспечивающая гомеостаз организма и выполняющая около 500 различных функций, в том числе детоксикацию экзо- и эндотоксинов. При этом наиболее распространенной гепатопатологией, поражающей поголовье рыбоводческих предприятий сегодня, считается жировой гепатоз [3–5].

В результате развития заболевания рыба начиная с ранних этапов выращивания отстает в росте и развитии, происходит падение ее репродуктивной функции, снижение вкусовых и питательных характеристик получаемой продукции, а также значительное увеличение падежа. При длительном периоде выращивания – для товарной массы или при выращивании маточного поголовья – данное заболевание может стать причиной необратимых изменений в гепатобилиарной системе и привести к гибели (рис. 1, 2).



Рисунок 1 – Печень осетра с обширными макроскопическими патологическими изменениями органа

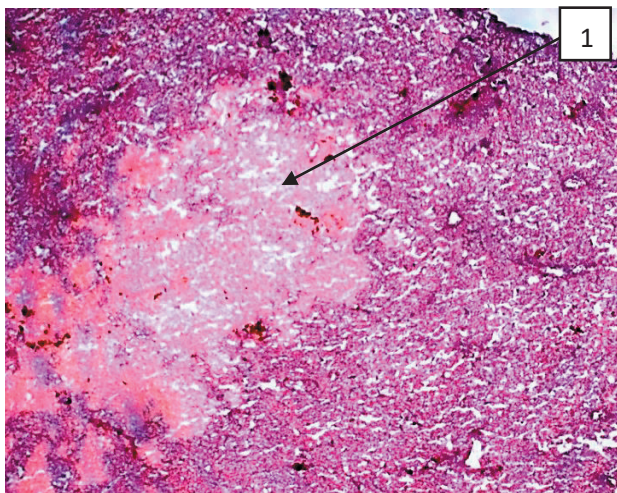


Рисунок 2 – Участок некроза паренхимы печени осетра, образовавшийся в результате прогрессирующего жирового гепатоза (1).

Окраска гематоксилином и эозином,
ув. $\times 100$

В большинстве случаев для данного заболевания характерно длительное течение, имеющее выраженную симптоматику только на терминальных стадиях, что приводит к значительному накоплению в организме рыбы трудноопределяемых эндотоксинов. Отсутствие выраженной симптоматики патологии приводит к частой реализации больной рыбы, что может оказать неблагоприятное действие на здоровье конечного потребителя.

В связи с этим в сложившейся в рыбоводстве ситуации вопрос обеспечения населения достаточным объемом качественной рыбной продукции напрямую связан с ветеринарным и зоотехнологическим сопровождением отрасли. Науче необходимо обеспечить рыбоводов средствами, позволяющими в условиях интенсивного выращивания эффективно снизить негативный эффект от обменных заболеваний, полностью реализовать потенциал роста, повысить выживаемость рыбы на всех этапах развития, улучшить конверсию корма и получить качественную продукцию [6].

Поэтому целью нашего исследования явилась разработка профилактических кормов для осетровых рыб с гепатопротекторными свойствами и оценка их эффективности в условиях производства. Экспериментальные корма были получены в результате перегрануляции стандартных полнорационных комбикормов при добавлении к ним комплексного гепатопротекторного препарата «Гепрасан-НЕО», включающего в себя комбинацию минеральных и растительных компонентов, обладающих высокой гепатопротекторной, антитоксической и антиоксидантной активностью.

Для выполнения поставленных задач в условиях рыбоводческого хозяйства Республики Адыгеи (КФХ Дербе А. А., аул Панахез) был проведен производственный опыт на сеголетках стерляди. Предприятие занимается получением молоди стерляди для компенсационных мероприятий, выращиванием товарной стерляди и получением товарной икры.

Клиническая часть эксперимента проводилась в бассейнах, водоснабжение в которых осуществлялось из пруда. При необходимости температура воды снижалась подмешиванием воды из скважины. Гидрохимические показатели пруда, скважины бассейнов соответствовали норме для ведения рыбоводческих хозяйств. Условия содержания поголовья соответствовали технологии рыборазведения на классических рыбоводных заводах. Кормление рыбы осуществлялось кормами ООО «Практика».

С целью проведения эксперимента было сформировано 4 группы стерляди по 150 особей в каждой. Контрольная группа рыбы получала гранулированные корма без гепатопротектора, опытные группы – комбикорм с добавлением 0,5; 1,5 и 3,0 % препарата «Гепрасан-НЕО» на единицу массы корма. Кормление производилось вручную. Период клинической части эксперимента составил 60 суток.

Для оценки влияния исследуемых кормов на состояние паренхимы печени осетровых рыб по окончании эксперимента были выполнены гистологические исследования. Отбор проб для гистологического скрининга микропрепаратов ткани печени был проведен согласно общепринятым гистотехническим методам. Отобранные пробы фиксировались в 10 %-ном водном растворе нейтрального формалина с последующей заливкой в парафин и изготовлением гистосрезов. Микроскопический осмотр препаратов осуществлялся на микроскопе МС 300 (Австрия) со специализированным программным обеспечением регистрации изображения цифровой камерой Leica при увеличениях $\times 25$, $\times 50$, $\times 100$ [7, 8].

В результате гистологического исследования образцов печени рыбы из группы, получавшей корма с 3 % содержанием гепатопротектора (третья опытная), в гистосрезах отмечалась следующая картина: архитектура органа на большей части препаратов не нарушена, наблюдаются немногочисленные очаги жирового перерождения паренхимы органа, на некоторых срезах гепатоциты заполнены жировыми включениями (рис. 3).

В группе с 1,5 % содержанием гепрасана-НЕО (вторая опытная) наблюдались схожие гистологические изменения ткани печени. Немногочисленные очаги липоматоза сменялись более обширными участками ткани без патологических изменений (рис. 4).

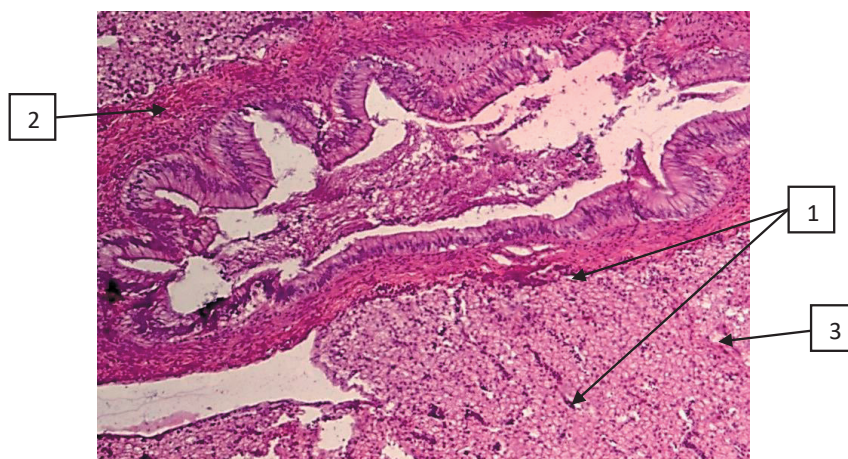


Рисунок 3 – 3 опытная группа: внутريدольковые синусоидные капилляры (1); трабекулы без патологий (2); единичные участки жировой дистрофии (3).
Окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 25$

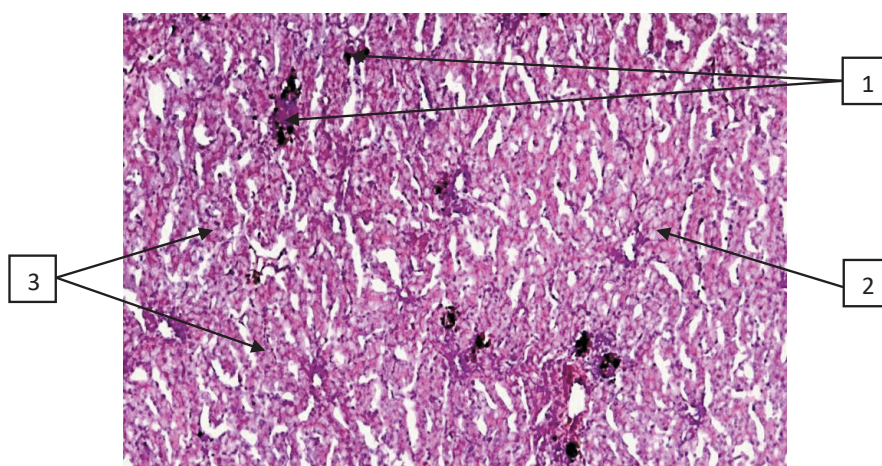


Рисунок 4 – 2 опытная группа: включения гемосидерина в печеночной ткани (1); жировые капли в гепатоцитах (2); сохранение балочной структуры органа (3).
Окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 50$

В препаратах печени стерляди с 0,5 % концентрацией исследуемого гепатопротектора (первая опытная группа) наблюдались более выраженные патогистологические изменения.

В большинстве исследуемых срезов ткани регистрировались множественные дистрофические участки паренхимы (рис. 5).

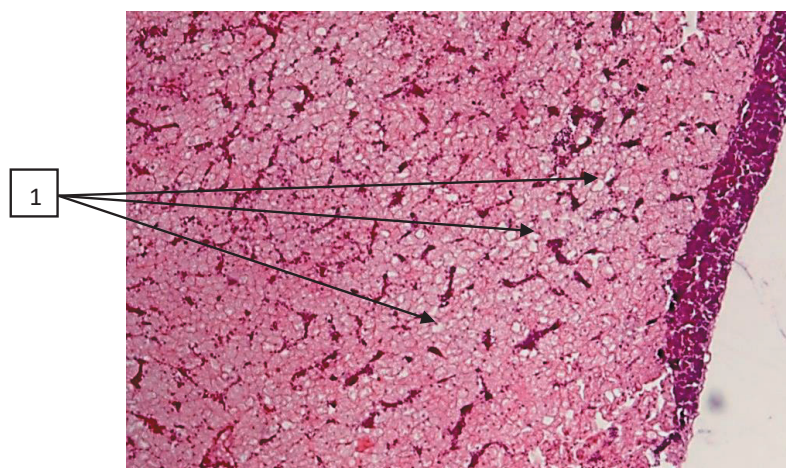


Рисунок 5 – 1 опытная группа: жировая дистрофия печени (1).
Окраска гематоксилином и эозином, ув. $\times 100$

У рыбы контрольной группы архитектура органа была нарушена, наблюдалось жировое перерождение органа – гепатоциты были заполнены жировыми включениями, в ткани паренхимы органа встречались единичные гра-

нулы черного и бурого цвета – гемосидерина. Имелись очаги воспалительной реакции, лимфоидная пролиферация и мелкие некротические очаги, а также признаки жировой дистрофии печени (рис. 6, 7).

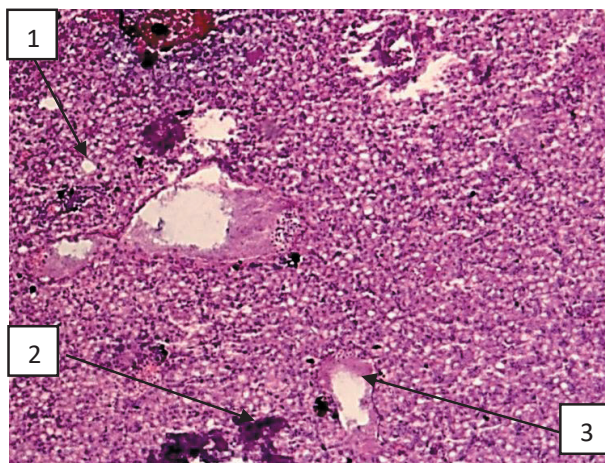


Рисунок 6 – Контрольная группа
жировая дистрофия печени (1),
гемосидерин в печеночной ткани (2),
участки некроза (3)
Окраска гематоксилином и эозином,
ув. $\times 100$



Рисунок 7 – Контрольная группа
обширные нарушения балочной
структуры печени (1)
Окраска гематоксилином и эозином,
ув. $\times 100$

Из полученных результатов можно сделать вывод, что интенсивный режим кормления рыбы наряду с улучшением ростовых характеристик на ранних этапах выращивания вызывает патологические изменения в клетках печени, что в последующем может привести к жировому гепатозу, развитию некротических поражений ткани органа и, как следствие, отставанию в росте, ухудшению качества получаемой рыбной продукции, а также усиленному падежу товарной рыбы.

Однако внесение в комбикорм гепатопротекторного средства «Гепрасан-НЕО» позволило замедлить развитие гепатопатий у сеголеток стерляди. При этом наиболее оптимальная с точки зрения физиологии гистологическая картина была отмечена во второй и третьей опытных группах (1,5 и 3,0 % гепрасана-НЕО), тогда как применение препарата в дозе 0,5 % не ока-

зало выраженного гепатопротекторного эффекта. С учетом валового прироста массы тела и конверсии кормов экономически обоснованной явилась доза гепрасана-НЕО, составляющая 1,5 % от массы ПК.

Таким образом, гепрасан-НЕО обладает выраженными гепатопротекторными, антиоксидантными и антитоксическими свойствами, снижая токсическую нагрузку на организм рыбы, возникающую вследствие высокого содержания белка в концентрированных кормах, стимулирует защиту и ускоренное восстановление гепатоцитов, ингибирует процессы липопероксидации. Введение гепрасана-НЕО в состав комбикорма для осетровых рыб оправдано с ветеринарной и зоотехнологической точки зрения, так как ведет к улучшению рыбоводно-биологических параметров рыбы и замедлению развития гепатопатий.

Литература

1. Абросимова К. С. Оптимизация кормов и кормления молоди осетровых рыб для профилактики и лечения тимпани в интенсивной аквакультуре : автореф. ... дис. канд. биол. наук. Астрахань, 2015. 23 с.
2. Современные тренды развития аквакультуры на Юге России / Е. А. Максим, Д. А. Юрин, Н. Л. Мачнева, И. Р. Тлецерук // Наука XXI века: проблемы, перспективы и актуальные вопросы развития общества, образования и науки: международная межвузовская осенняя научно-практическая конференция : сборник материалов и докладов (Краснодар,

References

1. Abrosimova K. S. Optimization of feed and feeding of sturgeon fry for the prevention and treatment of tympania in intensive aquaculture : abstract of the dissertation of the Candidate of biological Sciences. Astrakhan, 2015. 23 p.
2. Modern trends in the development of aquaculture in the South of Russia / E. A. Maksim, D. A. Yurin, N. L. Machneva, I. R. Tletseruk // Science of the XXI century: problems, prospects and topical issues development of society, education and science: international interuniversity autumn scientific and practical conference : collection of materials and re-

- 30 сентября 2022 г.). Краснодар, 2022. С. 167–171.
3. Маркеры эндогенной интоксикации в отечественном животноводстве / А. А. Абрамов, Е. В. Кузьмина, М. П. Семененко, К. А. Семененко // Инновационные научные исследования. 2022. № 9–1(21). С. 5–12.
 4. Использование фитодобавки в кормлении осетровых рыб / Д. А. Юрин, Д. В. Оsepчук, Н. А. Юрина [и др.] // Сб. науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2020. Т. 9, № 1. С. 198–203.
 5. Киреев И. В., Оробец В. А., Денисенко Т. С. Применение антиоксидантов в профилактике и терапии заболеваний животных : методические рекомендации. Ставрополь, 2019. 88 с.
 6. Чернышов Е. В., Тлецерук И. Р. Использование кормовых добавок с сорбционными свойствами в комбикормах для осетровых рыб // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. № 4. С. 61–74.
 7. Барсуков Н. П. Цитология, гистология, эмбриология : учебное пособие для вузов. 5-е изд., испр. и доп. СПб. : Лань, 2022. 268 с.
 8. Борхунова Е. Н. Цитология и общая гистология. Методика изучения препаратов : учебно-методическое пособие. 2-е изд., стер. СПб. : Лань, 2022. 144 с.
 - ports (Krasnodar, 30 September 2022). Krasnodar, 2022. P. 167–171.
 3. Markers of endogenous intoxication in domestic animal husbandry / A. A. Abramov, E. V. Kuzminova, M. P. Semenenko, K. A. Semenenko // Innovative scientific research. 2022. № 9–1(21). P. 5–12.
 4. Use of phytonutrients in the feeding of sturgeons / D. A. Yurin, D. V. Osepchuk, N. A. Yurina [et al.] // Collection of scientific papers of the Krasnodar Scientific Center for Zootechnics and Veterinary. 2020. Vol. 9, № 1. P. 198–203.
 5. Kireev I. V., Orobets V. A., Denisenko T. S. Use of antioxidants in the prevention and treatment of animal diseases : methodical recommendations. Stavropol, 2019. 88 p.
 6. Chernyshov E. V., Tletseruk I. R. Use of feed additives with sorption properties in compound feed for sturgeons // Feeding agricultural animals and feed production. 2018. № 4. P. 61–74.
 7. Barsukov N. P. Cytology, histology, embryology: a textbook for universities. 5th ed., 5th edition, revised and expanded. St. Petersburg : Lan, 2022. 268 p.
 8. Borkhunova E. N. Cytology and general histology. Methods of studying preparations : educational and methodical manual. 2nd edition, stereotypical. St. Petersburg : Lan, 2022. 144 p.

А. В. Агарков, А. Ф. Дмитриев, Н. В. Агарков, Д. А. Глущенко**Agarkov A. V., Dmitriyev A. F., Agarkov N. V., Glushchenko D. A.**

ОЦЕНКА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПЛАЦЕНТЫ СВИНОМАТОК ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТКАНЕВОЙ РЕЦЕПТИВНОСТИ

ASSESSMENT OF MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN THE PLACENTA OF SOWS WITH DIFFERENT TISSUE RECEPTIVITY

Представлены исследования морфофункциональных изменений рецептивного профиля плацентарной ткани свиноматок. Изучение физиологии беременного организма свидетельствует о функциональной нагрузке всех взаимосвязанных реакций системы «мать – плацента – плод». При этом одной из важных проблем интенсивного животноводства является снижение продуктивного долголетия у многоплодных животных. Данная проблема включает ряд мер по обеспечению животноводческих хозяйств поголовьем животных без нежелательных перинатальных осложнений (исходов), также возникает необходимость ранней выбраковки высокопродуктивных животных с проявлением патологических процессов в ранние периоды постнатального развития.

Для исследования в опытную группу были определены животные с высокой ферментативной активностью плаценты (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы выше $4,0 \pm 0,18$ ед.). Контрольной группой сравнения были животные с низкой ферментативной активностью плаценты (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы ниже $4,0 \pm 0,18$ ед.), согласно разработанной нами методике оценки ферментативной активности плаценты.

По проведенным исследованиям установлено, что в структурной характеристике морфофункциональных изменений рецептивного профиля плацентарной ткани опытной группы свиноматок преобладают инволютивно-дистрофические преобразования: фиброза и гиалиноза сосудов хориальной пластины, кальциноза и петрификации ворсин хориона, повышенного выхода фибрина в межворсинчатое пространство.

При определении толщины плаценты выявили существенные изменения. Так, в контрольной группе полная толщина плаценты составила $2,95 \pm 0,11$ см, толщина плодной части – $0,72 \pm 0,09$ см, материнской – $2,03 \pm 0,04$ см. Однако в сравниваемой опытной группе данные показатели были значительно ниже: основная – $2,07 \pm 0,14$, плодная – $0,48 \pm 0,09$ см, материнская – $1,54 \pm 0,06$ см соответственно. Уменьшение толщины основных регионарных элементов плацентарной ткани свидетельствует об истончении фетоплацентарного барьерного комплекса.

Исследованиями установлено, что при высокой ферментативной активности плацентарной ткани наблюдается в ворсинках плацентарного дерева формирование синцитиальных узлов с образованием синцитиокапиллярных мембран. Также наблюдали различные размеры кальцитов и петрификатов, расположенных в основной части плаценты.

Ключевые слова: плацента, морфогенез, свиноматки, рецептивный профиль плацентарной ткани, ферментативная активность, фетоплацентарный комплекс.

The article presents studies of morphological and functional changes in the receptive profile of the placental tissue of sows. The study of the physiology of the pregnant organism indicates the functional load of all interconnected reactions of the «mother – placenta – fetus» system. At the same time, one of the important problems of intensive animal husbandry is the decrease in productive longevity in multiparous animals. This problem includes a number of measures to provide livestock farms with livestock without undesirable perinatal complications (outcomes), and there is also a need for early culling of highly productive animals with the manifestation of pathological processes in the early periods of postnatal development.

For the study, animals with high enzymatic activity of the placenta (with the level of placental carboxypeptidase above 4.0 ± 0.18 units) were identified in the experimental group. The control group of comparison were animals with low enzymatic activity of the placenta (with the level of placental carboxypeptidase below 4.0 ± 0.18 units). According to our methodology for assessing the enzymatic activity of the placenta.

According to the studies, it was found that in the structural characteristics of the morphological and functional changes in the receptive profile of the placental tissue of sows, involutive-dystrophic transformations prevail: fibrosis and hyalinosis of the vessels of the chorionic plate, calcification and petrification of the chorionic villi, increased fibrin release into the intervillous space.

Determination of the thickness of the placenta revealed significant changes. Thus, in the control group, the total thickness of the placenta was 2.95 ± 0.11 cm, the thickness of the fetal part was 0.72 ± 0.09 cm, and the thickness of the maternal part was 2.03 ± 0.04 cm. However, in the compared experimental group, these indicators were significantly lower: main – 2.07 ± 0.14 , fetal – 0.48 ± 0.09 cm, maternal – 1.54 ± 0.06 cm, respectively.

A decrease in the thickness of the main regional elements of the placental tissue indicates a thinning of the fetoplacental barrier complex. We also observed different sizes of calcites and petrifications located in the main part of the placenta.

Studies have established that with a high enzymatic activity of the placental tissue, the formation of syncytial nodes with the formation of syncytiocapillary membranes is observed in the villi of the placental tree.

Key words: placenta, morphogenesis, sows, receptive profile of placental tissue, enzymatic activity, fetoplacental complex.



Агарков Александр Викторович –
доктор биологических наук, профессор кафедры
терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2445-7271
Тел.: 8-906-441-34-47
E-mail: agarkov_a.v@mail.ru

Agarkov Alexander Viktorovich –
Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Therapy
and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 2445-7271
Tel.: 8-906-441-34-47
E-mail: agarkov_a.v@mail.ru

Дмитриев Анатолий Федорович –

доктор биологических наук, профессор кафедры
эпизоотологии и микробиологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1034-6721
Тел.: 8-962-018-74-75
E-mail: fvmstgau@mail.ru

Агарков Николай Викторович –

кандидат биологических наук, доцент кафедры
паразитологии и ветсанэкспертизы, анатомии
и патанатомии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2663-9704
Тел.: 8-962-410-89-69
E-mail: agarkov_n.v@mail.ru

Глущенко Диана Александровна –

аспирант кафедры терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-918-977-04-33
E-mail: dianasivalneva@yandex.ru

Dmitriev Anatoly Fedorovich –

Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Epizootology
and Microbiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 1034-6721
Tel.: 8-962-018-74-75
E-mail: fvmstgau@mail.ru

Agarkov Nikolai Viktorovich –

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department
of Parasitology and Veterinary Expertise,
Anatomy and Pathanatomy
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 2663-9704
Tel.: 8-962-410-89-69
E-mail: agarkov_n.v@mail.ru

Glushchenko Diana Alexandrovna –

postgraduate student of the Department of Therapy
and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-918-977-04-33
E-mail: dianasivalneva@yandex.ru

Внутриутробный период развития у сельскохозяйственных животных имеет свои индивидуальные особенности и является определяющим периодом закладки, формирования, образования и развития органно-тканевого комплекса будущего живого организма. Беременность как одна из составляющих сложной цепи единого процесса размножения млекопитающих имеет общие закономерности, определяющиеся видовыми особенностями развития плода и его плацентарными связями [1, 2].

По проведенному литературному обзору отечественных и зарубежных источников информации определено недостаточное раскрытие вопроса структурных изменений в плаценте при различном уровне ее ферментативной активности [3–5]. Поэтому проведение исследований по оценке морфофункциональных изменений рецептивного профиля плацентарной ткани свиноматок является актуальным и перспективным, так как полученные новые данные позволят прогнозировать продуктивное долголетие многоплодных животных, проводить профилактику и терапию выявленных осложнений следующих предстоящих беременностей.

Исследование механизмов рецептивного профиля плацентарной ткани у животных должно носить системный характер оценки всего морфогенеза при ее формировании в период беременности [6, 7]. При этом патологическое состояние плаценты приводит к неполноценному плацентарному барьеру, нарушению условий плацентации и в дальнейшем деструктивным изменениям всего фетоплацентарного комплекса [8–10].

Перед проведением исследований предполагалось, что различный уровень фермен-

тативной активности плацентарной ткани (по проведенным нами ранее исследованиям) будет проявляться структурными патоморфологическими изменениями тканевых элементов материнской и плодной частей плаценты.

Цель исследования – оценить морфофункциональные изменения рецептивного профиля плацентарной ткани свиноматок различной кратности опоросов и плодоношений.

Опытная часть выполнялась на базе свиноводческого хозяйства СПК Гуценко А. В. Краснодарского края. Объектом исследования выступали свиноматки крупной белой породы. Предметом исследования являлся рецептивный профиль плацентарной ткани свиноматок различной кратности опоросов и плодоношений.

В опытную группу были определены животные с высокой ферментативной активностью плаценты (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы выше $4,0 \pm 0,18$ ед.). Контрольной группой – группой сравнения выступали животные с низкой ферментативной активностью плаценты (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы ниже $4,0 \pm 0,18$ ед.), согласно методике оценки ферментативной активности плаценты, разработанной коллективом авторов.

Материалом для выполнения экспериментальной части выступали плаценты 20 свиноматок после родов. Отбор проб осуществляли путем фиксации в 10 % растворе нейтрального формалина. Фиксированный материал служил основой для формирования срезов для окраски (руководство В. В. Семенченко с соавт. 2006 г.). Микрометрический анализ проводили по наличию морфофункциональных изменений рецептивного профиля плацентарной ткани свиноматок различной кратности опоросов и плодоношений, используя микроскоп Olympus

ВХ45 с объективами $\times 4$, $\times 10$, $\times 20$, $\times 40$, $\times 100$. Окраска гистологических препаратов проводилась гематоксилином и эозином, одновременно для сравнительной оценки применяли метод Маллори.

Статистический анализ полученных результатов проводился путем использования профессиональных программы «Biostatistics 4.03».

Полученные данные проверены согласно закону нормального распределения при $P \leq 0,05$.

При визуальном осмотре внешней и внутренней части плацент свиноматок наблюдались существенные различия. У контрольной группы животных плодная часть плаценты выглядела гладкой и без существенных изменений, чего не наблюдали в опытной группе.

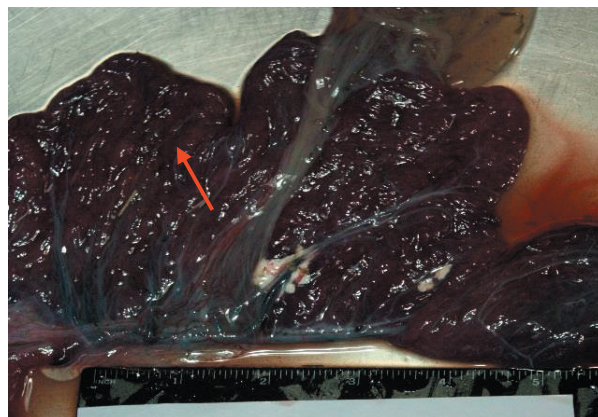


Рисунок 1 – Визуальный осмотр плацент опытной (свинья № 11) и контрольной групп (свинья № 2)

У опытных свиноматок поверхностная часть плодной оболочки проявлялась визуальными застойными явлениями и фрагментарными нарушениями кровеносного русла в виде варикозного изменения (рис. 1).

Определение толщины плаценты выявило существенные изменения. Так, в контрольной группе полная толщина плаценты составила $2,95 \pm 0,11$ см, толщина плодной части – $0,72 \pm 0,09$ см, материнской – $2,03 \pm 0,04$ см. Одна-

ко в сравниваемой опытной группе данные показатели были значительно ниже: основная – $2,07 \pm 0,14$, плодная – $0,48 \pm 0,09$ см, материнская – $1,54 \pm 0,06$ см соответственно.

Уменьшение толщины основных регионарных элементов плацентарной ткани свидетельствует об истончении фетоплацентарного барьерного комплекса. Также наблюдали различные размеры кальцитатов и петрификатов, расположенных в основной части плаценты (рис. 2).

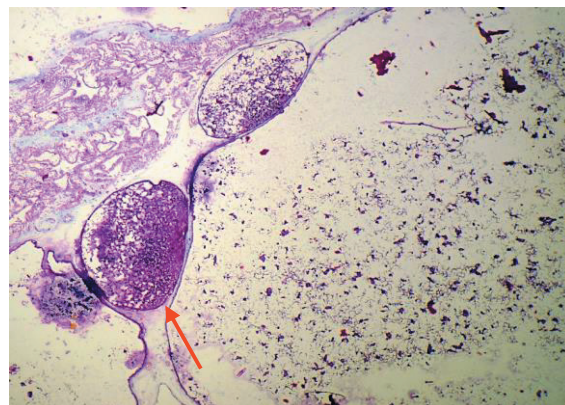


Рисунок 2 – Кисты петрификатов в строме хориона (свинья № 11). Окраска по Маллори. Ув. $\times 40$

При высокой ферментативной активности плацентарной ткани (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы выше $4,0 \pm 0,18$ ед.) наблюдается в ворсинках плацентарного дерева формирование синцитиальных узлов с образованием синцитиокапиллярных мембран (рис. 3).

Одновременно у опытных животных наблюдается уменьшение удельного веса кровеносных сосудов с проявлением их гипоплазии с

проявлением кистозной дегенерации ворсинчатой части плаценты (рис. 4).

При продольных срезах ворсин в опытной группе животных преобладают синцитиокапиллярные мембраны с увеличенным стромальным компонентом (рис. 5). Данные структурные морфофункциональные изменения мы связываем с нарушением взаимодействия синцитиотрофобласта фетоплацентарного комплекса.

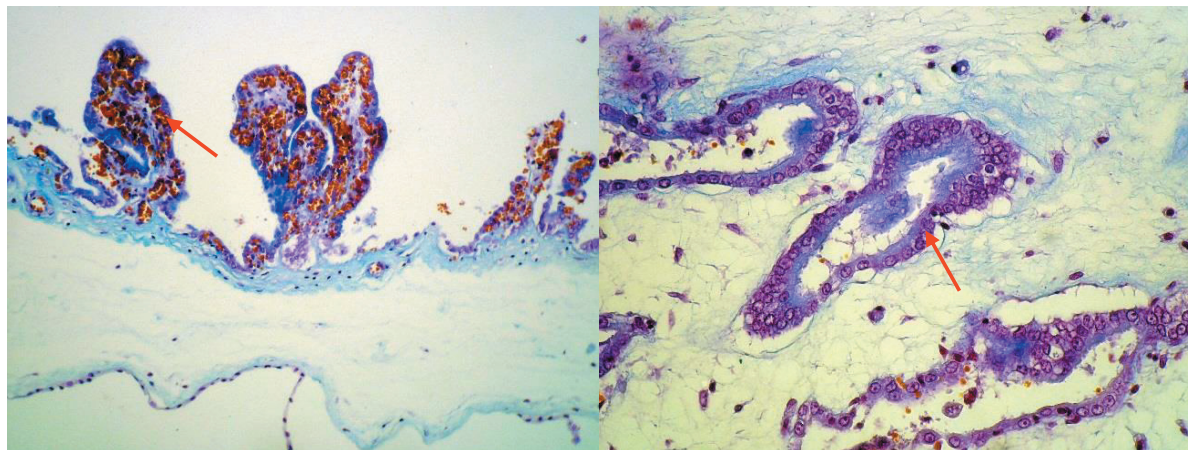


Рисунок 3 – Формирование синцитиальных узлов с образованием синцитиокапиллярных мембран (свинья № 19). Окраска по Маллори. Ув. ×40

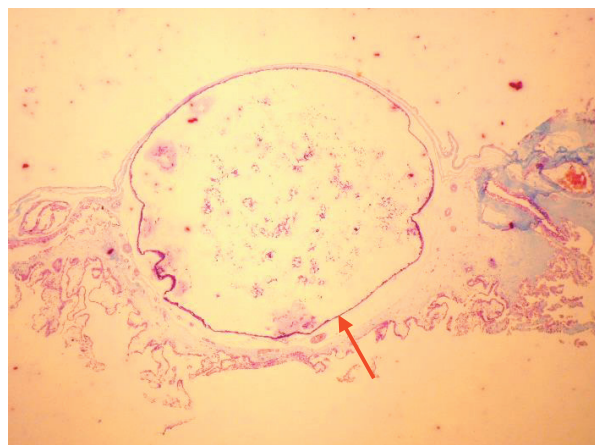
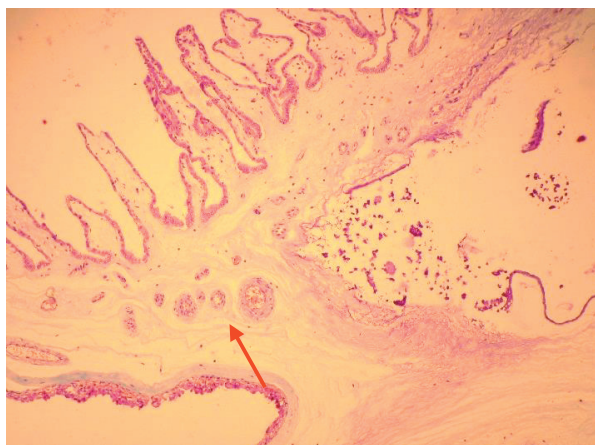


Рисунок 4 – Кистозная дегенерация ворсинчатой части плаценты. Свинья № 17. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×40

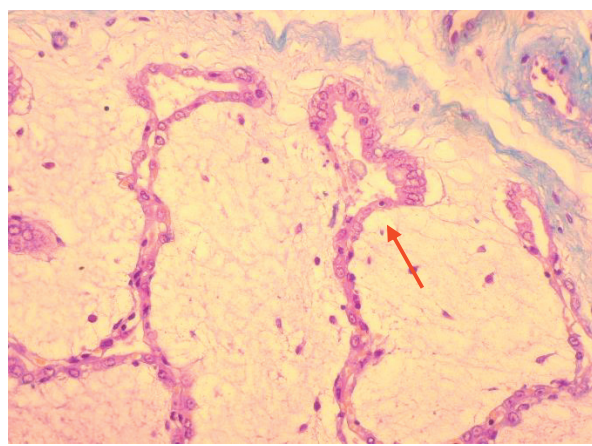
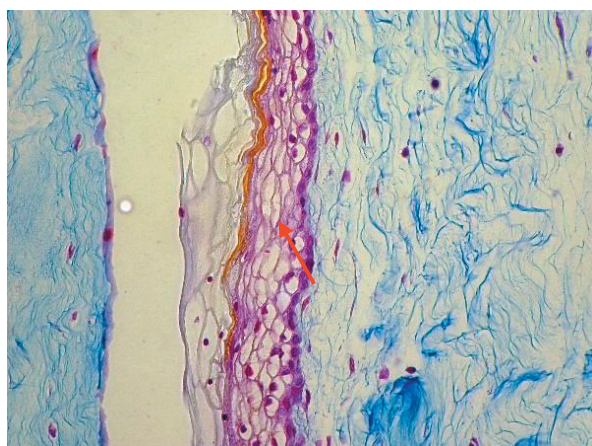


Рисунок 5 – Формирование синцитиокапиллярных мембран с увеличенным стромальным компонентом (свинья № 17). Окраска по Маллори. Ув. ×40

В некоторых случаях выявлены структурные нарушения плацентарной сосудистой циркуляции, проявляющиеся в виде застоев и отеков межворсинчатого пространства (табл.). По структурной характеристике морфофункциональных изменений рецептивно-го профиля плацентарной ткани свиноматок

превалируют инволютивно-дистрофические преобразования в виде: фиброза и гиалиноза сосудов хориальной пластины, кальциноза и петрификации ворсин хориона, повышенного выхода фибрина в межворсинчатое пространство.

Таблица – Структурная характеристика морфофункциональных изменений рецептивного профиля плацентарной ткани свиноматок, %

Группа	Инволютивно-дистрофические изменения				Циркуляторные нарушения		
	Фиброз сосудов хориальной пластины	Гиалиноз сосудов хориальной пластины	Кальциноз ворсин хориона	Повышенный выход фибрина в межворсинчатое пространство	Кровоизлияния	Тромбозы	Инфаркты
Опытная (n=10)	20,7±0,15*	11,0±0,21*	28,9±0,18**	8,3±0,12	15,2±0,42	–	–
Контрольная (n=10)	–	5,0±0,11*	–	–	10,7±0,36	–	–

* $P \leq 0,05$ – достоверность различий с контрольной группой.

Вместе с этим в группе сравнения с высокой ферментативной активностью плаценты (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы выше $4,0 \pm 0,18$ ед.) установлены нарушения хориального эпителия с признаками очаговой десквамации и пролиферации (рис. 6).

Одновременно в плацентарной ткани опытных особей проявлялись на сосудистом створе обширные экстравазаты в стенке хориона (рис. 7).

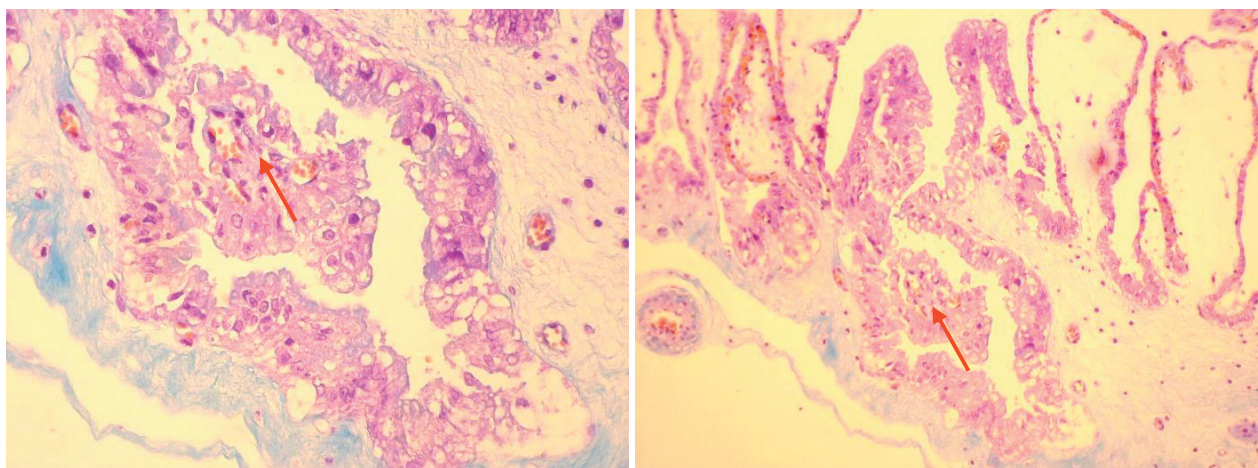


Рисунок 6 – Десквамации и пролиферации хориального эпителия (свинья № 12).
Окраска по Маллори. Ув. $\times 40$

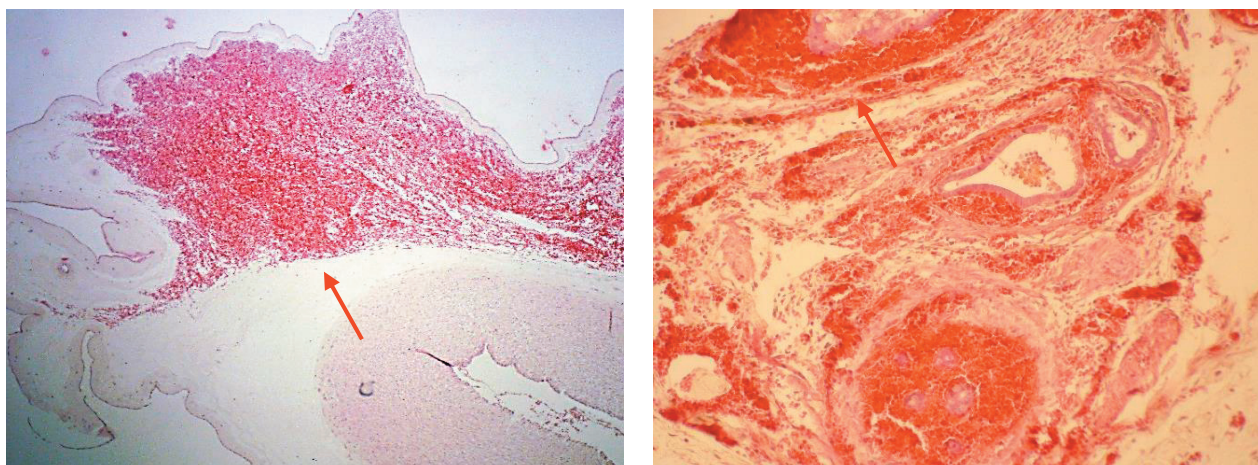


Рисунок 7 – Обширный экстравазат в стенке хориона (свинья № 14).
Окраска гематоксилином и эозином. Ув. $\times 40$

По проведенным исследованиям установлено, что в структурной характеристике морфофункциональных изменений рецептивного

профиля плацентарной ткани свиноматок с высокой ферментативной активностью (с уровнем плацентарной карбоксипептидазы выше

4,0±0,18 ед.) превалируют инволютивно-дистрофические преобразования: фиброза и гиалиноза сосудов хориальной пластины, кальциноза и петрификации ворсин хориона, повышенного выхода фибрина в межворсинчатое пространство.

Уменьшение толщины основных регионарных элементов плацентарной ткани в опытной группе животных свидетельствует об истончении фетоплацентарного барьерного комплекса. Выявлены различные размеры кальцитатов

и петрификатов, расположенных в основной части плаценты. Вместе с этим обнаружено в ворсинках плацентарного дерева формирование синцитиальных узлов с образованием синцитиокапиллярных мембран.

Все выявленные морфофункциональные изменения могут служить маркером опосредованного патологического состояния рожденного потомства и нарушения функциональной целостности плацентарного барьера.

Литература

1. Novel pathways for implantation and establishment and maintenance of pregnancy in mammals / F. W. Bazer, G. Wu, T. E. Spencer [et al.] // *Mol. Hum. Reprod.* 2010. № 16 (3). P. 135–152.
2. A novel real-time pcr assay for quantitative detection of campylobacter fetus based on ribosomal sequences / G. Iraola, R. Perez, L. Betancor [et al.] // *BMC Veterinary Research.* 2016. Vol. 12. P. 103–111.
3. Bidarimath M., Tayade C. Pregnancy and spontaneous fetal loss: A pig perspective // *Mol. Reprod. Dev.* 2017. Vol. 84, № 9. P. 856–869.
4. Burchard J., Randall G., Downey B. Production of prostaglandin by late-gestation porcine placental cells in vitro // *J. Reprod. Fertil.* 1992. Vol. 95, № 1. P. 167–173.
5. Immunohistochemical detection of SWC3, CD2, CD3, CD4 and CD8 antigens in paraformaldehyde fixed and paraffin embedded porcine lymphoid tissue / J. Tingstedt, D. Tornehave, P. Lind, J. Nielsen // *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2003. Vol. 94, № 4. P. 123–132.
6. Maternal nutrition modulates fetal development by inducing placental efficiency changes in gilts / L. Che, Z. Yang, M. Xu [et al.] // *BMC Genomics.* 2017. Vol. 18, № 1. P. 1–14.
7. Colostral antibody-mediated and cell-mediated immunity contributes to innate and antigen-specific immunity in piglets / M. Bandrick, C. Ariza-Nieto, S. Baidoo, T. Molitor // *Dev. Comp. Immunol.* 2014. Vol. 43, № 1. P. 114–120.
8. Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune responses in neonatal pigs / M. Tuchscherer, E. Kanitz, W. Otten, A. Tuchscherer // *Vet Immunol Immunopathol.* 2002. Vol. 86, № 3. P. 195–203.
9. Phagocytic activity in blood and proliferation of peripheral blood lymphocytes during the perinatal period in primiparous sows / B. Jakovac-Strajn, A. Ihan, A. Kopitar, T. Malovrh // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2011. Vol. 95, № 3. P. 328–334.
10. Семченко В. В., Барашкова С. А., Ноздрин В. И., Артемьев В. Н. Гистологическая техника. Омск : Омская областная типография, 2006. 290 с.

References

1. Novel pathways for implantation and establishment and maintenance of pregnancy in mammals / F. W. Bazer, G. Wu, T. E. Spencer [et al.] // *Mol. Hum. Reprod.* 2010. № 16 (3). P. 135–152.
2. A novel real-time pcr assay for quantitative detection of campylobacter fetus based on ribosomal sequences / G. Iraola, R. Perez, L. Betancor [et al.] // *BMC Veterinary Research.* 2016. Vol. 12. P. 103–111.
3. Bidarimath M., Tayade C. Pregnancy and spontaneous fetal loss: A pig perspective // *Mol. Reprod. Dev.* 2017. Vol. 84, № 9. P. 856–869.
4. Burchard J., Randall G., Downey B. Production of prostaglandin by late-gestation porcine placental cells in vitro // *J. Reprod. Fertil.* 1992. Vol. 95, № 1. P. 167–173.
5. Immunohistochemical detection of SWC3, CD2, CD3, CD4 and CD8 antigens in paraformaldehyde fixed and paraffin embedded porcine lymphoid tissue / J. Tingstedt, D. Tornehave, P. Lind, J. Nielsen // *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2003. Vol. 94, № 4. P. 123–132.
6. Maternal nutrition modulates fetal development by inducing placental efficiency changes in gilts / L. Che, Z. Yang, M. Xu [et al.] // *BMC Genomics.* 2017. Vol. 18, № 1. P. 1–14.
7. Colostral antibody-mediated and cell-mediated immunity contributes to innate and antigen-specific immunity in piglets / M. Bandrick, C. Ariza-Nieto, S. Baidoo, T. Molitor // *Dev. Comp. Immunol.* 2014. Vol. 43, № 1. P. 114–120.
8. Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune responses in neonatal pigs / M. Tuchscherer, E. Kanitz, W. Otten, A. Tuchscherer // *Vet Immunol Immunopathol.* 2002. Vol. 86, № 3. P. 195–203.
9. Phagocytic activity in blood and proliferation of peripheral blood lymphocytes during the perinatal period in primiparous sows / B. Jakovac-Strajn, A. Ihan, A. Kopitar, T. Malovrh // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2011. Vol. 95, № 3. P. 328–334.
10. Semchenko V. V., Barashkova S. A., Nozdryn V. I., Artemiev V. N. Histological technique. Omsk : Omsk Regional Printing House, 2006. 290 p.

УДК 59.084:612.11

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-16-19

Дата поступления статьи в редакцию: 04.08.2023

Принята к публикации: 04.09.2023

С. П. Данников, И. Э. Антонова

Dannikov S. P., Antonova I. E.



ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОЛИКОВ ПОСЛЕ ПРИЖИЗНЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАБРЮШИННОЙ ГЕМАТОМЫ

HEMATOLOGICAL INDICATORS OF RABBITS AFTER LIFETIME EXPERIMENTAL MODELING OF RETROPERITONEAL HEMATOMA

Прижизненное экспериментальное моделирование забрюшинной гематомы у кроликов может провоцировать снижение количества лейкоцитов крови, которое наиболее выражено в 1 сутки. Среднее количество лейкоцитов в контрольной группе составило от $9,38 \pm 0,49$ до $10,70 \pm 0,80 \times 10^9/\text{л}$, а в опытной – от $6,36 \pm 0,22$ до $8,42 \pm 0,30 \times 10^9/\text{л}$. В 1 и 3 сутки после проведения эксперимента у кроликов опытной группы отмечается достоверное снижение количества эритроцитов, уровня гематокрита и гемоглобина в крови, а также увеличение среднего объема эритроцита, что указывает на формирование регенераторной анемии. Среднее количество эритроцитов в контрольной группе составило от $4,84 \pm 0,15$ до $5,23 \pm 0,12 \times 10^{12}/\text{л}$, а в опытной – от $3,79 \pm 0,04$ до $5,33 \pm 0,15 \times 10^{12}/\text{л}$. Уровень гематокрита и гемоглобина в контрольной группе составил от $0,307 \pm 0,008$ до $0,340 \pm 0,008$ % и от $103,40 \pm 3,97$ до $119,80 \pm 4,03$ г/л, а в опытной – от $0,271 \pm 0,004$ до $0,330 \pm 0,005$ % и от $87,40 \pm 1,72$ до $115,80 \pm 2,76$ г/л соответственно. Достоверно большие значения среднего объема эритроцита в опытной группе, по сравнению с контрольной, сохраняются до 14 суток, что свидетельствует о наличии активных компенсаторных механизмов эритропоэза. Среднее значение среднего объема эритроцита в контрольной группе составило от $63,26 \pm 0,66$ до $64,58 \pm 0,45$ fl, а в опытной – от $65,12 \pm 0,45$ до $70,64 \pm 0,31$ fl. Достоверных различий по количеству тромбоцитов при проведении эксперимента не выявлено, а их среднее количество в контрольной и опытной группах составило от $434,00 \pm 44,97$ до $501,40 \pm 43,23 \times 10^9/\text{л}$.

Ключевые слова: забрюшинные гематомы, гематологические показатели, кролики, экспериментальная ветеринарная хирургия, лейкоциты, эритроциты, гематокрит, тромбоциты, средний объем эритроцита.

Lifetime experimental modeling of retroperitoneal hematoma in rabbits can provoke a decrease in the number of blood leukocytes, which is most pronounced in the first day. The average number of leukocytes in the control group ranged from 9.38 ± 0.49 to $10.70 \pm 0.80 \times 10^9/\text{l}$, and in the experimental group – from 6.36 ± 0.22 to $8.42 \pm 0.30 \times 10^9/\text{l}$. On the 1st and 3rd days after the experiment, rabbits of the experimental group showed a significant decrease in the number of erythrocytes, hematocrit and hemoglobin levels in the blood, as well as an increase in the average erythrocyte volume, which indicates the formation of regenerative anemia. The average number of erythrocytes in the control group ranged from 4.84 ± 0.15 to $5.23 \pm 0.12 \times 10^{12}/\text{l}$, and in the experimental group – from 3.79 ± 0.04 to $5.33 \pm 0.15 \times 10^{12}/\text{l}$. The level of hematocrit and hemoglobin in the control group ranged from 0.307 ± 0.008 to 0.340 ± 0.008 % and from 103.40 ± 3.97 to 119.80 ± 4.03 g/l, and in the experimental group – from 0.271 ± 0.004 to 0.330 ± 0.005 % and from 87.40 ± 1.72 to 115.80 ± 2.76 g/l, respectively. Reliably large values of the average volume of erythrocytes in the experimental group, compared with the control group, persist up to 14 days, which indicates the presence of active compensatory mechanisms of erythropoiesis. The average value of the erythrocyte volume in the control group ranged from 63.26 ± 0.66 to 64.58 ± 0.45 fl, and in the experimental group it ranged from 65.12 ± 0.45 to 70.64 ± 0.31 fl. There were no significant differences in the number of platelets during the experiment, and their average number in the control and experimental groups ranged from 434.00 ± 44.97 to $501.40 \pm 43.23 \times 10^9/\text{l}$.

Key words: retroperitoneal hematomas, hematological parameters, rabbits, experimental veterinary surgery, leukocytes, erythrocytes, hematocrit, platelets, mean erythrocyte volume.

Данников Сергей Петрович –

доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии, хирургии и акушерства, руководитель Научно-диагностического и лечебного ветеринарного центра ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8116-5779
Тел.: 8-962-001-23-50
E-mail: ds.as@mail.ru

Антонова Инна Эриковна –

аспирант кафедры физиологии, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9731-1673
Тел.: 8-962-459-98-78
E-mail: bolshova.inna@yandex.ru

Dannikov Sergey Petrovich –

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics, Head of the Research Diagnostic and Therapeutic Veterinary Center FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 8116-5779
Tel.: 8-962-001-23-50
E-mail: ds.as@mail.ru

Antonova Inna Erikovna –

postgraduate student of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9731-1673
Tel.: 8-962-459-98-78
E-mail: bolshova.inna@yandex.ru



экспериментальная ветеринарная хирургия позволяет воспроизвести ту или иную патологию животного ор-

ганизма и является неотъемлемой частью изучения ее патогенеза. Первым и основополагающим звеном на пути к решению этой

задачи принято считать данные клинико-лабораторных исследований, которые позволяют определить тяжесть и направленность патологического процесса. Результаты общего клинического анализа крови животных подвержены значительным изменениям на фоне различных нозологических форм или патологических состояний, давая клиницисту первые результаты о состоянии гомеостаза в организме [1, 2].

Осложнения, вызванные обширными кровоизлияниями, остаются актуальной проблемой ветеринарной хирургии, поскольку они зачастую ухудшают прогноз и становятся непосредственной причиной смерти [3–7].

Забрюшинные гематомы, как правило, скрыты и не всегда могут быть своевременно диагностированы, оставаясь при этом причиной нарушений гомеостаза [8, 9]. Следует отметить, что степень изученности патогенеза забрюшинных гематом у животных не позволяет объективно оценить динамику их влияния на организм.

Цель исследования – оценить динамику гематологических показателей у кроликов после прижизненного экспериментального моделирования забрюшинной гематомы.

Объектом исследования служили 50 клинически здоровых самцов кроликов породы Серый Великан, из которых сформированы опытная (25 особей) и контрольная (25 особей) группы.

Животным опытной группы под неингаляционным наркозом проводили прижизненное моделирование забрюшинной гематомы справа по разработанному нами способу [10], объем введенной аутокрови в забрюшинное

пространство составлял 1,0 % от массы тела кролика. Животные контрольной группы подвергались только неингаляционному наркозу.

У животных опытной и контрольной групп проводили отбор проб крови натошак посредством пункции подкожной вены предплечья через 1, 3, 7, 14 и 28 суток после эксперимента в вакуумные пробирки Lind-Vac с антикоагулянтом ЭДТА К3 объемом 1 мл производства InterVacTechnology (Эстония).

Определение количества лейкоцитов (WBC), эритроцитов (RBC), тромбоцитов (PLT), уровень гематокрита (HCT) и гемоглобина (HGB), а также средний объем эритроцита (MCV) проводили на автоматическом гематологическом анализаторе DF50 Vet производства Dymind (Китай).

Статистическую обработку полученных данных проводили посредством однофакторного дисперсионного анализа и множественного сравнения Ньюмена – Кейлса с помощью программы Primer of Biostatistics 4.03 для Windows. Достоверными считали различия при $p < 0,05$.

В результате проведенных исследований установлено (табл.), что количество лейкоцитов у кроликов после прижизненного экспериментального моделирования забрюшинной гематомы снижается. Однако достоверно меньшие значения этого показателя в опытной группе по сравнению с контрольной выявлены только в 1 сутки (на 49,37 %) после проведения эксперимента. Данная картина свидетельствует о том, что забрюшинные гематомы могут провоцировать стойкое снижение лейкоцитов в крови, что, как правило, имеет негативное влияние на иммунный статус животного организма.

Таблица – Гематологические показатели кроликов после экспериментального моделирования забрюшинной гематомы

Группа (n=5)	Сроки исследования после проведения эксперимента				
	1 сутки (M±m)	3 суток (M±m)	7 суток (M±m)	14 суток (M±m)	28 суток (M±m)
WBC, $\times 10^9/\text{л}$					
Контрольная	9,50±0,26	9,50±0,73	9,38±0,49	10,62±1,00	10,70±0,80
Опытная	6,36±0,22*	7,72±0,11	8,16±0,31	8,16±0,52	8,42±0,30
RBC, $\times 10^{12}/\text{л}$					
Контрольная	4,87±0,10	4,84±0,15	4,90±0,10	5,23±0,12	5,21±0,10
Опытная	4,04±0,16*	3,79±0,04*	4,72±0,22 [#]	5,21±0,10	5,33±0,15
HCT, %					
Контрольная	0,312±0,008	0,307±0,008	0,318±0,003	0,340±0,008	0,335±0,005
Опытная	0,280±0,009*	0,271±0,004*	0,320±0,008 [#]	0,321±0,004	0,330±0,005
HGB, г/л					
Контрольная	109,40±3,17	103,40±3,97	111,40±2,93	119,80±4,03	115,20±3,26
Опытная	93,80±2,65*	87,40±1,72*	101,20±2,38 [#]	112,40±2,69	115,80±2,76
MCV, фл					
Контрольная	64,56±0,23	64,58±0,45	63,56±0,25	63,30±0,54	63,26±0,66
Опытная	69,38±0,77*	70,64±0,31*	70,22±1,35*	67,38±0,57* [#]	65,12±0,45 [#]
PLT, $\times 10^9/\text{л}$					
Контрольная	434,00±44,97	455,40±32,91	501,40±43,23	467,60±30,83	472,60±21,17
Опытная	450,60±32,21	455,00±24,10	496,60±50,38	485,20±33,41	482,20±30,42

Примечание. Статистическая значимость различий (при $p < 0,05$) в идентичных сроках исследования у опытной группы по сравнению с контрольной обозначена *; у каждого последующего срока исследования опытной группы по сравнению с предыдущим – #.

Количество эритроцитов у кроликов в 1 и 3 сутки после прижизненного моделирования брюшной гематомы меньше на 20,55 % и 27,71 % соответственно по сравнению с контрольной группой. В опытной группе животных достоверное изменение данного показателя регистрируется только с 3 до 7 суток после проведения эксперимента, при этом его значение возрастает на 24,54 %.

Уровень гематокрита у кроликов после прижизненного экспериментального моделирования брюшной гематомы достоверно снижается в 1 и 3 сутки на 11,43 % и 13,28 % соответственно по сравнению с контрольной группой животных. С 7 на 14 день после проведения эксперимента значение данного показателя в опытной группе достоверно возрастает на 18,08 %, при этом между последующими сроками после проведения эксперимента в опытной группе, а также между опытной и контрольной группами достоверных различий в уровне гематокрита не выявлено, что, по всей видимости, свидетельствует о полном восстановлении объема форменных элементов крови. Аналогичная динамика наблюдается и при анализе уровня гемоглобина в крови, где в 1 и 3 сутки значение этого показателя в опытной группе по сравнению с контрольной оказалось ниже на 16,63 % и 18,30 % соответственно, а с 7 до 14 суток после проведения эксперимента уровень гемоглобина в опытной группе достоверно возрастает на 15,79 %.

Средний объем эритроцита – интегральный эритроцитарный индекс, который рассчитывается делением суммы объема эритроцитов на их количество и используется для дифференциальной диагностики анемий. У кроликов опытной группы выявлены более высокие значения данного показателя по сравнению с контрольной, однако достоверные различия реги-

стрируются только в 1 (на 7,47 %), 3 (на 9,38 %), 7 (на 10,48 %) и 14 (на 6,45 %) сутки после проведения эксперимента. При сравнении среднего объема эритроцита между сроками после проведения эксперимента в опытной группе животных достоверные различия регистрируются только с 7 до 14 и с 14 до 28 суток, при этом значение данного показателя снижается на 4,22 % и 3,47 % соответственно. Анализируя динамику среднего объема эритроцита после проведенных исследований, можно утверждать о наличии активных компенсаторных механизмов эритропоэза в первые 14 дней после прижизненного экспериментального моделирования брюшной гематомы.

При изучении динамики количества тромбоцитов в крови кроликов после прижизненного экспериментального моделирования брюшной гематомы достоверных различий по данному показателю между опытной и контрольной группами, а также между разными сроками после проведения эксперимента в опытной группе не выявлено.

В результате проведенных исследований установлено, что брюшные гематомы могут провоцировать снижение количества лейкоцитов в крови, которое наиболее выражено в 1 сутки. В 1 и 3 сутки после проведения эксперимента у кроликов опытной группы отмечается достоверное снижение количества эритроцитов, уровня гематокрита и гемоглобина в крови, а также увеличение среднего объема эритроцита, что указывает на формирование регенераторной анемии. Достоверно большие значения среднего объема эритроцита в опытной группе по сравнению с контрольной регистрируются до 14 суток. Достоверных различий по количеству тромбоцитов при проведении эксперимента не выявлено.

Литература

1. Meyer D. J., Harvey J. W. Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis. 3rd ed. St. Louis, Missouri : Saunders, 2004. 351 p.
2. Practical murine hematopathology: A comparative review and implications for research / K. E. O'Connell, A. M. Mikkola, A. M. Stepanek [et al.] // Comparative Medicine. 2015. Vol. 65, № 2. P. 96–113.
3. Acute nontraumatic hemoabdomen in the dog: a retrospective analysis of 39 cases (1987–2001) / J. Pintar, E. B. Breitschwerdt, E. M. Hardie, K. A. Spaulding // J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 2003. Vol. 39, № 6. P. 518–522.
4. Fatal hemothorax following management of an esophageal foreign body / L. A. Cohn, M. R. Stoll, K. R. Branson [et al.] // J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 2003. Vol. 39, № 3. P. 251–256.
5. Lackmann F., Schulze S., Böttcher P. Continuous hemilaminectomy of nine vertebrae can be performed safely in large breed dogs: A case report of a German Shepherd Dog

References

1. Meyer D. J., Harvey J. W. Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis. 3rd ed. St. Louis, Missouri : Saunders, 2004. 351 p.
2. Practical murine hematopathology: A comparative review and implications for research / K. E. O'Connell, A. M. Mikkola, A. M. Stepanek [et al.] // Comparative Medicine. 2015. Vol. 65, № 2. P. 96–113.
3. Acute nontraumatic hemoabdomen in the dog: a retrospective analysis of 39 cases (1987–2001) / J. Pintar, E. B. Breitschwerdt, E. M. Hardie, K. A. Spaulding // J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 2003. Vol. 39, № 6. P. 518–522.
4. Fatal hemothorax following management of an esophageal foreign body / L. A. Cohn, M. R. Stoll, K. R. Branson [et al.] // J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 2003. Vol. 39, № 3. P. 251–256.
5. Lackmann F., Schulze S., Böttcher P. Continuous hemilaminectomy of nine vertebrae can be performed safely in large breed dogs: A case report of a German Shepherd Dog

- with intervertebral disc extrusion and extensive extradural hemorrhage // *Open Vet. J.* 2022. Vol. 12, № 4. P. 439–444.
6. Кровообращение и структура печени при моделировании забрюшинных гематом различной локализации и их лечении / Ф. Г. Биккинеев, Ф. В. Баширов, И. В. Фраучи [и др.] // *Морфология.* 2009. Т. 136, № 4. С. 206.
 7. Гареев Р. Н., Фаязов Р. Р., Хабибуллин И. Д. Роль забрюшинных кровоизлияний в развитии пареза кишечника (клинико-экспериментальное исследование) // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии.* 2016. Т. 9, № 2. С. 138–140.
 8. Cullen's sign and haemoglobinuria as presenting signs of retroperitoneal haemorrhage in a dog / T. Schermerhorn, P. S. McNamara, N. L. Dykes, J. Toll // *Journal of Small Animal Practice.* 1998. Vol. 39, № 10. P. 490–494.
 9. Diekstall M., Rijkenhuizen A. Mesorectal hematoma associated with colic and caudal neurological signs in a horse // *Pferdeheilkunde.* 2018. Vol. 34, № 3. P. 232–236.
 10. Пат. 2793527(13) C1 Российская Федерация, МПК G09B 23/28 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01) A61B 17/34 (2006.01). Способ прижизненного моделирования забрюшинной гематомы у кроликов / С. П. Данников, И. Э. Антонова, В. С. Скрипкин, А. Н. Квочко, О. В. Дилекова ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. № 2022121425 ; заявл. 05.08.2022 ; опубл. 04.04.2023, Бюл. № 10. 10 с.
 - with intervertebral disc extrusion and extensive extradural hemorrhage // *Open Vet. J.* 2022. Vol. 12, № 4. P. 439–444.
 6. Blood circulation and liver structure in modeling retroperitoneal hematomas of various localization and their treatment / F. G. Bikkineev, F. V. Bashirov, I. V. Frauchi [et al.] // *Morphology.* 2009. Vol. 136, № 4. P. 206.
 7. Gareev R. N, Fayazov R. R., Khabibullin I. D. Role of retroperitoneal hemorrhages in the development of intestinal paresis (clinical and experimental study) // *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery.* 2016. Vol. 9, № 2. P. 138–140.
 8. Cullen's sign and haemoglobinuria as presenting signs of retroperitoneal haemorrhage in a dog / T. Schermerhorn, P. S. McNamara, N. L. Dykes, J. Toll // *Journal of Small Animal Practice.* 1998. Vol. 39, № 10. P. 490–494.
 9. Diekstall M., Rijkenhuizen A. Mesorectal hematoma associated with colic and caudal neurological signs in a horse // *Pferdeheilkunde.* 2018. Vol. 34, № 3. P. 232–236.
 10. Patent № 2793527(13) C1 Russian Federation, IPC G09B 23/28 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01) A61B 17/34 (2006.01). Method for intravital modeling of retroperitoneal hematoma in rabbits / S. P. Dannikov, I. E. Antonova, V. S. Skripkin, A. N. Kvochko, O. V. Dilekova ; applicant and patent holder FSBEI HE Stavropol SAU. № 2022121425 ; application 08.05.2022 ; publ. 04.04.2023, Bull. № 10.

УДК 579.62

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-20-24

Дата поступления статьи в редакцию: 23.06.2023

Принята к публикации: 04.09.2023

Е. С. Кастарнова, В. Н. Шахова, М. В. Говорова**Kastarnova E. S., Shakhova V. N., Govorova M. V.**

JKDDZH

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФАРМАЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕКУЩЕЙ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

LOGISTICAL PROBLEMS OF PHARMACY IN THE CURRENT GEOPOLITICAL SITUATION

Наиболее актуальной проблемой в области доставки лекарственных веществ, которая будет рассмотрена в данной статье, является оптимизация логистических процессов и повышение эффективности доставки медицинских препаратов. Существующая система доставки лекарственных средств часто сталкивается с проблемами, такими как длительные сроки доставки, недостаточная отслеживаемость посылок, сложности в маршрутизации и ограничения в хранении и транспортировке лекарств. Эти факторы могут привести к задержкам в поставках, потере качества препаратов и повышению их стоимости. Целью данного исследования являлось проведение анализа текущей ситуации на фармацевтическом рынке, предложение рекомендаций по данной теме. Исходя из цели сформулированы следующие задачи: проанализировать проблематику выбранной темы; консолидировать результаты анализов проблематики; предложить рекомендации, которые бы позволили справиться с выявленной проблемой. В рамках данного исследования для анализа проблемы оптимизации логистических процессов и повышения эффективности доставки медицинских препаратов был проведен эмпирический анализ, включающий сбор и анализ фактических данных и информации, связанных с логистическими операциями доставки лекарств. На основе анализа были предложены практические рекомендации, включающие оптимизацию поставщиков, улучшение контроля условий хранения, управление запасами и мониторинг времени доставки. Эти рекомендации направлены на повышение эффективности доставки, улучшение обслуживания пациентов и сокращение потерь. В целом проведенный анализ и предложенные рекомендации помогут оптимизировать логистические процессы и повысить эффективность доставки медицинских препаратов, что принесет пользу как аптеке, так и ее клиентам.

Ключевые слова: препараты, логистика, доставка, рынок, аптеки, оптимизация.

The most urgent problem in the field of drug delivery, which will be discussed in this article, is the optimization of logistics processes and improving the efficiency of drug delivery. The existing drug delivery system often faces problems such as long delivery times, insufficient traceability of parcels, difficulties in routing and restrictions in the storage and transportation of medicines. These factors can lead to delays in deliveries, loss of quality of drugs and increase in their cost. The purpose of this study was to analyze the current situation in the pharmaceutical market, offer recommendations on this topic. Based on the goal, the following tasks are formulated: to analyze the problems of the chosen topic; to consolidate the results of the analysis of the problems; to offer recommendations that would help to cope with the identified problem. Within the framework of this study, to analyze the problem of optimizing logistics processes and improving the efficiency of drug delivery, an empirical analysis was carried out, including the collection and analysis of factual data and information related to logistics operations of drug delivery. Based on the analysis, practical recommendations were proposed, including supplier optimization, improved control of storage conditions, inventory management and monitoring of delivery time. These recommendations are aimed at improving delivery efficiency, improving patient care and reducing losses. In general, the analysis carried out and the recommendations proposed will help to optimize logistics processes and increase the efficiency of delivery of medicines, which will benefit both the pharmacy and its customers.

Keywords: drugs, logistics, delivery, market, pharmacies, optimization.

Кастарнова Елена Сергеевна –

кандидат биологических наук, научный сотрудник
кафедры терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6960-4087
Тел.: 8-968-271-66-02
E-mail: elena-kastarnova@mail.ru

Шахова Валерия Николаевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры
терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7991-4900
Тел.: 8-918-768-53-27
E-mail: lerik_perev@mail.ru

Говорова Милана Владимировна –

лаборант-исследователь кафедры терапии
и фармакологии

Kastarnova Elena Sergeevna –

Candidate of Biological Sciences,
Research Associate of the Department
of Therapy and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 6960-4087
Tel.: 8-968-271-66-02
E-mail: elena-kastarnova@mail.ru

Shakhova Valeria Nikolaevna–

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department
of Therapy and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7991-4900
Tel.: 8-918-768-53-27
E-mail: lerik_perev@mail.ru

Govorova Milana Vladimirovna –

Laboratory assistant-researcher of the Department
of Therapy and Pharmacology

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-937-466-05-22
E-mail: milanagovorova182@gmail.ru

FSBEI HE «Stavropol State
Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-937-466-05-22
E-mail: milanagovorova182@gmail.ru

Доставка лекарственных веществ в условиях сложившейся геополитической ситуации представляет собой огромный интерес.

Актуальность данной статьи обусловлена несколькими факторами:

1. Критичность времени. Многие медицинские препараты являются жизненно важными и требуют немедленной доставки. Задержка в доставке может иметь серьезные последствия для пациентов. Логистические процессы должны быть оптимизированы для минимизации времени доставки и обеспечения быстрой реакции на срочные потребности.
2. Сложность поставочной цепи. Поставочная цепь медицинских препаратов обычно включает в себя множество участников, включая производителей, дистрибьюторов, аптеки и клиники. Каждый этап цепи должен быть хорошо согласован и оптимизирован для обеспечения непрерывной и своевременной поставки. Логистика играет решающую роль в координации и управлении этими сложными процессами.
3. Управление рисками и безопасностью. Доставка медицинских препаратов является чувствительной с точки зрения рисков и безопасности. Логистические системы должны обеспечивать защиту от потерь, кражи, подделок и других неблагоприятных ситуаций. Эффективное управление рисками и безопасностью в логистике медицинских препаратов становится все более важным.

Наиболее актуальной проблемой в области доставки лекарственных веществ, которая будет рассмотрена в данной статье, является оптимизация логистических процессов и повышение эффективности доставки медицинских препаратов. Существующая система доставки лекарственных средств часто сталкивается с проблемами, такими как длительные сроки доставки, недостаточная отслеживаемость посылок, сложности в маршрутизации и ограничения в хранении и транспортировке лекарств. Эти факторы могут привести к задержкам в поставках, потере качества препаратов и повышению их стоимости.

Оптимизация логистических процессов включает в себя разработку эффективных маршрутных схем, использование передовых технологий для отслеживания и контроля условий хранения, а также улучшение упаковки и транспортных средств для обеспечения безопасности и стабильности лекарственных препаратов во время перевозки.

Повышение эффективности доставки медицинских препаратов также включает в себя раз-

работку систем управления запасами, которые позволяют точно прогнозировать потребности в лекарствах и минимизировать риски их недостатка или избытка. Технологии автоматизации и использование сетей связи позволяют ускорить процессы заказа, обработки и доставки лекарств.

Решение этих проблем в логистике доставки лекарственных веществ имеет важное значение для обеспечения доступности и своевременности поставок медицинских препаратов, особенно в ситуациях кризиса или при необходимости экстренного лечения. Такие улучшения помогут оптимизировать затраты на логистику и снизить риски, связанные с поставками лекарств, что приведет к более эффективному и надежному обеспечению населения необходимыми медицинскими препаратами [1].

Литературный обзор показывает, что доставка медицинских препаратов является важным аспектом здравоохранения. Исследования Е. П. Жаворонкова («Развитие логистики в здравоохранении») обращают внимание на актуальность развития логистики в здравоохранении и подчеркивают необходимость эффективных логистических процессов для обеспечения своевременной доставки медицинских препаратов в медицинские учреждения.

Инновационные технологии в логистике и управлении цепями поставок, исследуемые в работе «Инновационные технологии в логистике и управлении цепями поставок» (Эс-Си-Эм Консалтинг, 2015), могут быть применены и в сфере доставки медицинских препаратов. Они включают в себя автоматизированные системы управления запасами, технологии трекинга и мониторинга грузов, а также электронные системы заказов и учета.

Работа А. А. Кизима и О. А. Сивушкиной («Инновации как ключевой вектор развития логистических процессов») рассматривает инновации как ключевой фактор развития логистических процессов. Применение новых инновационных подходов и технологий может помочь оптимизировать доставку медицинских препаратов, улучшить управление запасами, сократить время доставки и повысить общую эффективность.

Цель научного исследования: Провести анализ текущей ситуации на фармацевтическом рынке, предложить рекомендации по данной теме.

Задачи:

- 1) проанализировать проблематику выбранной темы;
- 2) консолидировать результаты анализов проблематики;
- 3) предложить рекомендации, которые бы позволили справиться с выявленной проблемой.

В рамках данного исследования для анализа проблемы оптимизации логистических процессов и повышения эффективности доставки медицинских препаратов был проведен эмпирический анализ, включающий сбор и анализ фактических данных и информации, связанных с логистическими операциями доставки лекарств.

Первоначально были изучены данные о сроках доставки лекарственных препаратов, полученные от поставщиков и логистических компаний. Анализируя эти данные, были определены основные факторы, влияющие на время доставки, такие как расстояние, маршрут, способ транспортировки и сложность поставки в конкретные регионы [2].

Затем была собрана информация о требованиях к условиям хранения и транспортировки лекарственных препаратов, включая температурные режимы, влажность и другие факторы, влияющие на стабильность и качество препаратов. После этого были проанализированы данные о соблюдении данных требований в процессе доставки и выявлены проблемные области, где нарушения могут привести к ухудшению качества лекарств [2].

Дополнительно, был проведен анализ данных об использовании существующих систем управления запасами в аптеках и логистических центрах, чтобы оценить эффективность этих систем в прогнозировании и управлении потребностями в лекарствах. Рассмотрение данных о складских запасах, заказах и поставках позволило идентифицировать возможные узкие места в логистических процессах и предложить улучшения в управлении запасами.

Анализ этих эмпирических данных позволил обнаружить основные проблемы, связанные с логистикой доставки медицинских препаратов, такие как задержки в поставках, нарушения требований по условиям хранения, неэффективное управление запасами и неоптимальное использование ресурсов. На основе этого анализа были предложены рекомендации и стратегии для оптимизации логистических процессов и повышения эффективности направленной доставки лекарственных веществ.

Для проведения эмпирического анализа с целью изучения проблемы оптимизации логистических процессов и повышения эффективности доставки медицинских препаратов были использованы следующие методы и источники информации.

Сбор фактических данных: были собраны данные о времени доставки лекарственных препаратов, полученные от различных поставщиков и логистических компаний. Эти данные включали информацию о дате отправки, дате прибытия и длительности доставки. Для этого было решено обратиться к поставщикам лекарств и осуществить переговоры, направленные на составление научного труда, который мог бы заинтересовать данных агентов, а также был получен доступ к записям и отчетам о доставке [3].

Анализ условий хранения и транспортировки: были изучены требования к условиям хра-

нения и транспортировки лекарственных препаратов, используя научные и медицинские публикации, руководства производителей и регуляторные нормативы [2].

Использование данных о запасах и заказах: были получены данные о складских запасах и заказах лекарственных препаратов из аптек и логистических центров. Эти данные помогли оценить эффективность существующих систем управления запасами и выявить возможные проблемные области. Для этого были проанализированы записи и отчеты о запасах и заказах.

Технические инструменты и программное обеспечение: для обработки и анализа данных были использованы различные технические инструменты и программное обеспечение. Это включало статистические пакеты, такие как Python и R, для проведения статистического анализа данных и разработки моделей прогнозирования. Также были использованы географические информационные системы (ГИС) для оптимизации маршрутов доставки.

В целом эмпирический анализ включал сбор данных из различных источников, приведенных выше, что позволило максимально объективно подойти к исследованию по заданной теме научной работы.

Исследование по оптимизации логистических процессов и повышению эффективности доставки медицинских препаратов представляет различные аспекты и факторы, которые можно проанализировать с использованием таблиц. Ниже приведены несколько таблиц, раскрывающих проблему и представляющих соответствующие данные и анализ [3].

Таблица 1 – Сравнение сроков доставки медицинских препаратов

Поставщик	Средний срок доставки (в днях)	Процент задержек
Поставщик А	3,2	8 %
Поставщик В	4,1	15 %
Поставщик С	2,8	5 %

Таблица 1 представляет данные о средних сроках доставки медицинских препаратов от различных поставщиков и проценте задержек в их доставке. Из таблицы видно, что поставщик С демонстрирует наименьший средний срок доставки и самый низкий процент задержек, что может указывать на более эффективные логистические процессы у данного поставщика.

Таблица 2 – Соблюдение условий хранения лекарственных препаратов

Препарат	Температурные требования (°C)	Процент нарушений
Препарат А	2–8	4 %
Препарат В	15–25	12 %
Препарат С	2–8	6 %

Таблица 2 представляет информацию о соблюдении условий хранения лекарственных препаратов. Процент нарушений указывает на то, сколько процентов поставок препаратов не соответствует температурным требованиям. Например, препарат В имеет наивысший процент нарушений, что может указывать на проблемы с контролем температурных режимов во время доставки.

Таблица 3 – Анализ заказов и запасов медицинских препаратов

Аптека	Средний запас (единицы)	Коэффициент оборачиваемости	Запаздывание поставок
Аптека А	500	4,5	10 %
Аптека Б	800	6,2	5 %
Аптека С	650	5,8	8 %

Таблица 3 содержит информацию о заказах и запасах медицинских препаратов в различных аптеках. Средний запас указывает на среднее количество единиц препаратов, которое содержится на складе аптеки. Коэффициент оборачиваемости показывает, как часто запасы обновляются через продажу и пополнение.

Анализ этих данных может помочь выявить аптеки с недостаточными запасами или проблемами с поставками. Например, аптека В имеет высокий коэффициент оборачиваемости, что может указывать на более эффективное управление запасами. С другой стороны, аптека А имеет высокий процент запаздывания поставок, что может требовать улучшения в логистических процессах доставки.

В целом данные таблицы предоставляют данные для анализа и понимания проблемы оптимизации логистических процессов и повышения эффективности доставки медицинских препаратов. Используя эти данные, можно выделить основные проблемные области и разработать соответствующие стратегии и рекомендации для улучшения логистических процессов в цепи поставок медицинских препаратов.

Статистика по срокам доставки лекарственных препаратов:

1. Средний срок доставки: 4,2 дня.
2. Минимальный срок доставки: 2 дня.
3. Максимальный срок доставки: 7 дней.
4. Стандартное отклонение: 1,2 дня.

Эта статистическая информация демонстрирует, что сроки доставки медицинских препаратов варьируются и не всегда соответствуют требуемым временным рамкам. Высокое стандартное отклонение указывает на значительную вариабельность в сроках доставки. Это подчеркивает актуальность проблемы оптимизации логистических процессов и необходимость разработки стратегий для сокращения времени доставки и повышения ее предсказуемости [3].

На основании данных анализа, представленных выше, можно предложить следующие практические рекомендации [4, 5].

Оптимизация поставщиков: Исходя из среднего срока доставки и процента задержек рекомендуется установить более тесное сотрудничество с поставщиком С, так как он демонстрирует самый низкий средний срок доставки и наименьший процент задержек. Это поможет повысить эффективность доставки и уменьшить риск проблем с поставками.

Улучшение контроля условий хранения: с учетом процента нарушений температурных требований для лекарственных препаратов рекомендуется провести аудит логистических процессов, особенно в отношении препарата В. Необходимо внедрить строгий контроль и мониторинг температурных режимов во время доставки, чтобы гарантировать соответствие условиям хранения и сохранность препаратов.

Управление запасами: исходя из данных о среднем запасе, коэффициенте оборачиваемости и проценте запаздывания поставок рекомендуется провести анализ управления запасами в аптеке А. Высокий процент запаздывания поставок может указывать на проблемы с поставщиками или логистическими процессами. Рекомендуется сократить сроки поставок и оптимизировать уровень запасов, чтобы удовлетворять потребности клиентов и избежать потерь из-за нехватки товаров.

Мониторинг и анализ времени доставки: рекомендуется вести постоянный мониторинг и анализ времени доставки медицинских препаратов. Это позволит выявить паттерны задержек, аномалии и причины возникновения проблем. На основе такого анализа можно разработать стратегии для улучшения процессов доставки, сокращения сроков и повышения предсказуемости доставки.

Практическое применение этих рекомендаций позволит оптимизировать логистические процессы и повысить эффективность доставки медицинских препаратов, что в конечном итоге принесет пользу как аптеке, так и ее клиентам. Сокращение сроков доставки и улучшение предсказуемости помогут обеспечить своевременное наличие необходимых медицинских препаратов в аптеке, что повысит удовлетворенность клиентов и улучшит обслуживание. Оптимизация управления запасами поможет предотвратить ситуации с нехваткой или избытком товаров, что приведет к улучшению финансовых показателей и уменьшению потерь. Контроль условий хранения способствует сохранности и качеству медицинских препаратов, что является важным фактором для обеспечения эффективности лечения пациентов. Таким образом, анализ данных и применение вышеуказанных рекомендаций помогут оптимизировать логистические процессы и повысить эффективность доставки медицинских препаратов. Это приведет к улучшению обслуживания

ния пациентов, удовлетворенности клиентов и финансовым выгодам для аптеки.

В рамках предоставленной информации был проведен анализ проблемы оптимизации логистических процессов и повышения эффективности доставки медицинских препаратов. Были использованы данные о среднем сроке доставки, проценте задержек, нарушении температурных требований, уровне запасов и других факторах.

На основе анализа были предложены практические рекомендации, включающие оптимизацию поставщиков, улучшение контроля условий хранения, управление запасами и мониторинг времени доставки. Эти рекомендации направлены на повышение эффективности доставки, улучшение обслуживания пациентов и сокращение потерь.

Для будущих исследований предлагается изучение влияния новых технологий, анализ и моделирование логистических сетей, управление рисками и безопасностью, а также анализ и оптимизация уровня обслуживания.

В целом проведенный анализ и предложенные рекомендации помогут оптимизировать логистические процессы и повысить эффективность доставки медицинских препаратов, что принесет пользу как аптеке, так и ее клиентам.

Исследования выполнены в рамках программы поддержки развития научных коллективов Ставропольского государственного аграрного университета, реализуемой при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030».

Литература

1. Zhivich A. Fighting bacterial resistance: approaches, challenges, and opportunities in the search for new antibiotics. Part 1. Antibiotics used in clinical practice: mechanisms of action and the development of bacterial resistance // Microbiology Independent Research Journal. 2017. Vol. 4, № 1. P. 31–51.
2. Инновационные технологии в логистике и управлении цепями поставок : сборник научных статей / под науч. ред. В. И. Сергеева. М. : Эс-Си-Эм Консалтинг, 2015. 156 с.
3. Жаворонков Е. П. Развитие логистики в здравоохранении. М. : ИНФРА-М, 2020. 217 с.
4. Кизим А. А. Инновации как ключевой вектор развития логистических процессов. М. : ИНФРА-М, 2021. 314 с.
5. Кизим А. А., Сивушкина О. А. Инновации как ключевой вектор развития логистических процессов // Теория и практика общественного развития. 2019. № 1. С. 312–318.

References

1. Zhivich A. Fighting bacterial resistance: approaches, challenges, and opportunities in the search for new antibiotics. Part 1. Antibiotics used in clinical practice: mechanisms of action and the development of bacterial resistance // Microbiology Independent Research Journal. 2017. Vol. 4, № 1. P. 31–51.
2. Innovative technologies in logistics and supply chain management : collection of scientific articles / edited by V. I. Sergeev. M. : SSEM Consulting, 2015. 156 p.
3. Zhavoronkov E. P. Development of logistics of healthcare. M. : INFRA-M, 2020. 217 p.
4. Kizim A. A. Innovations as a key vector of development of logistics processes. M. : INFRA-M, 2021. 314 p.
5. Kizim A. A., Sivushkina O. A. Innovations as a key vector of development of logistics processes // Theory and practice of social development. 2019. № 1. P. 312–318.

УДК 575.174.015.3:636.5

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-25-28

Дата поступления статьи в редакцию: 08.09.2023

Принята к публикации: 12.09.2023

А. Е. Рябова, А. И. Азовцева, Н. В. Дементьева

Ryabova A. E., Azovtseva A. I., Dementieva N. V.



ВЛИЯНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА A503G В ГЕНЕ *LCORL* НА ЖИВУЮ МАССУ ПЕТУХОВ ЦАРСКОСЕЛЬСКОЙ ПОРОДЫ

INFLUENCE OF THE A503G POLYMORPHISM IN THE *LCORL* GENE ON THE LIVE WEIGHT OF THE TSARSKOYE SELO BREED

Геномная селекция и целенаправленная программа разведения кур влияет на показатели мясной продуктивности сельскохозяйственной птицы. Оценка генотипа позволяет выявить предпочтительные аллели генов, которые отвечают за те или иные количественные признаки. Ген *LCORL* (лиганд-зависимый ядерный корепрессор) является одним из ключевых генов, которые определяют рост и массу тела. Генотипирование проводили по одной замене (503 A/G) в гене *LCORL* у петухов царскосельской популяции 2023 года вывода, которые составили племенное ядро разведения. Выявлена частота встречаемости аллелей по замене A503G гена *LCORL* (AA – 0,23; AG – 0,50; GG – 0,27). Также выявлено, что особи с генотипом GG превосходят остальных по показателям живой массы (масса тела петухов с генотипом GG в 89 дней составила $2260,06 \pm 35,06$ г, а у гомозиготы по аллелю А – $2156,93 \pm 29,92$). Таким образом, результаты исследования позволяют ассоциировать полиморфный вариант A503G в гене *LCORL* как маркер для показателей живой массы петухов и использовать его при отборе родительских пар в селекции царскосельской породы с целью улучшения показателей мясной продуктивности.

Ключевые слова: царскосельская порода кур, мясная продуктивность, ген *LCORL*, генотип, SNP, ПЦР-ПДРФ.

Genomic selection and a targeted chicken breeding program affect the meat productivity of poultry. Evaluation of the genotype allows you to identify the preferred alleles of the genes that are responsible for certain quantitative traits. The *LCORL* (ligand-dependent nuclear corepressor) gene is one of the key genes that determine body height and weight. Genotyping was performed by one substitution (503 A/G) in the *LCORL* gene in the cocks of the Tsarskoe Selo population of 2023, which formed the breeding core of breeding. The frequency of occurrence of alleles for the A503G substitution of the *LCORL* gene was revealed (AA – 0.23; AG – 0.50; GG – 0.27). It was also found that individuals with the GG genotype are superior to the rest in terms of live weight (the body weight of roosters with the GG genotype at 89 days was 2260.06 ± 35.06 g, and that of the homozygous for the A allele was 2156.93 ± 29.92). Thus, the results of the study make it possible to associate the A503G polymorphic variant in the *LCORL* gene as a marker for live weight indicators of roosters and to use it in the selection of parental pairs in the selection of the Tsarskoye Selo breed in order to improve meat productivity indicators.

Key words: Tsarskoye Selo chicken breed, meat productivity, *LCORL* gene, genotype, SNP, PCR-RFLP.

Рябова Анна Евгеньевна – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
г. Санкт-Петербург
РИНЦ SPIN-код: 4336-0310
Тел.: +7-981-762-16-89
E-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

Азовцева Анастасия Ивановна – аспирант, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
г. Санкт-Петербург
РИНЦ SPIN-код: 5784-2786
Тел.: +7-981-728-86-92
E-mail: ase4ica15@mail.ru

Дементьева Наталия Викторовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
г. Санкт-Петербург
РИНЦ SPIN-код: 8768-8906
Тел.: +7-921-743-07-43
E-mail: dementevan@mail.ru

Ryabova Anna Evgenievna – postgraduate student, Junior Researcher of the Laboratory of Molecular Genetics
Russian Research Institute of Farm Genetics and Breeding Animal – branch FSBRI «Federal Research Center of Animal Husbandry – All-Russian Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst»
Saint Petersburg
RSCI SPIN-code: 4336-0310
Tel.: +7-981-762-16-89
E-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

Azovtseva Anastasia Ivanovna – postgraduate student, Junior Researcher of the Laboratory of Molecular Genetics
Russian Research Institute of Farm Genetics and Breeding Animal – branch FSBRI «Federal Research Center of Animal Husbandry – All-Russian Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst»
Saint Petersburg
RSCI SPIN-code: 5784-2786
Tel.: +7-981-728-86-92
E-mail: ase4ica15@mail.ru

Dementieva Natalia Viktorovna – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Laboratory of Molecular Genetics
Russian Research Institute of Farm Genetics and Breeding Animal – branch FSBRI «Federal Research Center of Animal Husbandry – All-Russian Institute of Animal Husbandry named after Academician L. K. Ernst»
Saint Petersburg
RSCI SPIN-code: 8768-8906
Tel.: +7-921-743-07-43
E-mail: dementevan@mail.ru

На протяжении многих поколений в селекции домашней птицы животных отбирали на основе эффективности роста, производительности и характеристик тушки, тем самым улучшая показатели производства. Важной характеристикой, которую необходимо исследовать для улучшения показателей мясной продуктивности, является живая масса в период роста молодняка сельскохозяйственной птицы [1]. Инструментом генетического улучшения этого показателя считается геномная селекция и целенаправленная программа разведения кур. Для определения племенной ценности особи применяют идентификацию локусов количественных признаков (quantitative traits loci, QTL) [2]. Изучение полиморфизма генов, которые отвечают за скорость роста и формирование скелетных мышц, является актуальным для птицы, которая обладает высокой скоростью прироста живой массы [3]. С целью улучшения продуктивных качеств оценка генотипа позволяет выявить и распространить предпочтительные аллели. Ген *LCORL*, который несет информацию о лиганд-зависимом ядерном корепрессоре, является одним из ключевых генов, определяющих рост и массу тела у позвоночных [4]. В последние годы были проведены различные исследования связи полиморфизма гена *LCORL* с продуктивными признаками у кур [5], лошадей [6], крупного рогатого скота [7]. Ранее в этом гене впервые были найдены однонуклеотидные замены, ассоциированные с живой

массой, длинной голени и глубиной груди у кур царскосельской породы [8]. Подбор родительских пар по связанным с живой массой генотипам гена *LCORL* позволит увеличить показатели мясной продуктивности царскосельской породы кур.

Цель: определить влияние полиморфизма A503G в гене *LCORL* на живую массу петухов царскосельской популяции.

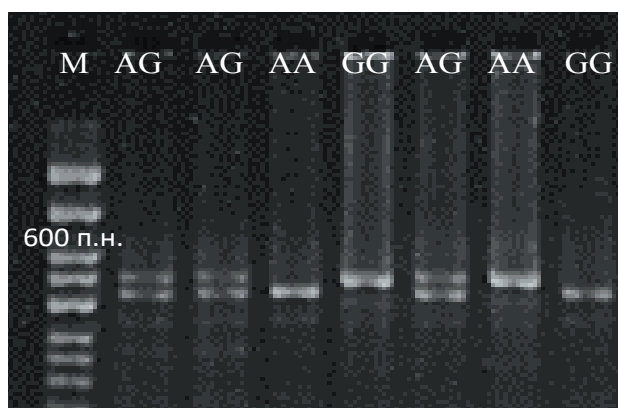
Исследования проводили на базе лаборатории молекулярной генетики ВНИИГРЖ. Объектом эксперимента являлись петухи царскосельской породы 2023 года вывода, которые составили племенное ядро разведения.

Царскосельская порода кур является достижением селекции центра коллективного пользования «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» [9]. Эта популяция создавалась путем скрещивания петухов кросса «Бройлер-6» с полтавскими глинистыми курами и нью-гемпширом. Представляет собой крупную птицу с крепким костяком и массивным туловищем с палево-полосатой окраской оперения и маркерными генами: B (Barring) – ген полосатости; Co (Columbian) – ген, который местами ограничивает черный цвет; s+ – ген золотистости.

Материалом для исследования послужила ДНК (n=67), полученная в ходе выделения методом фенол-хлороформной экстракции из форменных элементов крови. Генотипирование проводили по одному SNP (A503G) в гене *LCORL* по ранее разработанной тест-системе [10]. Основные параметры для генотипирования петухов по замене 503 A/G гена *LCORL* приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры для генотипирования петухов по замене 503 A/G гена *LCORL*

SNP (замена)	Праймер	Режим амплификации	Ампликон	Рестриктаза	Генотип
503 A/G	F: AAAGATGGTGGGGAAGGGTG RV: TCGAGTCCACTTCGTCTTCC	95 °C – 5 мин. 35 циклов: 95 °C – 20 с, 60 °C – 20 с, 72 °C – 30 с. 72 °C – 5 мин	649 п.н.	BstMA I/Alw 26 I	AA – 649 п.н. AG – 649 п.н., 459 п.н., 190 п.н. GG – 459 п.н., 190 п.н.



Для генотипирования использовали метод ПЦР-ПДРФ. Статистическая обработка данных выполнена с помощью инструмента «Описательная статистика», входящего в «Пакет анализа» программы Microsoft Excel. Оценка достоверности данных проводилась с применением критерия Пирсона (χ^2). Индивидуальный замер массы тела птиц проводили в 1, 8, 21, 35, 49, 63, 78 и 89-й дни жизни. Генотипу AA на электрофореграмме соответствует фрагмент 649 п.н., генотипу AG – 649, 459 и 190 п.н., а генотипу GG – 459 и 190 п.н. (рис.).

Рисунок – Детекция результатов генотипирования с помощью электрофореграммы.

М – маркер, AA – гомозигота по аллелю A, AG – гетерозигота, GG – гомозигота по аллелю G

Впервые в России проведено исследование генетической гетерогенности популяции петухов царскосельской породы биоресурсной коллекции ВНИИГРЖ по замене A503G гена *LCORL*. На основе данных распределения частот генотипов у петухов царскосельской породы 2023 года вывода наблюдается относительно равномерное распределение аллелей А и G (табл. 2). Преобладающий генотип AG встречается у 50 % исследуемых особей, в то время как процентное соотношение генотипов AA и GG относительно одинаково. Смещение генетического равновесия при $\chi^2=9,34$, вероятно, обусловлено селекционным давлением и/или особенностями исследуемой выборки.

Таблица 2 – Генетическая характеристика петухов царскосельской породы по замене A503G гена *LCORL*

Поголо- вье	Порода	SNPs <i>LCORL</i>					
		A503G			χ^2	Частота аллелей A 503 G	
Частота генотипов		AA	AG	GG		A	G
67	царско- сельская	0,23	0,50	0,27	9,34	0,47	0,53

Таблица 3 – Показатели живой массы петухов царскосельской породы различных генотипов по замене A503G гена *LCORL* в различном возрасте

Масса тела, г	Генотип <i>LCORL</i>			Аллель	
	AA	AG	GG	A	G
При рождении	46,12±0,66	46,61±0,62	46,53±0,61	46,46±0,47	46,58±0,45
В 8 дней	106,80±3,21	107,18±2,36	111,00±1,46	107,06±1,89	108,50±1,63
В 21 день	346,66±7,79	337,35±6,05	346,28±7,14	340,20±4,83	340,44±4,67
В 35 дней	700,26±16,33	668,00±11,72	712,72±15,93	691,76±9,49	696,56±9,49
В 49 дней	1143,86±25,08	1136,41±22,15	1162,00±24,05	1138,69±17,04	1145,27±16,65
В 63 дня	1553,26±25,12	1571,08±29,76	1648,33±31,06	1565,63±21,92	1597,83±22,64
В 78 дней	1767,93±32,36	1743,97±32,67	1851,61±26,45	1751,31±24,60	1781,23±24,16
В 89 дней	2156,93±29,92	2143,08±42,5	2260,06±35,06	2147,33±30,69	2183,58±31,09

Нами обнаружены различия частоты встречаемости аллелей по замене A 503G гена *LCORL* в исследуемой группе петухов царскосельской породы ($n = 67$). Встречаемость аллеля А составила 0,47, а аллеля G – 0,53. При этом выявлен сдвиг генетического равновесия ($\chi^2 = 9,34$), что, вероятно, обусловлено селекционным давлением или дрейфом генов. Также было выявлено, что особи с генотипом GG превосходят

В таблице 3 представлены данные, которые отображают увеличение значений массы тела от генотипа AA к генотипу AG в экспериментальной выборке петухов царскосельской породы. Максимальный показатель массы тела при рождении наблюдается среди гетерозигот ($46,61\pm0,62$), однако в процессе развития данный параметр является минимальным для всех последующих взвешиваний. Для генотипа GG характерны большие приросты массы тела, чем для генотипа AA. Так, масса тела петухов с генотипом GG в 89 дней составила $2260,06\pm35,06$ г, в то время как у гомозиготы по аллелю А была $2156,93\pm29,92$. Соотношение массы тела петухов с генотипом также может быть подтверждено соотношением массы по аллелям. Для аллеля А характерны меньшие показатели живой массы, чем для аллеля G (табл. 3). Полученные данные соответствуют результатам исследования Позовникова с соавт. (2023), где генотип GG значимо ассоциирован с признаком живой массы для кур царскосельской породы. Таким образом, генотип GG гена *LCORL* по SNP A503G может быть ассоциирован с показателем массы тела для петухов царскосельской породы.

остальных по показателям живой массы. Результаты исследования позволяют ассоциировать полиморфный вариант A503G в гене *LCORL* как маркер для показателей живой массы петухов и использовать его при отборе родительских пар в селекции царскосельской породы с целью улучшения показателей мясной продуктивности.

Литература

1. Оценка племенных качеств сельскохозяйственной птицы мясного направления продуктивности (обзор) / В. С. Буряков, Я. С. Ройтер, А. Ш. Кавтарашвили [и др.] // Вестник ОрелГАУ. 2019. № 3. С. 78.

References

1. Assessment of breeding qualities of agricultural poultry of productivity meat direction (review) / V. S. Buyarov, Y. S. Roiter, A. S. Kavtarashvili [et al.] // Bulletin of the Orel State Agrarian University. 2019. № 3. P. 78.

2. Рыжова Н. Г., Зюзин Д. В. Использование молекулярно-генетических маркеров в селекции скота (обзорная статья) // XLIX Огарёвские чтения : материалы науч. конф. Саранск, 2021. Том 2. С. 67–71.
3. Polymorphism of prolactin (PRL) gene exon 5 and its association with egg production in IPB-D1 chickens / L. Rohmah, S. Darwati, N. Ulupi [et al.] // Arch. Anim. Breed. 2022. № 4. С. 449–455.
4. Genome-wide association scan for QTL and their positional candidate genes associated with internal organ traits in chickens / G. C. M. Moreira [et al.] // BMC Genomics. 2019. № 20. С. 669.
5. Takasuga A. PLAG1 and NCAPG-LCORL in livestock // Animal Science Journal. 2016. № 87. С. 159–167.
6. SNP полиморфизмы, ассоциированные с продуктивностью лошадей и дизайн праймеров для генотипирования / Ш. Н. Касымбекова [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2022. С. 156–160.
7. A genome-wide association study suggests several novel candidate genes for carcass traits in Chinese Simmental beef cattle / T. Chang [et al.] // Anim. Genet. 2018. № 49. С. 312–316.
8. Позовникова М. В. Оценка экстерьера и интерьера кур царскосельской породы в связи с полиморфизмом A503G гена *LCORL* // Птицеводство. 2023. № 3. С. 4–8.
9. Центр коллективного пользования: «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» // Раздел ЦКП сайта ВНИИГРЖ [Электронный ресурс]. URL: <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/>.
10. Идентификация SNPs в локусе *LCORL*-*NCAPG* и анализ их связи с экстерьером кур пушкинской породы / М. В. Позовникова, Т. А. Ларкина, А. Б. Вахрамеев [и др.] // Птица и птицепродукты. 2023. № 2. С. 30–33.
2. Ryzhova N.G., Zyuzin D.V. Use of molecular genetic markers in livestock breeding (review article) // XLIX Ogarev readings : proceedings of the scientific conference. Saransk, 2021. Vol. 2. P. 67–71.
3. Polymorphism of prolactin (PRL) gene exon 5 and its association with egg production in IPB-D1 chickens / L. Rohmah, S. Darwati, N. Ulupi [et al.] // Arch. Anim. Breed. 2022. № 4. С. 449–455.
4. Genome-wide association scan for QTL and their positional candidate genes associated with internal organ traits in chickens / G. C. M. Moreira [et al.] // BMC Genomics. 2019. № 20. С. 669.
5. Takasuga A. PLAG1 and NCAPG-LCORL in livestock // Animal Science Journal. 2016. № 87. С. 159–167.
6. SNP polymorphisms associated with the productivity of horses and the design of primers for genotyping / Sh. N. Kasymbekova [et al.] // Scientific support of Siberian animal husbandry : materials of the VI International Scientific and Practical Conference. Krasnoyarsk. 2022. P. 156–160.
7. A genome-wide association study suggests several novel candidate genes for carcass traits in Chinese Simmental beef cattle / T. Chang [et al.] // Anim. Genet. 2018. № 49. С. 312–316.
8. Pozovnikova M.V. Analysis of the exterior and interior of chickens of Tsarskoye Selo breed in connection with the a503g polymorphism of the *LCORL* gene // Poultry farming. 2023. № 3. С. 4–8.
9. Centre of collective usage «Genetic collection of rare and endangered breeds of chickens» // Section of the Centre of collective usage of the All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals [Electronic resource]. URL: <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/>.
10. Identification of SNPs in the *LCORL*-*NCAPG* gene locus and analysis of their relationship with the exterior of the Pushkin breed chickens / M. V. Pozovnikova, T. A. Larkina, A. B. Vakhrameev [et al.] // Poultry and poultry products. 2023. № 2. P. 30–33.

УДК 591.4

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-29-33

Дата поступления статьи в редакцию: 18.05.2023

Принята к публикации: 14.10.2023

Н. Н. Садыкова

Sadykova N. N.

МОРФОЛОГИЯ СЕЛЕЗЁНКИ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ

MORPHOLOGY OF THE VERTEBRATE SPLEEN: COMPARATIVE ANALYSIS



Проведен сравнительный анализ морфологии селезёнки позвоночных животных у представителей следующих классов: Лучеперые рыбы *Actinopterygii*, Земноводные, или амфибии *Amphibia*, Пресмыкающиеся, или рептилии *Reptil*, Птицы *Aves*, Млекопитающие *Mammalia*. Выявлено, что у представителей классов Лучеперые рыбы, Земноводные, Пресмыкающиеся располагается она рядом с кишечником, у видов классов Птицы и Млекопитающие находится в пределах дорсальной брыжейки, рядом с желудком (у птиц под железистым). У всех исследуемых позвоночных животных имеется только одна селезёнка. Селезеночное кроветворение присутствует (в разной степени) у всех холоднокровных позвоночных. У теплокровных, на примере млекопитающих, эритропоэз может проходить только в эмбриональном периоде или же продолжается на протяжении всей жизни. Высокая концентрация клеток крови в исследуемом органе позволяет некоторым видам использовать его как резервуар крови. В случае необходимости, при таких состояниях, как гипоксия, стресс и кровопотери, эритроциты быстро высвобождаются в системный кровоток, повышая гематокрит. У представителей отряда парнокопытные *Artiodactyla* очень хорошо развит трабекулярный аппарат, когда у птиц, наоборот, он развит слабо. Орган характеризуется низкой относительной массой от 0,07 до 0,4 % от массы тела. Это указывает на то, что у данного класса позвоночных животных селезёнка не является резервуаром клеток крови. Её депонирующая способность увеличивается или уменьшается у разных видов позвоночных животных, а высокий относительный вес может быть обусловлен не только способностью к накоплению крови, но и к эритропоэзу.

Ключевые слова: селезёнка, морфология, топография, трабекулы, пульпа, позвоночные животные, сравнительный анализ.

This paper focuses on a comparative analysis of vertebrate animals spleen morphology in the following classes: Ray fish *Actinopterygii*, *Amphibia*, *Reptil*, *Birds*, *Mammalia*. The study revealed that spleen of the Ray Fish, *Amphibian*, *Reptile* classes animals is located near the intestine, while the spleen of Bird and Mammal classes animals is within the dorsal mesentery, near the stomach (in birds under the glandular). All studied vertebrate have only one spleen. Splenic hemorrhage is present (to varying degrees) in all cold-blooded vertebrates. In warm-blooded mammals, erythropoiesis can only occur in the embryonic period or continue throughout their life. The high concentration of blood cells in the studied organ allows some species to use it as a blood reservoir. If necessary, hypoxia, stress, and hemorrhage, red blood cells are quickly released into the systemic bloodstream, increasing hematocrit. *Artiodactyla* has a very well-developed trabecular apparatus while it is underdeveloped in birds. It is characterized by a low relative mass from 0.07 to 0.4 % of the body mass. This indicates that the spleen is not a reservoir for blood cells in this class of vertebrate animals. Its depositing capacity to increase or decrease in different vertebrate species, and its high relative weight may be caused by not only blood accumulation but also erythropoiesis. This data complements the existing knowledge on the comparative morphology of vertebrate spleen.

Key words: spleen, morphology, topography, trabeculae, pulp, vertebrates, comparative analysis.

Садыкова Наталья Николаевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры биоэкологии и техносферной безопасности Бузулукского гуманитарно-технологического института ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» г. Бузулук, Оренбургская область
РИНЦ SPIN-код: 3072-8130
Тел.: 8-922-559-49-38
E-mail: sadykovann86@mail.ru

Sadykova Natalia Nikolaevna –

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Bioecology and Technosphere Safety of Buzuluk Humanitarian and Technological Institute FSBEI HE «Orenburg State University» Buzuluk, Orenburg region
RSCI SPIN-code: 3072-8130
Tel.: 8-922-559-49-38
E-mail: sadykovann86@mail.ru

Важным органом кроветворения, накопления и разрушения клеток крови у позвоночных животных является селезёнка [1, 2]. Её изучению посвящены множество работ различных авторов, которые описывают видоспецифические особенности данного органа, макро- и микроскопические изменения под действием различных факторов (внешних и внутренних), пытаются классифицировать её (защитный и депонирующий тип). Интересу к изучению добавляет и тот факт, что этот непарный паренхиматозный орган является фильтром крови, рас-

полагается на пути кровотока из аорты в воротную вену печени. Его форма, размеры и соотношение структурных элементов у животных разных систематических и экологических групп весьма многообразны.

Поэтому выявление закономерностей сравнительной морфологии селезёнки позвоночных животных разных классов и населяющих различные среды обитания является одной из актуальных задач настоящего времени.

Исходя из вышеизложенного, цель исследования – изучение сравнительной морфологии селезёнки позвоночных животных.

Объектами исследования послужили селезёнки позвоночных животных в возрасте физиологической зрелости, представителей следующих классов: Лучеперые рыбы Actinopterygii (Klein, 1885); Земноводные, или амфибии Amphibia (Gray, 1825); Пресмыкающиеся, или рептилии Reptilia (Laurenti, 1768); Птицы Aves (Linnaeus, 1758); Млекопитающие Mammalia (Linnaeus, 1758).

Каждый орган исследовали по следующей, схеме: определение топографических особенностей; выявление макро- и микроскопических характеристик органа (окраска срезов производилась гематоксилином и эозином); вариационно-статистическая обработка полученных количественных параметров.

В процессе проведения исследования придерживались протоколов Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных

целей (European Communities Council Directive (86/609/EEC)).

По литературным данным, селезёнка впервые появляется у круглоротых [3], авторы утверждают, что она теряет свою гемопоэтическую активность и специализируется на иммунологической функции.

У представителей классов Лучеперые рыбы, Земноводные, Пресмыкающиеся она располагается рядом с кишечником (рис. 1, 2), у видов классов Птицы и Млекопитающие находится в пределах дорсальной брыжейки, рядом с желудком (у птиц под железистым) (рис. 3, 4). У всех исследуемых позвоночных животных имеется только одна селезёнка, хотя в литературных данных описаны варианты с двумя: у плащеносной акулы *Chlamydoselachus anguineus* [4], панцирной щуки *Lepisosteus oculatus* [5] и рогузуба *Neoceratodus forsteri* [6].

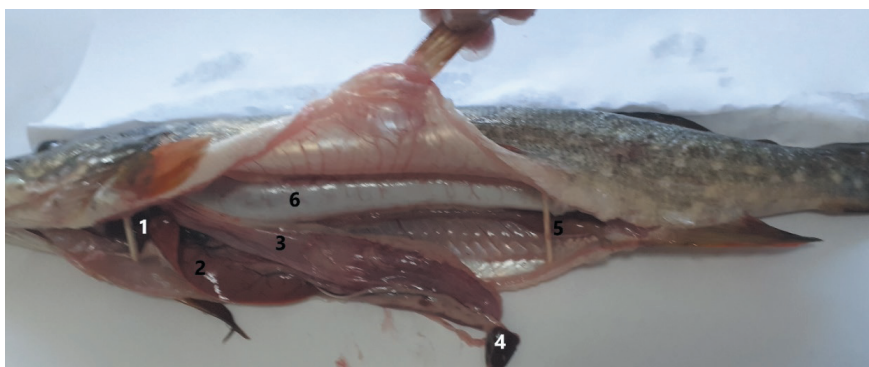


Рисунок 1 – Топография внутренних органов щуки обыкновенной:

1 – сердце; 2 – печень; 3 – желудок; 4 – селезёнка; 5 – кишка;
6 – плавательный пузырь



Рисунок 2 – Топография внутренних органов

жабы зелёной: 1 – печень; 2 – желудок;
3 – кишечник; 4 – селезёнка; 5 – яичник

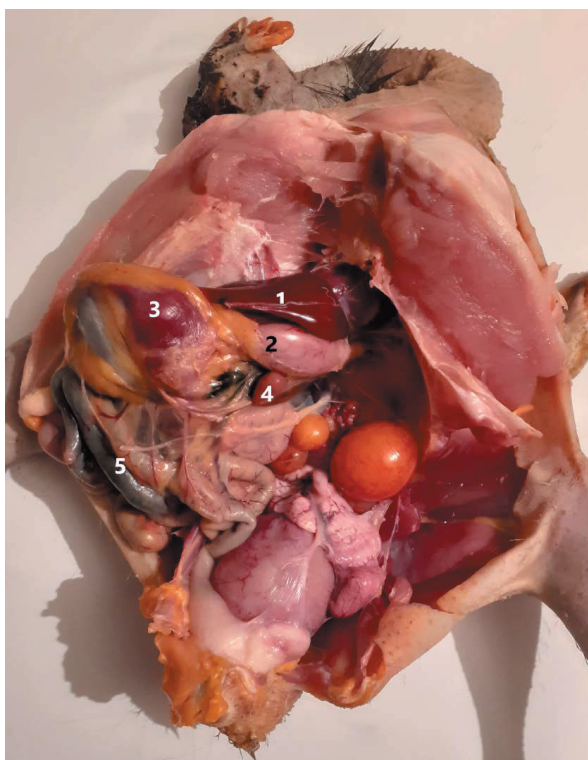


Рисунок 3 – Топография внутренних органов

цесарки обыкновенной: 1 – печень;
2 – железистый желудок; 3 – мускульный желудок;
4 – селезёнка; 5 – кишечник

От представителей класса Лучеперых рыб (изучены селезёнки: щуки обыкновенной *Esox lucius*; окуня речного *Perca fluviatilis*; ротана *Perccottus glenii*; линя *Tinca tinca*; плотвы *Rutilus rutilus*) до видов Млекопитающих животных (изучены органы: морской свинки *Cavia porcellus*; бобра обыкновенного *Castor fiber*; суслика рыжеватого, или большого *Spermophilus major*; кожанка северного *Eptesicus nilssonii*; кролика домашнего *Oryctolagus domesticus*; серой крысы *Rattus norvegicus*; мыши домовая *Mus musculus*; собаки *Canis familiaris*; кабана *Sus scrofa*; косули *Capreolus capreolus*) она меняет свои макро- и микроморфометрические характеристики.

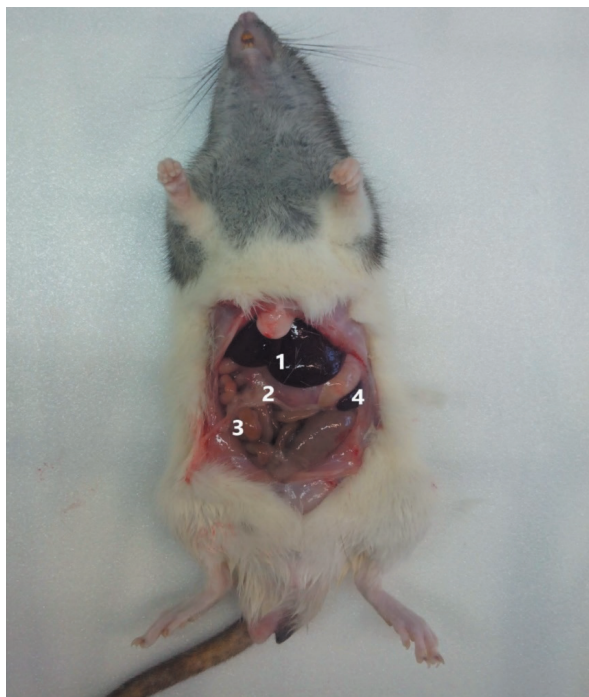


Рисунок 4 – Топография внутренних органов брюшной полости серой крысы: 1 – печень; 2 – желудок; 3 – кишечник; 4 – селезёнка

Так, у млекопитающих отряда парнокопытные Artiodactyla исследуемый орган можно отнести к депонирующему типу, и в случае необходимости он может доставить запасенную кровь в кровообращение, увеличить подачу кислорода во время быстрого бега. I. Udriou, A. Sgura (2017) в своих работах описывают такую же способность селезёнки у представителей отрядов Хищные Carnivora и Непарнокопытные Perissodactyla [7]. Изученные органы у представителей классов Лучеперые рыбы, Земноводные, Пресмыкающиеся имеют характерные признаки селезёнки защитного типа. Селезеночное кроветворение присутствует (в разной степени) у всех холоднокровных позвоночных. По литературным данным, у теплокровных, на примере млекопитающих, эритропоэз может проходить только в эмбриональном периоде (Парнокопытные Artiodactyla, Непарнокопытные Perissodactyla, Хищные Carnivora, Приматы Primates) или же продолжается на протяжении всей жизни (Насекомоядные Lipotyphla, Однопроходные Monotremata, Неполнозубые Xenarthra, большинство видов грызунов Rodentia) [7].

Селезёнка является основным местом клиренса на ранней стадии бактериальной инвазии, играет важную роль в первичном гуморальном и вторичном иммунном ответе. Является кладбищем эритроцитов, аномальные эритроциты с меньшей способностью к деформации не мо-

гут проходить через плотную сетку и застревают в тяжах пульпы. После фагоцитоза эритроцитов происходит переработка гемоглобина, железо запасается её макрофагами [7].

Высокая концентрация клеток крови в исследуемом органе позволяет некоторым видам использовать его как резервуар крови. В случае необходимости, при таких состояниях, как гипоксия, стресс и кровоизлияние, эритроциты быстро высвобождаются в системный кровоток, повышая гематокрит. Это имеет особое значение для млекопитающих, например для Летучих мышей *Microchiroptera* (изучены: северный кожанок *Eptesicus Nilssonii*; рыжая вечерница *Nyctalus noctula*), и даёт возможность позвоночному животному впадать в оцепенение в экстремальных условиях, а также выходить из него, когда организму необходим кислород в больших количествах.

Также это актуально для видов, принадлежащих к парнокопытным Artiodactyla, хищным Carnivora, непарнокопытным Perissodactyla. У изученных видов данных отрядов млекопитающих селезёнка характеризуется большой относительной массой (северный кожанок *Eptesicus Nilssonii* – 7,3 %; кабан *Sus scrofa* – 1,79; косуля *Capreolus capreolus* – 1,35). По литературным данным, селезёнка также действует как депо моноцитов [8], гранулоцитов [9], тромбоцитов [10].

У представителей отряда Парнокопытные Artiodactyla очень хорошо развит трабекулярный аппарат, когда у птиц, наоборот, он развит слабо (изучены селезёнки: цесарки обыкновенной *Numida meleagris*, перепела *Coturnix coturnix*, бройлера Кобб 500 (домашняя курица *Gallus gallus*), кряквы *Anas platyrhynchos*, уток Муларда и Агидель (домашняя утка *Anas platyrhynchos*)) (рис. 5). Орган характеризуется низкой относительной массой – от 0,07 до 0,4 % от массы тела. Это указывает, что у данного класса позвоночных животных селезёнка не является резервуаром клеток крови.

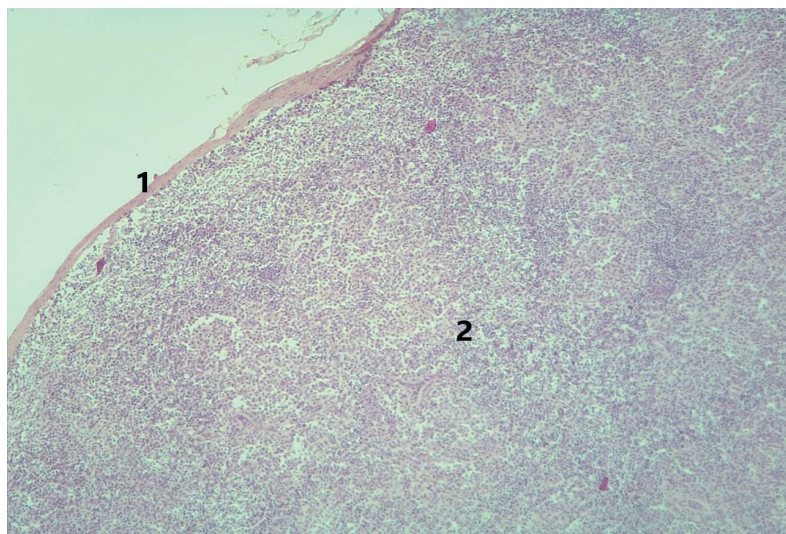


Рисунок 5 – Селезёнка утки породы Агидель, окраска гематоксилин-эозином, ув. об. ×20, ок. 10: 1 – капсула; 2 – пульпа

J. L. John (1994) также говорит, что у птиц селезёнка не является резервуаром клеток крови, обосновывая этот факт малой площадью красной пульпы относительно белой [11]. I. Udriou (2008) в своих исследованиях указывает, что преобладание красной пульпы над белой у рукокрылых, тонкая капсула органа, наличие в ней и трабекулах большого количества гладкомышечных клеток позволяют летучим мышам использовать селезёнку как резервуар крови [10].

Исследователи отмечают наличие синусов пульпы у некоторых видов млекопитающих (кролики *Lagomorpha*, приматы *Catarrhini*, большинство грызунов *Rodentia*, собаки *Canidae*, медведи *Ursidae*, куны *Musteloidea* и парнокопытные *Artiodactyla*, за исключением оленей *Cervidae*). Это своеобразные селезеночные сосуды, их стенка состоит из палочковидных эндотелиальных клеток, расположенных параллельно к оси сосуда [7].

Селезёнки животных авторы относят к защитному типу (характерно: низкий относительный вес, большое количество белой пульпы, синусы в красной пульпе, плохая мускулатура) или депонирующему (характерно: высокая относи-

тельная масса органа, преобладание красной пульпы, венулы вместо синусов, сильная мускулатура). Считаем, что это не совсем правильно, есть животные, у которых селезёнки имеют очень высокую относительную массу, преобладание красной пульпы, венулы пульпы, но плохо развитую мускулатуру (Однопроходные *Monotremata* (утконос *Ornithorhynchus anatinus*, ехидна *Tachyglossus aculeatus*) и Насекомоядные *Lipotyphla* (землеройки *Sylvisorex*, кроты *Talpa*, ежи *Erinaceidae*). Предполагаем, что селезёнка всех млекопитающих может хранить кровь, но с разной степенью эффективности.

Таким образом:

- селезёнка многофункциональный орган, её депонирующая способность увеличивается или уменьшается у разных видов позвоночных животных;
- трабекулярный аппарат хорошо развит у представителей класса Млекопитающие, у других классов капсула развита хорошо, но трабекулы тонкие или малозначительные;
- высокий относительный вес может быть обусловлен не только способностью к накоплению крови, но и к эритропоэзу.

Литература

1. Вишневская Т. Я. Морфофункциональное обоснование адаптационной пластичности селезёнки животных (экспериментально-морфологическое исследование) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2015. 36 с.
2. Садыкова Н. Н. Морфология и кровоснабжение селезёнки кролика в возрастном аспекте : дис. ... канд. биол. наук. Саранск, 2014. 130 с.
3. Tanaka Y., Eishi Y., Morris B. Splenic hemopoiesis of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*): evidence of primary hemopoiesis in the spleen of a primitive mammal // *American Journal of Anatomy*. 1988. № 181. P. 401–405.
4. Tanaka Y., Goto M. A histo-anatomical study on the spleen of a frilled shark (*Chlamydoselachus anguineus*) // *Acta Anatomica Nipponica*. 1991. № 66. P. 20–26.
5. Tanaka Y. An anatomical study on the spleen of archaic fishes. *Lepidostei* // *Acta Haematologica Japonica*. 1985. № 48. P. 1145–1153.
6. Rafn S., Winstrand K. G. Structure of intestine, pancreas, and spleen of the Australian lungfish, *Neoceratodus forsteri* (Krefft) // *Zoologica Scripta*. 1981. № 10. P. 223–239.
7. Udriou I., Sgura A. The Phylogeny of the Spleen // *The Quarterly Review of Biology*. 2017. № 92 (4). P. 411–443.
8. Identification of splenic reservoir monocytes and their deployment to inflammatory sites / F. K. Swirski, M. Nahrendorf, M. Etzrodt [et al.] // *Science*. 2009. № 325. P. 612–616.
9. Splenic pooling of granulocytes / A. M. Peters, S. H. Savarymattu, A. Keshavarzian

References

1. Vishnevskaya T. Ya. Morphofunctional substantiation of adaptive plasticity of the spleen of animals (experimental morphological study) : abstract of the dissertation of the Doctor of Biological Sciences. Moscow, 2015. 36 p.
2. Sadykova N. N. Morphology and blood supply of the rabbit spleen in the age aspect : dissertation of the Candidate of Biological Sciences. Saransk, 2014. 130 p.
3. Tanaka Y., Eishi Y., Morris B. Splenic hemopoiesis of the platypus (*Ornithorhynchus anatinus*): evidence of primary hemopoiesis in the spleen of a primitive mammal // *American Journal of Anatomy*. 1988. № 181. P. 401–405.
4. Tanaka Y., Goto M. A histo-anatomical study on the spleen of a frilled shark (*Chlamydoselachus anguineus*) // *Acta Anatomica Nipponica*. 1991. № 66. P. 20–26.
5. Tanaka Y. An anatomical study on the spleen of archaic fishes. *Lepidostei* // *Acta Haematologica Japonica*. 1985. № 48. P. 1145–1153.
6. Rafn S., Winstrand K. G. Structure of intestine, pancreas, and spleen of the Australian lungfish, *Neoceratodus forsteri* (Krefft) // *Zoologica Scripta*. 1981. № 10. P. 223–239.
7. Udriou I., Sgura A. The Phylogeny of the Spleen // *The Quarterly Review of Biology*. 2017. № 92 (4). P. 411–443.
8. Identification of splenic reservoir monocytes and their deployment to inflammatory sites / F. K. Swirski, M. Nahrendorf, M. Etzrodt [et al.] // *Science*. 2009. № 325. P. 612–616.
9. Splenic pooling of granulocytes / A. M. Peters, S. H. Savarymattu, A. Keshavarzian

- [et al.] // Clinical Science. 1985. № 68. P. 283.
10. Udriou I. The blood-storing ability of the spleen // Russian Journal of Theriology. 2008. № 7. P. 107–110.
 11. John J. L. The avian spleen: a neglected organ. Quarterly Review of Biology. 1994. № 69. P. 327–351.
- [et al.] // Clinical Science. 1985. № 68. P. 283.
10. Udriou I. The blood-storing ability of the spleen // Russian Journal of Theriology. 2008. № 7. P. 107–110.
 11. John J. L. The avian spleen: a neglected organ. Quarterly Review of Biology. 1994. № 69. P. 327–351.

УДК 636.39.034:575.174.015.3

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-34-40

Дата поступления статьи в редакцию: 23.08.2023

Принята к публикации: 07.09.2023

М. И. Селионова, Е. К. Жаркова, М. А. Глущенко, К. А. Беломестнов**Selionova M. I., Zharkova E. K., Glushchenko M. A., Belomestnov K. A.**

ВЛИЯНИЕ ГЕНА КАППА-КАЗЕИНА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОЗ АЛЬПИЙСКОЙ И НУБИЙСКОЙ ПОРОД

THE EFFECT OF THE KAPPA-CASEIN GENE ON THE DAIRY PRODUCTIVITY OF ALPINE AND NUBIAN GOATS

Молочное козоводство в России является динамично развивающейся отраслью животноводства. С целью увеличения эффективности производства в селекционные программы разведения коз целесообразно включение данных не только о фенотипе, но и о генотипе, в частности по генам, ассоциированным с молочной продуктивностью и качеством молока. Учитывая, что ген каппа-казеина представляет наибольший интерес для улучшения технологических свойств козьего молока, целью работы явилось исследование его полиморфизма и влияния на молочную продуктивность коз альпийской и нубийской пород. Генотипы устанавливали методом ПЦР-ПДРФ, состав молока – на анализаторе CombiFoss 7 DC. Выявлено, что с наибольшей частотой у животных обеих пород встречался генотип СТ, с наименьшей – в альпийской генотип СС, в нубийской – ТТ. Распределение частот генотипов CSN3/Vnel у коз нубийской породы соответствовало закону Харди – Вайнберга, тогда как в альпийской породе выявлен недостаток гомозиготного генотипа ТТ и избыток генотипов ТС и СС. Животные СС генотипа CSN3/Vnel с высокой достоверностью превосходили носителей ТТ генотипа по массовой доле в молоке белка, казеина, жира, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот: в альпийской породе это превосходство было в диапазоне от 13,7 до 55,0 %, нубийской – от 12,9 до 42,9 %. По удою и меньшему числу соматических клеток независимо от породы лучшими были козы ТТ-генотипа CSN3/Vnel. С целью получения молока с лучшими технологическими свойствами и дальнейшей его переработки в сыры в альпийской и нубийской породах рекомендуется отбор носителей СС- и СТ-генотипов CSN3/Vnel.

Ключевые слова: козы, ген каппа-казеина, породы нубийская, альпийская, молочная продуктивность, компонентный состав молока.

Dairy goat breeding in Russia is a dynamically developing branch of animal husbandry. In order to increase the efficiency of production, it is advisable to include data not only on phenotype, but also on genotype, in particular, on genes associated with milk productivity and milk quality, in the selection programs of goat breeding. Taking into account that the kappa-casein gene is of the greatest interest for improvement of technological properties of goat milk, the aim of the work was to study its polymorphism and its influence on milk productivity of Alpine and Nubian goats. Genotypes were established by PCR-PDRF method, milk composition – on CombiFoss 7 DC analyzer. It was revealed that the CT genotype was found with the highest frequency in animals of both breeds, with the lowest frequency in Alpine breed – CC genotype, in Nubian breed – TT. The distribution of frequencies of CSN3/Vnel genotypes in Nubian goats corresponded to the Hardy – Weinberg law, while in Alpine breed there was a lack of homozygous TT genotype and excess of TS and SS genotypes. The SS animals of CSN3/Vnel genotype surpassed the TT genotype carriers with high reliability in terms of milk mass fraction of protein, casein, fat, mono- and saturated fatty acids: in the Alpine breed this superiority ranged from 13.7 to 55.0 %, in the Nubian breed – from 12.9 to 42.9 %. In terms of milk yield and lower somatic cell count, regardless of breed, the best goats were TT goats of genotype CSN3/Vnel. In order to obtain milk with the best technological properties and its further processing into cheese in Alpine and Nubian breeds it is recommended to select carriers of SS and ST genotypes CSN3/Vnel.

Key words: goats, kappa-casein gene, Nubian, Alpine breeds, milk productivity, milk component composition.

Селионова Марина Ивановна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 4408-9865
Тел.: 8-968-266-33-03
E-mail: selionova@rgau-msha.ru

Жаркова Екатерина Константиновна – научный сотрудник учебно-научного центра «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений», ассистент кафедры микробиологии и иммунологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 5713-6702
Тел.: 8(499)976-09-66
E-mail: ekzharkova@rgau-msha.ru

Глущенко Марина Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры разведения, генетики и биотехнологии животных

Selionova Marina Ivanovna – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev» Moscow
RSCI SPIN-code: 4408-9865
Tel.: 8-968-266-33-03
E-mail: selionova@rgau-msha.ru

Zharkova Ekaterina Konstantinovna – Researcher of the Educational and Scientific Center «Service Laboratory of Complex Analysis of Chemical Compounds», Assistant of the Department of Microbiology and Immunology FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev» Moscow
RSCI SPIN-code: 5713-6702
Tel.: 8(499)976-09-66
E-mail: ekzharkova@rgau-msha.ru

Glushchenko Marina Anatolyevna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Breeding, Genetics and Biotechnology of Animals

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»
г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 2885-5861
Тел.: 8(499)976-34-34
E-mail: glushenko@rgau-msha.ru

Беломестнов Константин Андреевич – аспирант
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8572-1228
E-mail: belomestnov-k@mail.ru

FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev»
Moscow
RSCI SPIN-code: 2885-5861
Tel.: 8(499)976-34-34
E-mail: glushenko@rgau-msha.ru

Belomestnov Konstantin Andreevich – postgraduate student
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 8572-1228
E-mail: belomestnov-k@mail.ru

Формирование современного молочного отечественного козоводства – это сложный многоэтапный и долговременный процесс. Этот процесс требует внедрения новых технологий для эффективного производства продукции и достижения максимальной продуктивности животных на предприятиях по разведению коз, как промышленного типа, так и на мелких фермерских хозяйствах [1, 2]. Наряду с решением вопросов технологического уровня, включающих использование актуальных решений в строительстве помещений, применении современных средств механизации процессов кормления и доения, создании оптимальных параметров микроклимата, немаловажную роль играет ведение селекционной работы с применением современных генетических методов. В селекционные программы все чаще включают генотипирование животных по генам, связанным с экономически важными признаками, что позволяет селекционерам проводить в стаде генетическую дифференциацию животных, совершенствовать их отбор, опираясь на знания не только о фенотипе, но и о генотипе [3].

К настоящему времени установлен ряд генов, которые влияют на молочную продуктивность коз, содержание различных компонентов в молоке, а также на его технологические свойства. Это гены белков казеина и лактоглобулина [4, 5].

Для обеспечения производства молочных продуктов из молока коз с высоким качеством, таких как сыр и йогурт, важно отношение казеина к общему белку. В молоке коз казеин представлен в четырех формах (α S1-, β -, α S2- и κ -казеин), кодируемых также четырьмя аутосомными генами соответственно *CSN1S1*, *CSN1S2*, *CSN2*, *CSN3* [5]. Каппа-казеин (κ -казеин) – это нечувствительный к кальцию белок, который образует защитный слой вокруг чувствительных к кальцию казеинов α -S1, α -S2 и β , что приводит к образованию стабильных казеиновых мицелл [6]. Белок каппа-казеин имеет лабильную пептидную связь, расщепление которой под действием ферментов, например химозина, образует нерастворимый и растворимый пептиды, соответственно пара-казеин и гидрофильный гликопептид. Именно растворимая форма белка особенно важна для свертывания молока. Таким образом, каппа-казеин, определяя размер и функции мицелл, работая вместе с дру-

гими факторами, играет основную роль в образовании и стабилизации белкового комплекса, что является решающим фактором в производстве сыров [7]. Каппа-казеин составляет около 20 % в козьем и овечьем молоке, для сравнения, в коровьем молоке – всего 12–14 % [8].

Исследования зарубежных ученых, проведенные на породах коз, разводимых в разных странах мира, показали, что различные типы казеина обладают исключительно высоким уровнем полиморфизма с многочисленными синонимичными и несинонимичными мутациями. К настоящему времени у коз выявлено 20 вариантов α S1, 8 – β , 14 – α S2 и 24 – κ -казеина [3, 9].

CSN3 расположен на хромосоме 6 между 86,197-86,211 Мб [NC_030813, референс генома козы версия LWLT01] [10]. Ген охватывает 14 114 п. н. и состоит из пяти экзонов [5]. Белок содержит 192 аминокислоты, в том числе 21 аминокислоту сигнального пептида и 171 аминокислоту зрелого белка. Зрелый белок кодируется двумя экзонами – экзоном 3 (9 аминокислот) и экзоном 4 (162 аминокислоты) [7].

Изучение генетических особенностей и состава молока других видов сельскохозяйственных животных показало, что *CSN3* у овец мономорфен, тогда как у крупного рогатого скота он представлен шестью аллелями, из которых наиболее распространенными являются А и В. Молоко коров, несущих аллель В, содержит меньшую по диаметру и более однородную мицеллу, что, в свою очередь, повышает концентрацию каппа-казеина, что обеспечивает больший выход сыра [11].

В России официально зарегистрированы и допущены к использованию следующие породы молочных коз: зааненская, альпийская, мурсиана-гранадина и нубиан (нубийская) [12]. Анализ литературных источников свидетельствует о том, что генетические особенности популяций, разводимых в России, изучены недостаточно, что определило актуальность настоящего исследования.

Целью работы явилось изучение полиморфизма гена казеина и его влияния на молочную продуктивность и качественный состав молока коз альпийской и нубийской пород.

Было генотипировано 127 образцов ДНК коз альпийской породы (КФХ «Былинкино» г.о. Луховицы, Московская обл.) и 98 – коз нубийской породы (КФХ «Ляшенко С. Н.» г.о. Пушкинский, Московская обл.). Генотипирование коз прово-

дили в генетической лаборатории ЦКП «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. ДНК выделяли с использованием набора ExtractDNA Blood&Cells («Евроген», Москва) в соответствии с протоколом производителя. Амплификацию осуществляли в объеме 10 мкл реакционной смеси, включающей 1 мкл 10х ПЦР-буфера, 1 мкл 25 mM MgCL₂ («Синтол», Москва), 0,2 мкл SynTaq-ДНК-полимеразы 5 Е/мкл («Синтол», Москва), 1 мкл смеси dNTP (2,5 mM), по 0,2 мкл прямого и обратного праймера (F: 5'-TGTGCTGAGTAGGTATCCTAGTTATGG-3' R: 5'-GCGTTGTCCTCTTTGATGTCTCCTTAG-3') [13], 5,2 мкл бидистиллированной воды и 1,2 мкл геномной ДНК. Температурно-временные параметры амплификации: начальная денатурация 95 °C – 5 мин, 40 циклов (денатурация 95 °C – 20 с, отжиг 62 °C – 20 с, элонгация 72 °C – 30 с), финальная элонгация 72 °C – 5 мин. Однуклеотидную замену Т>С в позиции CNR6:86209207 выявляли путем внесения эндонуклеазы VneI (1 ед. активности), инкубации при 37 °C в течение 2 ч и последующего электрофореза в 2 % агарозном геле. Результаты учитывали с помощью системы гель-документации Bio-Rad.

Частоту встречаемости аллелей и генотипов, критерий распределения χ^2 рассчитывали в программе Popgene (Population Genetic Analysis 1.32).

Анализ компонентов молока коз по таким показателям, как массовая доля белка (МДБ), казеин, массовая доля жира (МДЖ) и жирных кислот (ЖК) (насыщенные ЖК, мононенасыщенные ЖК, полиненасыщенные ЖК), количество соматических клеток (КСК), дифференциальное количество соматических клеток (ДКСК, лимфоциты и полиморфноядерные нейтрофилы), проводился в ФИЦ животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста на базе ОНИС БиоТехЖ с использованием автоматического анализатора CombiFoss 7 DC («FOSS», Дания). Пробы молока отбирались индивидуально и консервировались с использованием таблеток Microtabs (США) в период проведения контрольных доений в течение трех месяцев. Удой за 305 дней лактации определялся по результатам контрольных доек в течение 10 месяцев. В выборках коз в равных долях были представлены животные 1, 2, 3 и старше лактаций.

Достоверность разности по показателям продуктивности и компонентам молока коз разных генотипов устанавливали с использованием критерия Стьюдента.

Анализ результатов проведенного генотипирования коз позволил установить, что с наибольшей частотой в исследованных породах выявлялся генотип TC CSN3/VneI (от 0,60 в нубийской породе до 0,63 в альпийской). Гомозиготы CC обнаружались с частотами 0,17 и 0,28 соответственно. Самым редким оказался генотип TT CSN3/VneI, доля которого составила в альпийской породе 0,23, в нубийской – 0,09 (табл. 1, рис.).

Таблица 1 – Частота встречаемости генотипов и аллелей по замене κ-CN/VneI

Порода	Число животных	Аллель		Генотип			χ^2
		T	C	TT	CT	CC	
Нубийская	98	0,53	0,47	0,23	0,60	0,17	1,97
Альпийская	127	0,40	0,60	0,09	0,63	0,28	11,95

Проведенный расчет критерия χ^2 показал, что распределение частот генотипов у коз нубийской породы соответствовало закону Харди – Вайнберга, что свидетельствует о сохранении генетического равновесия в данной породе, тогда как в альпийской породе был обнаружен достоверный недостаток гомозиготного генотипа TT и избыток генотипов TC и CC CSN3/VneI.

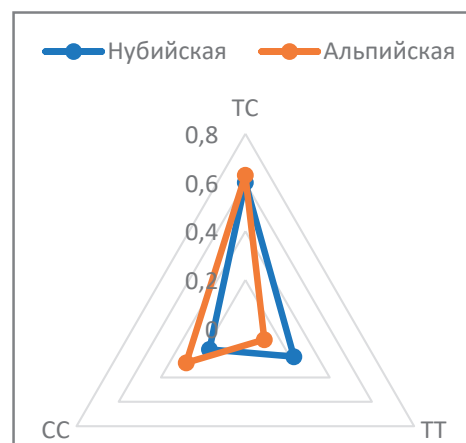


Рисунок – Частота встречаемости генотипов CSN3/VneI

Сравнение собственных исследований с результатами других авторов показывает, что в заманской породе значительно чаще встречается генотип TT CSN3/VneI [13]. Такое распределение генотипов, возможно, связано с длительной и успешной селекцией на получение большего объема молока у животных этой породы [3].

Показатели молочной продуктивности коз исследованных пород представлены в таблице 2. Анализ данных показал, что независимо от породной принадлежности по большинству изученных параметров молока преимущество имели животные CC-генотипа CSN3/VneI. При этом большие различия выявлены по отношению к TT-генотипу, которые носили высоко достоверный характер. Так, превосходство по массовой доле белка, казеина, жира, моно-, полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот в альпийской породе составило соответственно 13,7; 25,2; 30,5; 55,0; 54,5 и 50,8 % (p<0,001), в нубийской (кроме полиненасыщенных жирных кислот) – 29,8; 42,9; 24,4; 26,7 и 12,9 % (p<0,001; p<0,01). Следует отметить то, что и гетерозиготные животные CT-генотипа CSN3/VneI по ряду показателей имели преимущество над особями TT-генотипа: в альпийской породе по мас-

совой доле белка, ненасыщенных и насыщенных жирных кислот, в нубийской – массовой доле белка и жира, насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот. Различия для первых было в диапазоне от 7,6 до 36,4 % (p<0,05; p<0,01), вторых – от 5,1 до 15,5 % (p<0,05; p<0,01).

Представляются логичными полученные данные о том, что особи ТТ-генотипа CSN3/Vnel как в альпийской, так и нубийской породах при

меньшем содержании белково-жировой фракции имели больший удой по сравнению с животными СС-генотипа на 5,3 % и 9,8 % (p<0,05) соответственно. Заслуживает внимания тот факт, что при большем удое у коз обеих пород в молоке носителей ТТ-генотипа содержалось меньшее число соматических клеток, а в альпийской породе еще и уровень их дифференциальных форм (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели молочной продуктивности коз разных пород различных генотипов по CSN3/Vnel

Генотип	CSN3 ^{CC}	CSN3 ^{CT}	CSN3 ^{TT}
Альпийская порода			
Число животных	36	80	11
Удой, кг	652,9±9,95	657,3±8,38	687,3 ^{*2} ±14,30
МДБ (общий), %	3,41 ^{***1,2} ±0,02	3,10±0,03	3,00±0,05
Казеин, %	2,63 ^{***1,2} ±0,02	2,26 ^{*3} ±0,04	2,10±0,06
МДЖ, %	4,53 ^{***1,2} ±0,16	3,91 ^{*3} ±0,09	3,47±0,19
Мононенасыщенные ЖК, %	1,24 ^{***1,2} ±0,05	1,08 ^{*3} ±0,02	0,80±0,05
Полиненасыщенные ЖК, %	0,17 ^{***1,2} ±0,01	0,15 ^{*3} ±0,01	0,11±0,01
Насыщенные ЖК, %	2,88 ^{***1,2} ±0,12	2,48 ^{*3} ±0,06	1,91±0,18
КСК, x10 ³ клеток/мл	1007,80±166,38	804,88 ^{*3} ±116,27	510,35 ^{*1,2} ±108,10
ДКСК, %	84,81±0,97	77,10 ^{*3} ±1,33	42,30 ^{***1,2} ±3,77
Нубийская порода			
Число животных	16	59	23
Удой, кг	546,4±13,87	564,6±11,21	600,1 ^{**2,3} ±12,30
МДБ (общий), %	4,31 ^{***1,2} ±0,13	3,58 ^{*3} ±0,04	3,32±0,07
Казеин, %	3,36 ^{***1,2} ±0,09	2,49 ^{*3} ±0,03	2,35±0,06
МДЖ, %	5,19 ^{**1,2} ±0,18	4,78 ^{*3} ±0,12	4,17±0,15
Мононенасыщенные ЖК, %	2,04 ^{**1,2} ±0,16	1,86 ^{*3} ±0,03	1,61±0,06
Полиненасыщенные ЖК, %	0,25±0,01	0,23±0,01	0,22±0,01
Насыщенные ЖК, %	4,54 ^{***1,2} ±0,15	4,38 ^{*3} ±0,09	4,05±0,21
КСК, x10 ³ клеток/мл	1508,44±134,33	911,07 ^{*3} ±128,93	625,00 ^{*1,2} ±213,18
ДКСК, %	84,34±1,47	84,69±1,19	84,25±1,70

Примечание: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 при сравнении генотипов:
1 CSN3^{CC} с CSN3^{CT}; 2 CSN3^{CC} с CSN3^{TT}; 3 CSN3^{CT} с CSN3^{TT}.

На влияние CSN3 на показатели молочной продуктивности указывают результаты исследований других авторов. Так, было установлено, что гомозиготный генотип CSN3*B по сравнению с носителями CSN3*A был ассоциирован с более высоким содержанием белка в молоке у коз зааненской породы [14] и более длительным временем свертывания молока у испанских коз породы мурсиано гранадина [15]. Редко встречаемые генетические варианты CSN3*D, CSN3*E, CSN3*K, CSN3*M связаны с большим содержанием казеина в молоке пород зааненской, альпийской и мурсиано гранадина [16].

Обобщая собственные данные, результаты других исследований, можно сделать предположение о том, что молоко коз СС-генотипа CSN3/Vnel является предпочтительным для

дальнейшей переработки и производства сыров, поскольку в нем содержится больший уровень таких компонентов, как белок, казеин, жир и жирные кислоты, включая наиболее полезные для питания человека полиненасыщенные жирные кислоты. В то же время молоко коз ТТ-генотипа CSN3/Vnel наиболее подходит к так называемой категории «питьевое» молоко, поскольку от таких животных можно получить большее количество молока, при этом с меньшим содержанием соматических клеток.

Для хозяйств, где были проведены исследования – КФХ Ляшенко С. Н. и КФХ «Былинкино», на наш взгляд, предпочтителен отбор коз носителей СС- и СТ-генотипов CSN3/Vnel, поскольку они специализируются на производстве сыров и получают больший экономический эффект от этой деятельности.

Сопоставление уровня молочной продуктивности коз разных пород без учета генотипов по CSN3 показало, что животные альпийской породы отличались большим удоем за лактацию при меньшем содержании в молоке массовой доли белка, казеина, жира и жирных кислот. Так, от животных этой породы в среднем за 305 дней получено 665,8 кг молока, при содержании МДБ, МДЖ и ЖК соответственно 3,17; 3,97 и 1,2 % против 570,4 кг; 3,79; 4,71 и 2,13 % у коз нубийской породы. При большем удое у коз альпийской породы содержание соматических клеток в молоке составило $774,3 \times 10^3$ клеток/мл, тогда как у нубийской их число соответствовало $1014,7 \times 10^3$ клеток/мл. Эти данные, а также результаты, полученные при сравнении по этому показателю животных разных генотипов по CSN3/Vnel, описанные выше, выявили аналогичную закономерность: с увеличением удоя уровень соматических клеток снижается. Подобные результаты были получены в исследованиях Pizarro Inostroza с соавт. [17]. Авторами установлена связь гаплотипов по T, C и A аллелям к-казеина с удоем и компонентами молока, при этом для носителей гаплотипов, которые отличались более высоким удоем, было характерно меньшее количество соматических клеток. Этот факт, на наш взгляд, заслуживает отдельного изучения и накопления большего массива данных на больших популяциях животных разных пород.

Полученные в настоящем исследовании результаты могут быть использованы в племенной работе с козами, так как знание генетического состава популяции позволяет спланировать правильный подбор родительских пар для получения большего числа потомков желательных генотипов в соответствии с принятой стратегией селекции в конкретном стаде.

Проведённые исследования и анализ полученных результатов позволили сделать следующие выводы:

– В породах альпийской и нубийской с наибольшей и практически равной частотой встречался генотип СТ по полиморфизму CSN3/Vnel, с наименьшей – в альпийской генотип СС, в нубийской – ТТ.

– Распределение частот генотипов CSN3/Vnel у коз нубийской породы соответствовало закону Харди – Вайнберга, тогда как в альпийской породе выявлен недостаток гомозиготного генотипа ТТ и избыток генотипов ТС и СС.

– По массовой доле белка, казеина, жира, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот молоко животных СС генотипа с высокой достоверностью превосходило носителей ТТ-генотипа CSN3/Vnel. В альпийской породе это превосходство было в диапазоне от 13,7 до 55,0 %, нубийской – от 12,9 до 42,9 %.

– По удою и меньшему числу соматических клеток независимо от породы лучшими были козы ТТ-генотипа CSN3/Vnel.

– С целью получения молока с лучшими технологическими свойствами и дальнейшей его переработки в сыры в альпийской и нубийской породах рекомендуется отбор носителей СС- и СТ-генотипов CSN3/Vnel.

Работа выполнена по теме «Биотехнологические методы воспроизводства и генетические технологии в селекции сельскохозяйственных животных и сохранении генофонда малочисленных пород» в рамках проекта «Научно-технологические фронтиры» по программе «Приоритет 2030».

The work was carried out on «Biotechnological methods of reproduction and genomic technologies in the breeding of farm animals and the conservation of the gene pool of small breeds» within the «Scientific and technological frontiers» project under the «Priority 2030» program.

Литература

1. Кожанов Т. Молочное козоводство в России: успехи в селекции и переработке // Сфера: Молочная промышленность. 2017. № 1 (60). С. 42–44.
2. Сафина А. К., Гайнуллина М. К. Молочное козоводство: значение, состояние и перспективы развития в России // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 250. № 2. С. 208–213. DOI 10.31588/2413_4201_1883_2_250_208.
3. Rahmatalla S. A., Arends D. and Brockmann G. A. Genetic and protein variants of milk caseins in goats // Front. Genet. 2022. Vol. 13. A. 995349. DOI 10.3389/fgene.2022.995349.
4. Focusing on the goat casein complex / A. Caroli, F. Chiatti, S. Chessa [et al.] // J. Dairy Sci. 2006. Vol. 89. P. 3178–3187.

References

1. Kozhanov T. Dairy goat breeding in Russia: successes in breeding and processing // Sphere: Dairy industry. 2017. № 1 (60). P. 42–44.
2. Safina A. K., Gainullina M. K. Dairy goat breeding: significance, state and prospects of development in Russia // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2022. Vol. 250. № 2. P. 208–213. DOI 10.31588/2413_4201_1883_2_250_208.
3. Rahmatalla S. A., Arends D. and Brockmann G. A. Genetic and protein variants of milk caseins in goats // Front. Genet. 2022. Vol. 13. A. 995349. DOI 10.3389/fgene.2022.995349.
4. Focusing on the goat casein complex / A. Caroli, F. Chiatti, S. Chessa [et al.] // J. Dairy Sci. 2006. Vol. 89. P. 3178–3187.

5. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks / P. Martin, M. Szymanowska, L. Zwierzchowski, C. Leroux // *Reprod. Nutr. Dev.* 2002. Vol. 42. P. 433–459.
6. Quaglia G. B., Gennaro L. Enzymes uses in food processing // *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Editor B. Caballero. Second edition. Oxford : Academic Press, 2003. P. 2125–2139.
7. Genetic polymorphism of the caprine kappa casein gene / M. H. Yahyaoui, A. Coll, A. Sanchez, J. M. Folch // *J. Dairy Res.* 2001. Vol. 68. P. 209–216. DOI 10.1017/s0022029901004733.
8. The effect of the photoperiod and exogenous melatonin on the protein content in sheepmilk / E. Molik, G. Bonczar, T. Misztal [et al.] // *Milk protein*. Croatia: In Tech Open. 2012. 352 p.
9. High polymorphism in the kappa-casein (CSN3) gene from wild and domestic caprine species revealed by DNA sequencing / O. C. Jann, E. M. Prinzenberg, G. Luikart [et al.] // *J. Dairy Res.* 2004. Vol. 71 (2). P. 188–95. DOI 10.1017/s0022029904000093.
10. Single-molecule sequencing and chromatin conformation capture enable de novo reference assembly of the domestic goat genome / D. M. Bickhart, B. D. Rosen, S. Koren [et al.] // *Nat. Genet.* 2017. Vol. 49. P. 643–650. DOI 10.1038/ng.3802.
11. Межлинейный полиморфизм гена каппа-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров / Р. Р. Шайдуллин, Г. С. Шарафутдинов, А. Б. Москвичёва [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. № 5. С. 51–54. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10512.
12. Молочное козоводство России и его племенная база / Л. Н. Григорян, С. А. Хатаев, С. И. Новопашин [и др.] // *Молочное и мясное скотоводство*. 2020. № 8. С. 7–9. DOI 10.25708/ZT.2020.25.96.003.
13. Полиморфизм гена каппа-казеина коз зааненской породы / А. А. Крутикова, Е. В. Никиткина, С. В. Тимофеева, А. А. Мусидрай // *Молочное и мясное скотоводство*. 2019. № 7. С. 31–34. DOI 10.33943/MMS.2019.7.42230.
14. Frequency and association of polymorphisms in CSN3 gene with milk yield and composition / L. D. Catota-Gómez, G. M. Parra-Bramonte, E. G. Cienfuegos-Rivas [et al.] // *Saanen goats. Ecosist. Recur. Agropec.* 2017. Vol. 4. P. 411–417. DOI 10.19136/era.a4n12.1165.
15. Effects of alpha s1-casein (CSN1S1) and kappa-casein (CSN3) genotypes on milk coagulation properties Murciano-Granadina goats / F. Caravaca, J. L. Ares, J. Carrizosa [et al.] // *J. Dairy Res.* 2011. Vol. 78. P. 32–37. DOI 10.1017/S002202991000083X.
16. Effect of alphaS1-casein (CSN1S1) and kappa-casein (CSN3) genotypes on milk composition Murciano-Granadina goats / F. Caravaca, J. L. Ares, J. Carrizosa [et al.] // *J. Dairy Res.* 2011. Vol. 78. P. 32–37. DOI 10.1017/S002202991000083X.
5. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks / P. Martin, M. Szymanowska, L. Zwierzchowski, C. Leroux // *Reprod. Nutr. Dev.* 2002. Vol. 42. P. 433–459.
6. Quaglia G. B., Gennaro L. Enzymes uses in food processing // *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Editor B. Caballero. Second edition. Oxford : Academic Press, 2003. P. 2125–2139.
7. Genetic polymorphism of the caprine kappa casein gene / M. H. Yahyaoui, A. Coll, A. Sanchez, J. M. Folch // *J. Dairy Res.* 2001. Vol. 68. P. 209–216. DOI 10.1017/s0022029901004733.
8. The effect of the photoperiod and exogenous melatonin on the protein content in sheepmilk / E. Molik, G. Bonczar, T. Misztal [et al.] // *Milk protein*. Croatia: In Tech Open. 2012. 352 p.
9. High polymorphism in the kappa-casein (CSN3) gene from wild and domestic caprine species revealed by DNA sequencing / O. C. Jann, E. M. Prinzenberg, G. Luikart [et al.] // *J. Dairy Res.* 2004. Vol. 71 (2). P. 188–95. DOI 10.1017/s0022029904000093.
10. Single-molecule sequencing and chromatin conformation capture enable de novo reference assembly of the domestic goat genome / D. M. Bickhart, B. D. Rosen, S. Koren [et al.] // *Nat. Genet.* 2017. Vol. 49. P. 643–650. DOI 10.1038/ng.3802.
11. Interlinear polymorphism of the kappa-casein gene and its effect on dairy productivity of cows / R. R. Shaidullin, G. S. Sharafutdinov, A. B. Moskvicheva [et al.] // *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019. № 5. P. 51–54. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10512.
12. Dairy goat breeding of Russia and its breeding base / L. N. Grigoryan, S. A. Khatataev, S. I. Novopashina [et al.] // *Dairy and meat cattle breeding*. 2020. № 8. P. 7–9.
13. Polymorphism of the kappa-casein gene of Zaanen goats / A. A. Krutikova, E. V. Nikitkina, S. V. Timofeeva, A. A. Musidray // *Dairy and meat cattle breeding*. 2019. № 7. P. 31–34. DOI 10.33943/MMS.2019.7.42230.
14. Frequency and association of polymorphisms in CSN3 gene with milk yield and composition / L. D. Catota-Gómez, G. M. Parra-Bramonte, E. G. Cienfuegos-Rivas [et al.] // *Saanen goats. Ecosist. Recur. Agropec.* 2017. Vol. 4. P. 411–417. DOI 10.19136/era.a4n12.1165.
15. Effects of alpha s1-casein (CSN1S1) and kappa-casein (CSN3) genotypes on milk coagulation properties Murciano-Granadina goats / F. Caravaca, J. L. Ares, J. Carrizosa [et al.] // *J. Dairy Res.* 2011. Vol. 78. P. 32–37. DOI 10.1017/S002202991000083X.
16. Effect of alphaS1-casein (CSN1S1) and kappa-casein (CSN3) genotypes on milk composition Murciano-Granadina goats / F. Caravaca, J. L. Ares, J. Carrizosa [et al.] // *J. Dairy Res.* 2011. Vol. 78. P. 32–37. DOI 10.1017/S002202991000083X.

- position Murciano-Granadina goats / F. Carrizosa, J. Carrizosa, B. Urrutia [et al.] // J. Dairy Sci. 2009. Vol. 92. P. 2960–2964. DOI 10.3168/jds.2008-1510.
17. Bayesian analysis of the association between casein complex haplotype variants and milk yield, composition, and curve shape parameters in Murciano-Granadina goats / M. G. Pizarro Inostroza, F. J. Navas González, V. Landi [et al.] // Animals. 2020. Vol. 10 (10). P. 1845. DOI 10.3390/ani10101845.
- avaca, J. Carrizosa, B. Urrutia [et al.] // J. Dairy Sci. 2009. Vol. 92. P. 2960–2964. DOI 10.3168/jds.2008-1510.
17. Bayesian analysis of the association between casein complex haplotype variants and milk yield, composition, and curve shape parameters in Murciano-Granadina goats / M. G. Pizarro Inostroza, F. J. Navas González, V. Landi [et al.] // Animals. 2020. Vol. 10 (10). P. 1845. DOI 10.3390/ani10101845.

УДК 631.879.42:631.145

DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-41-46

Дата поступления статьи в редакцию: 28.08.2023

Принята к публикации: 20.09.2023

**А. А. Коровин, Ю. А. Безгина, Т. Г. Зеленская, Е. Е. Степаненко,
И. О. Лысенко****Korovin A. A., Bezgina Ju. A., Zelenskaya T. G., Stepanenko E. E., Lysenko I. O.**

АДАПТАЦИЯ ПРИЕМОВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

THE FUTURE OF SOIL FERTILITY LIES IN THE BIOLOGIZATION OF THE FARMING SYSTEM

В современном сельскохозяйственном производстве биологизация земледелия набирает популярность и ускоряет темпы развития. Для внедрения биологизированного подхода есть различные причины. Многочисленные исследования подтверждают, что, несмотря на внедрение новых сортов и применение современных агрохимикатов, урожайность основных сельскохозяйственных культур не только не увеличивается, но имеет склонность к снижению. Причина видится в существенном падении биоресурсного потенциала почв. Повышение урожайности и качества аграрного производства возможно параллельно с изменением подхода к экологическому мониторингу за счет интенсивного внедрения биотехнологических методов мониторинга почвенной биоты. Неотъемлемой составляющей живых организмов в почве являются патогенные микроорганизмы, способные здесь сохраняться и вступать в непримиримое взаимодействие с ризобактериями прикорневой зоны. Патогенный подкомплекс почвенной биоты ежегодно увеличивается. Растет и арсенал высокоэффективных приемов снижения их вредоносности. Защитные мероприятия носят химически опасный характер как для растений, так и для агроценоза в целом. Недостаточная обеспеченность тем или иным элементом в отдельные периоды жизни растения приводит к снижению урожая культуры и ухудшению его качества. В настоящее время нет единого подхода в оценке способов восстановления плодородия почв в целях увеличения урожайности. Для решения экологических проблем предлагается использование способности микроорганизмов участвовать в разрушении различных субстратов, которое происходит за счет производства ими внеклеточных гидролитических ферментов. Проведен анализ российской и мировой научной литературы, посвященной изучению роли дождевых червей и микроорганизмов в биогеохимических и агроэкологических процессах, нацеленных на восстановление плодородия почв и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур. Полученные результаты многочисленных исследований свидетельствуют о тесной взаимосвязи почвенного плодородия и жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и химических веществ, применяемых в технологиях возделывания различных сельскохозяйственных культур. Предлагается направление по увеличению плодородия почв на основе применения экологически чистых органоминеральных удобрений и микробиологических препаратов, способствующих возрождению и прогрессирующему росту почвенных биотических компонентов.

Ключевые слова: биологизация земледелия, плодородие почв, риски, мониторинг, продуктивность, урожайность, вермиремедиация, микробиологические препараты.

In modern agricultural production, the biologization of agriculture is gaining popularity and accelerating the pace of development. There are various reasons for the introduction of a biologized approach. Numerous studies confirm that, despite the introduction of new varieties and the use of modern agrochemicals, the yield of the main crops not only does not increase, but has a tendency to decrease. The reason is seen in a significant drop in the bioresource potential of soils. An increase in the yield and quality of agricultural production is possible in parallel with a change in the approach to environmental monitoring due to the intensive introduction of biotechnological methods for monitoring soil biota. An integral component of living organisms in the soil are pathogenic microorganisms that can persist here and enter into irreconcilable interaction with rhizobacteria of the root zone. The pathogenic subcomplex of soil biota increases annually. The arsenal of highly effective techniques for reducing their harmfulness is also growing. Protective measures are of a chemically dangerous nature, both for plants and for the agroecosystem as a whole. Insufficient provision of one or another element in certain periods of plant life leads to a decrease in crop yield and deterioration of its quality. Currently, there is no single approach to assessing ways to restore soil fertility in order to increase yields. To solve environmental problems, it is proposed to use the ability of microorganisms to participate in the destruction of various substrates, which occurs due to the production of extracellular hydrolytic enzymes by them. The analysis of the Russian and world scientific literature devoted to the study of the role of earthworms and microorganisms in biogeochemical and agroecological processes aimed at restoring soil fertility and increasing crop yields is carried out. The obtained results of numerous studies indicate a close relationship between soil fertility and the vital activity of soil microorganisms and chemicals used in the technologies of cultivation of various agricultural crops. A direction is proposed to increase soil fertility based on the use of environmentally friendly organomineral fertilizers and microbiological preparations that promote the revival and progressive growth of soil biotic components.

Keywords: biologization of agriculture, soil fertility, risks, monitoring, productivity, yield, vermiremediation, microbiological preparations.

Коровин Андрей Анатольевич –
доктор медицинских наук, старший научный
сотрудник
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр»
г. Михайловск
РИНЦ SPIN-код: 8999-2899
Тел.: 8-918-778-85-41
E-mail: ak53935@rambler.ru

Korovin Andrey Anatolievich –
Doctor of Medical Sciences,
senior researcher
FSBSI «North Caucasus Federal Agrarian
Research Centre»
Mikhailovsk
RSCI SPIN-code: 8999-2899
Tel.: 8-918-778-85-41
E-mail: ak53935@rambler.ru

Безгина Юлия Александровна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры химии и защиты растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1535-9636
Тел.: 8-905-497-71-76
E-mail: juliya.bezgina@mail.ru

Зеленская Тамара Георгиевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующая кафедрой экологии и ландшафтной
архитектуры
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9292-9970
Тел.: 8-903-446-71-51
E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Степаненко Елена Евгеньевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры
экологии и ландшафтной архитектуры
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8061-5670
Тел.: 8-905-463-03-86
E-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Лысенко Изольда Олеговна –

доктор биологических наук, профессор кафедры
экологии и ландшафтной архитектуры
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1290-4184
Тел.: 8-905-497-45-07
E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Bezgina Juliya Aleksandrovna –

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of Chemistry
and Plant Protection
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 1535-9636
Tel.: 8-905-497-71-76
E-mail: juliya.bezgina@mail.ru

Zelenskaya Tamara Georgievna –

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor,
Head of the Department
of Ecology and Landscape Architecture
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9292-9970
Tel.: 8-903-446-71-51
E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Stepanenko Elena Evgenievna –

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department of Ecology
and Landscape Architecture
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 8061-5670
Tel.: 8-905-463-03-86
E-mail: elenapstepanenko@yandex.ru

Lysenko Izolda Olegovna –

Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of Ecology
and Landscape Architecture
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 1290-4184
Tel.: 8-905-497-45-07
E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Биологизация земледелия – современное перспективное направление, которое набирает популярность, «...постепенно внедряется в отечественное сельское хозяйство, однако темпы её развития пока оказываются недостаточными...» [1].

В современном процессе биологизации земледелия задействованы различные приемы интенсификации производства, которые активно использует и производство сельскохозяйственной продукции. В основе биологизации лежат уход от синтетических препаратов (удобрений, пестицидов, регуляторов и стимуляторов роста и развития растений), переход на применение органических удобрений, огромное внимание отечественной селекции и семеноводству.

Результаты исследований в области биологизации земледелия могут быть использованы при производстве сельскохозяйственной продукции в целом. Главная надежда аграрной науки и производства – это снижение остроты экологических проблем.

Производство продукции растениеводства – сложный процесс, основанный «...на глубоком знании и рациональном использовании законов природы...» [2]. Внедрение биологизированной технологии позволяет нам вспомнить

о многих природных механизмах, взаимодействии которых направлено на получение высоких урожаев качественной продукции.

Выращивание растениеводческой продукции при всех технологических аспектах системы земледелия невозможно без плодородия почвы [3].

Интенсификация производства приводит к постепенному пока непредотвратимому процессу снижения плодородия почв. Ряд авторов видят причину этого в нарушении баланса элементов питания в агроценозах и круговорота органического вещества. При выборе объекта производственной деятельности необходимо основываться на высокой эффективности производства, которое на относительно среднем уровне затрат будет вести к увеличению объемов и рентабельности продукции растениеводства.

Решение проблемы устойчивого эколого-экономического развития становится глобальной задачей современного этапа существования общества. В России определены приоритетные направления развития науки, технологий и техники, где важное внимание уделяется рациональному природопользованию [4].

В России принят ряд программных продуктов, позволяющих переходить на биологиза-

цию земледелия на законной основе. Однако их реализация в сфере устойчивого развития и рационального природопользования не нашла достаточного практического применения. Интенсивное производство сельскохозяйственной продукции – сформировавшийся и достаточно прибыльный процесс. В то же время на сельскохозяйственных землях Российской Федерации большими темпами происходит ухудшение экологического состояния и снижение продуктивности почв. Это связано с тем, что развиваются процессы водной и ветровой эрозии, наблюдаются значительное уменьшение содержания органических веществ в почве, загрязнение (в т. ч. тяжелыми металлами), уплотнение почвы, засоление и опустынивание.

Общепризнано, что почвенный покров, как «...полифункциональная природная система, выполняет незаменимую экологическую роль в биосфере...» [5], при этом сам подвержен влиянию биоклиматических, геологических и антропогенных воздействий.

Земельные ресурсы являются специфическим средством производства в сельском хозяйстве, что определяет необходимость управления ими как важнейшим стратегическим ресурсом, который может обеспечить экологическую и продовольственную безопасность существования будущих поколений.

При изучении основных свойств почв Д. С. Булгаков и Б. Ф. Апарин (1999) определили, что «... химические и агроценозоподдерживающие функции почв заключаются в адсорбции и аккумуляции жизненно необходимых для почвенной биоты и растений биофильных химических элементов, деструкции и минерализации отмерших остатков растительных и животных организмов; ресинтезе органических и минеральных веществ, в том числе почвенного гумуса...» [6].

Гумус является обязательным компонентом почвы. Устойчивость агросистем обусловлена разложением гумуса [7]. Комплексным показателем ценности почвенного ресурса выступает «плодородие почв». Спор о правомочности употребления термина «плодородие почв» среди ученых длится не одно десятилетие, суть его заключается в следующем. В исследованиях ещё 2007 года И. Б. Макаровым (2007) указывается, что в земледелии под плодородием принято понимать способность почвы превращать в доступные для жизнедеятельности «...растениям многие факторы жизнеобеспечения, такие как реакция среды, концентрация и состав почвенного раствора, окислительно-восстановительный потенциал, плотность сложения почвы, ее структурное состояние, воздушный и тепловой режимы, содержание токсинов...» [8].

Основным показателем способности плодородия почвы в земледелии являются произрастающие на ней растения. На эту способность почвы и направлены все действия сельхозпроизводителей для достижения максимальных

результатов при выращивании сельскохозяйственных культур. И эта способность почвы относится к количественной характеристике почвы и имеет свое значение, как продуктивность почвы.

Вместе с тем для оценки почвенного плодородия используются несколько критериев, в том числе и количественных. Современное развитие сельскохозяйственного производства многогранно, поэтому количественная оценка почвенного плодородия приобрела разнообразные, но нечеткие трактовки.

Изучение различных литературных источников подтвердило, что плодородие почв – это «...способность почв участвовать в создании экосистемой биологической продукции...» [7]. Продуктивность любой культуры зависит от различных факторов и для её планирования нам необходимо опираться на конкретные количественные ее характеристики.

Одним из таких количественных показателей является продуктивность почв, которая как подсистема органического вещества в комплексе с другими характеристиками (запасы, продуктивный базис и ресурсы) позволяет определить её участие в формировании урожайности [8].

В последние десятилетия деградация земель сельскохозяйственного назначения превратилась в главный вызов продовольственной безопасности, свойственный не только Российской Федерации, но и всего миру [9].

Резкий рост площади деградированных земель стал следствием негативного наложения природных и антропогенных факторов. К природным относятся в первую очередь погодноклиматические изменения, прогрессирующее развитие водной и ветровой эрозий. К антропогенным воздействиям относятся загрязнения почв различными видами агрохимикатов, нефтью и нефтепродуктами и т. д. Также немаловажное значение играют нарушение сельскохозяйственных технологий.

Современные модели интенсификации сельхозпроизводства экологически и экономически неустойчивы, поскольку скорость деградации почвы (за счет эрозии и других форм потери плодородия почвы) часто превышает скорость естественного образования и восстановления почвы.

Стоит также упомянуть о необходимости внедрения биотехнологий для избавления окружающей среды, и особенно почвы, от химических загрязнителей.

Культивация создает особые агроэкологические почвы с характеристиками и экологическими функциями, отличными от естественных почв.

Для восстановления и дальнейшего сохранения почвенного плодородия необходимо понимание процессов, которые помогут снизить риски возникновения новых угроз разрушения почвы и увеличить её устойчивость. Создание новой и омоложение старой почвы должно

привести к сохранению «...большого количества углерода, повышению биоразнообразия, поддержанию надлежащего круговорота воды и питательных веществ...» [8].

В последние годы стало появляться все больше работ, посвященных восстановлению плодородия почв на основе различных биоорганических технологий. При этом основное значение придается изучению вермитехнологий, использованию микробиологических видов обработки почв, семян и растений, а также их комплексному использованию [10].

Мы проводим ряд исследований, направленных на изучение путей поступления больших объемов органического вещества. Они показывают, что «...решение этой проблемы видится в использовании комплекса новых видов минеральных хелатных удобрений и вермитехнологий, что позволит довести усвояемость растениями микроэлементов и органических соединений до 90 % от вносимых, повысит плодородие и урожайность на 30–50 % в зависимости от выращиваемых культур...» [11, 12].

Производство и использование биогазуса – это один из вариантов решения проблемы наращивания содержания органических веществ в почве. Наши исследования обозначили еще одну перспективу в земледелии – решение вопроса утилизации отходов растительного происхождения [13].

Правильный выбор технологии производства вермикомпоста позволит снизить себестоимость продукции примерно на треть, что сделает её привлекательной для потребителей. В поисках оптимального решения необходимо четко обозначить основные проблемы биологизации. Одним из направлений исследования является обобщение мирового опыта в области восстановления плодородия почв сельскохозяйственного назначения методом вермиремедиации, внесения микробиологических препаратов и их комплексного применения.

Антропогенное воздействие способствует количественным и структурно-функциональным изменениям микробиологической почвенной среды. Перестройка состава доминантности может иметь разные эффекты, в том числе и нести экологическую значимость для почвы. Изменения естественной экосистемы путем воздействия различных факторов нарушения экологического равновесия (различное освоение и использование земель) выявили чувствительность зоомикробного биоценоза к изменениям экологической обстановки.

Любое воздействие на природные процессы способствует «...депрессии почвообразовательного процесса и нарушению экосистемных и биосферных функций почв».

Такие выводы основываются в большинстве случаев на теоретических знаниях процессов почвообразования и последствий антропогенного воздействия. Сложившаяся ситуация способствует необходимости пересмотреть перечень показателей экологического мониторинга

почв. Важно рассматривать почвенные процессы, оценивая их показателями биологического состояния почвы.

Экологический мониторинг в настоящее время является неотъемлемой частью сельскохозяйственного производства. При решении важных глобальных проблем повышения устойчивости мирового земледелия следует отметить интенсивное внедрение биотехнологических методов мониторинга, в которых важная роль принадлежит почвенной микрофлоре.

Современная плодородная почва – это миллиарды микроорганизмов, основным местом расположения которых является прикорневая зона. Бактериальные клетки преимущественно из pp. Proteobacteria, Actinobacteria и Firmicutes. При этом необходимо помнить важность для выращивания сельскохозяйственных культур наличия патогенных микроорганизмов, которые могут вступать в непримиримое взаимодействие с ризобактериями прикорневой зоны [14].

Биологизация системы земледелия – одна из основных задач современности. В органическом земледелии ведутся активные разработки по повышению эффективности применения почвенных микроорганизмов. При этом решение вопроса сохранения и увеличения плодородия почвы строится на улучшении условий жизнедеятельности микроорганизмов. Повышение урожайности и улучшение качества сельскохозяйственной продукции в этом случае будет решено за счет стабилизации роста и развития растений и благоприятного для растений механического состава почвы.

В активности биоты важно «...поступление в почву свежего органического вещества... Значение имеют бактерии-азотификсаторы. Большую ценность представляют дождевые черви, моллюски и членистоногие, которые участвуют в превращениях органического вещества, и способствуют улучшению агрофизического состояния почвы...» [6].

Жизнедеятельность почвенных микроорганизмов тесно связана с химическими веществами в почве. Органические вещества под действием микробиоты переходят из одного состояния в другое, более доступное для растений. Минеральная часть питательных элементов в почве находится в связанном состоянии. Переход в доступную форму также производится под действием жизнедеятельности микроорганизмов. Увеличение численности и объема питательной базы для биоты благоприятно сказывается на развитии растений и микроорганизмов. Здесь следует помнить о патогенной микрофлоре, численность которой могут контролировать микроорганизмы, выделяющие естественные антибиотики.

Для активного применения в сельскохозяйственном производстве можно использовать способность микроорганизмов участвовать в разрушении различных субстратов, которое в случае грибов происходит благодаря их способности производить внеклеточные гидролитические ферменты [15].

По количеству используемых биопрепаратов, зарегистрированных и допущенных к использованию, Российская Федерация значительно отстает от США и стран Евросоюза. Биопрепараты способны стимулировать рост и развитие растений, а также подавлять патогенную микрофлору, что благоприятно сказывается на продуктивности культур и качестве сельскохозяйственной продукции.

Переход к биологизации земледелия ведет к замене традиционных способов применения химических веществ в сельском хозяйстве. Теоретические и практические результаты изучения и внедрения современных биотехнологических приемов могут стать достойной заменой экологически небезопасных химических технологий.

Таким образом, интенсивное сельскохозяйственное производство способствует систематическому снижению плодородия почв и усугубляет связанные с этим экологические проблемы. Анализ современных приемов повышения почвенного плодородия свидетельствует о необходимости ускоренного внедрения новых экологически чистых ресурсосберегающих технологий для решения актуальных проблем аграрного производства.

Исследования выполнены в рамках программы поддержки развития научных коллективов Ставропольского государственного аграрного университета, реализуемой при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030».

Литература

1. Скорочкин Ю. П., Воронцов В. А. Биологизация земледелия: определение, принципы и направления развития // АгроБизнес. 2021. № 4 (70). URL: <https://agbz.ru/articles/biologizatsiya-zemledeliya-opredelenie-printsipy-i-napravleniya-razvitiya/> (дата обращения: 05.08.2021).
2. Илькив Н. Биологизация земледелия: преграды и перспективы // АгроФорум. 2022. № 1. С. 24–30.
3. Gliessman S. Evaluating the impact of agroecology // Agroecology and Sustainable Food Systems. 2020. № 4 (8). Pp. 973–974. DOI: 10.1080/21683565.2020.1774110.
4. Assessment of export prospects of Russian agricultural producers / A. A. Dubovitski, E. A. Yakovleva, O. Y. Smyslova [et al.] // Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. 2022. № 6/н. С. 167–180. DOI: 10.1007/978-981-16-8731-0_17.
5. Добровольский Г. В. Педосфера – оболочка жизни планеты Земля // Биосфера. 2009. Т. 1, № 1. С. 006–014.
6. Булгаков Д. С., Апарин Б. Ф. Аспекты теории плодородия почв // Почвоведение. 1999. № 1. С. 63–72.
7. Мельцаев И. Г. Влияние приемов заделки органического удобрения на плодородие почвы и ее продуктивность // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 31–35.
8. Макаров И. Б. Плодородие и продуктивность почв: соотношение понятий // Плодородие. 2007. № 3 (36). С. 33–35.
9. Новые технологии в растениеводстве как условие экологической и продовольственной безопасности / Т. Г. Зеленская, А. А. Коровин, Ю. А. Безгина [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2022. № 1 (45). С. 32–36.
10. Вермитехнологии как основа экологического земледелия / И. Б. Фахруденова, А. С. Хамитова, С. М. Сергазина, Ш. А. Му-

References

1. Skorochkin Yu. P., Vorontsov V. A. Biologization of agriculture: definition, principles and directions of development // AgriBusiness. 2021. № 4 (70). URL: <https://agbz.ru/articles/biologizatsiya-zemledeliya-opredelenie-printsipy-i-napravleniya-razvitiya/> (accessed date: 05.08.2021).
2. Ilkiv N. Biologization of agriculture: obstacles and prospects // AgroForum. 2022. № 1. P. 24–30.
3. Gliessman S. Evaluating the impact of agroecology // Agroecology and Sustainable Food Systems. 2020. № 4 (8). Pp. 973–974. DOI: 10.1080/21683565.2020.1774110.
4. Assessment of export prospects of Russian agricultural producers / A. A. Dubovitski, E. A. Yakovleva, O. Y. Smyslova [et al.] // Environmental Footprints and Eco-Design of Products and Processes. 2022. № without a number. P. 167–180. DOI: 10.1007/978-981-16-8731-0_17.
5. Dobrovolsky G. V. Pedosphere – the shell of life of the planet Earth // Biosphere. 2009. T. 1, № 1. P. 006–014.
6. Bulgakov D. S., Aparin B. F. Aspects of the theory of soil fertility // Soil science. 1999. № 1. P. 63–72.
7. Meltsaev I. G. Influence of organic fertilizer sealing techniques on soil fertility and its productivity // Agrarian Bulletin of the Upper Volga region. 2019. № 1 (26). P. 31–35.
8. Makarov I. B. Fertility and productivity of soils: correlation of concepts // Fertility. 2007. № 3 (36). P. 33–35.
9. New technologies in crop production as a condition of ecological and food security / T. G. Zelenskaya, A. A. Korovin, Yu. A. Bezgina [et al.] // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2022. № 1 (45). P. 32–36.
10. Vermitechnologies as the basis of ecological agriculture / I. B. Fakhrudanova, A. S. Khamitova, S. M. Sergazina, Sh. A. Mustafina // International Bulletin of Veterinary Medicine. 2020. № 4. P. 106–110.

- стафина // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 4. С. 106–110.
11. Экологические аспекты органического земледелия / Т. Г. Зеленская, Е. Е. Степаненко, Ю. А. Мандра [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3 (35). С. 51–56.
 12. Потенциальные возможности вермире-медиации почв, загрязненных нефтепродуктами / Т. Г. Зеленская, Ю. А. Безгина, А. А. Коровин [и др.] // Агрохимический вестник. 2022. № 4. С. 65–72.
 13. Зверева О. С., Коровин А. А. Перспективы развития вермикомпостирования в Ставропольском крае // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сб. науч. ст. по материалам VII Междуна- р. науч.-практ. конф. Ставрополь, 2022. С. 43–46.
 14. Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction / D. Garcia-Segura, I. M. Castillo-Murrieta, F. Martinez-Rabelo [et al.] // Geoderma. 2018. P. 180–189.
 15. Есаулко А. Н., Коровин А. А., Котова А. С. Актуальность новых подходов к повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур // Вавиловские чтения – 2022 : сб. ст. Междуна- р. науч.-практ. конф., посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. Саратов, 2022. С. 592–595.
 11. Ecological aspects of organic farming / T. G. Zelenskaya, E. E. Stepanenko, Yu. A. Mandra [et al.] // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2019. № 3 (35). P. 51–56.
 12. Potential possibilities of vermiremediation of soils contaminated with petroleum products / T. G. Zelenskaya, Yu. A. Bezgina, A. A. Korovin [et al.] // Agrochemical Bulletin. 2022. № 4. P. 65–72.
 13. Zvereva O. S., Korovin A. A. Prospects for the development of vermicomposting in the Stavropol Region // Topical issues of ecology and nature management : collection of scientific articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. Stavropol, 2022. P. 43–46.
 14. Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction / D. Garcia-Segura, I. M. Castillo-Murrieta, F. Martinez-Rabelo [et al.] // Geoderma. 2018. P. 180–189.
 15. Esaulko A. N., Korovin A. A., Kotova A. S. Relevance of new approaches to improving soil fertility and crop yields // Vavilovsky readings – 2022 : ccollection of articles of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 135th anniversary of the birth of Academician N. I. Vavilov. Saratov, 2022. P. 592–595.

УДК 632.913.1:579.64:633.1:632.3.01/.08
DOI: 10.31279/2222-9345-2023-14-51-47-54

Дата поступления статьи в редакцию: 15.08.2023

Принята к публикации: 12.11.2023

О. Ю. Словарева

Slovareva O. Yu.



АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПОРТА РОССИЙСКОГО ЗЕРНА И СОСТАВЛЕНИЕ ПЕРЕЧНЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ФИТОСАНИТАРНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ СТРАН-ИМПОРТЕРОВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БАКТЕРИОЗОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

PRODUCTION, EXPORT AND IMPORT OF CEREALS AND COMPILATION OF A LIST OF PHYTOPATHOGENIC BACTERIA ASSOCIATED WITH THEM

В результате проведенной актуализации сведений о производстве и экспорте продукции зерновых культур и составления перечня связанных с продукцией возбудителей бактериозов установлено, что в России производство зерна в 2022 году велось в 76 регионах на площади 44995,5 тыс. га. Валовой сбор зерна составил 1489697,8 тыс. центнеров. Экспорт зерна в 2022 году по кодам ТН ВЭД 1001–1008 составил 43,7 млн тонн. Фитосанитарные требования стран-импортеров российского зерна пшеницы, ячменя, кукурузы, ржи, риса и сорго включают такие бактерии, как *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* (патова-ры *syringae*, *atrofaciens*, *coronafaciens*, *lapsa*), *Xanthomonas translucens* (патова-ры *translucens*, *undulosa*, *graminis*, *cerealis*), *Acidovorax avenae*, *Rathayibacter tritici*, *Rathayibacter rathayi*, *Erwinia rhapontici*, *Xanthomonas oryzae* (патова-ры *oryzae*, *oryzicola*), *Robbsia andropogonis*, *Clavibacter tessellarius*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Pantoea stewartii*, *Xanthomonas vasicola* и *Clavibacter nebraskensis*. Кроме перечисленных бактерий, на зерне ржи, поставляемом в Колумбию, регулируется *Xanthomonas translucens* pv. *secalis*. Карантинным организмом для Египта на зерне риса является *Burkholderia glumae*. Оба фитопатогена следует учитывать в виду возможности расширения экспортного потенциала Российской Федерации. Таким образом, на зерновой продукции регулируется 24 бактериальных фитопатогена.

Ключевые слова: экспорт зерна 2022, *Triticum* L., *Hordeum* L., *Zea mays* L., фитосанитарные требования, карантин растений, бактериозы зерновых культур.

As a result of updating information on the production and export of grain products and compiling a list of bacteriosis pathogens related to the products, it was found that in Russia grain production in 2022 was carried out in 76 regions on an area of 44995.5 thousand hectares. The gross grain harvest amounted to 1489697.8 thousand quintals. Grain exports in 2022 according to HS codes 1001–1008 amounted to 43.7 million tons. Phytosanitary requirements of the importing countries of Russian wheat, barley, corn, rye, rice and sorghum include bacteria such as *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* (pathovars *syringae*, *atrofaciens*, *coronafaciens*, *lapsa*), *Xanthomonas translucens* (pathovars *translucens*, *undulosa*, *graminis*, *cerealis*), *Acidovorax avenae*, *Rathayibacter tritici*, *Rathayibacter rathayi*, *Erwinia rhapontici*, *Xanthomonas oryzae* (pathovars *oryzae*, *oryzicola*), *Robbsia andropogonis*, *Clavibacter tessellarius*, *Curtobacterium flaccumfaciens*, *Pantoea stewartii*, *Xanthomonas vasicola* and *Clavibacter nebraskensis*. In addition to these bacteria, *Xanthomonas translucens* pv. *secalis* is regulated on rye grain supplied to Colombia. The quarantine organism for Egypt on rice grain is *Burkholderia glumae*. Both phytopathogens should be taken into account in view of the possibility of expanding the export potential of the Russian Federation. Thus, 24 bacterial phytopathogens are regulated on grain products.

Key words: grain export 2022, *Triticum* L., *Hordeum* L., *Zea mays* L., phytosanitary requirements, plant quarantine, grain bacterioses.

Словарева Ольга Юрьевна –

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела организации межлабораторных сравнительных испытаний
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
р.п. Быково, Московская область
Тел.: +7-903-281-45-67
E-mail: slovareva.olga@gmail.com

Slovareva Olga Yurevna –

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Interlaboratory Comparison Tests Organization Department
FSBI «All-Russian Plant Quarantine Center»
Bykovo, Moscow oblast
Tel.: +7-903-281-45-67
E-mail: slovareva.olga@gmail.com

Российская Федерация занимает одну из лидирующих позиций в производстве продукции зерновых культур – пшеницы, ячменя, ржи, овса, тритикале, кукурузы, риса, просо, сорго и гречихи в мире. Согласно статистическим данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАОСТАТ), в 2021 году Россия оказалась на 4-м месте по производству и посевным площадям зерновых культур, уступив Китаю, США и Индии. В то же время по производству ячменя, овса и гречихи Россия ста-

ла в 2021 году абсолютным лидером [1]. В стоимостном выражении продукция зерновых культур занимает около 77 % в категории основных экспортируемых из России товаров «Продукты растительного происхождения», доля которой в 2021 году составила 2,5 % от общего объема российского экспорта [2].

Наращивание объема экспорта зерна стимулируется федеральным проектом «Экспорт продукции АПК». Одной из задач проекта является «Устранение торговых барьеров (тарифных и нетарифных) для обеспече-

ния доступа продукции АПК на целевые рынки». Применительно к российскому зерну, нетарифным барьером, препятствующим международной торговле, могут являться возбудители бактериозов зерновых культур, регулируемые фитосанитарными требованиями стран-импортеров. Фитопатогенные бактерии в зависимости от условий окружающей среды способны вызывать вспышки заболеваний зерновых культур и приводить к потерям урожая до 40 % [3]. Штриховатость листьев и черный бактериоз, вызываемые на пшенице, ячмене, ржи, тритикале и злаковых травах бактериями вида *Xanthomonas translucens*, снижают урожай в среднем на 10 %, а в благоприятные для развития заболеваний годы на 40 % [4]. Одним из проявлений заболевания является стерильность колосков [5]. При поражении бактериозами 50 % флаговых листьев и более урожайность зерновых культур снижается в среднем на 20 % при условии отсутствия засухи [6]. Зафиксированы случаи некроза 75 % площади листьев зерновых растений вследствие бактериозов, вызванных *Pseudomonas syringae* [7]. В местности с влажным климатом потери урожая пшеницы, вызванные бактерией *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens*, составили 50 % [8]. Для развития большинства бактериозов требуются влажные и жаркие климатические условия в течение вегетационного сезона [3]. В основных зернопроизводственных регионах России редко сочетаются высокая температура и влажность, поэтому производители зерна зачастую не сталкиваются с проблемой бактериозов. При этом фитопатогенные бактерии встречаются в посевах зерновых культур на территории нашей страны [9] и могут быть завезены в другие страны с подкарантинной продукцией. Эффективные меры борьбы с бактериозами в посевах отсутствуют, поэтому контроль осуществляется путем предотвращения распространения фитопатогенных бактерий с зараженными семенами [3]. Обеспечение фитосанитарного соответствия зерновой продукции требует постоянного наблюдения за изменением перечня импортеров и предъявляемыми ими требованиями. Вопросы российского экспорта в целом и зерновой продукции в частности являются актуальными и регулярно освещаются научным сообществом [10–12]. При этом общедоступная информация об экспорте зерновых культур из Российской Федерации в 2022 году отсутствует. В связи с изменением международных

торговых отношений требуется составление и постоянное обновление перечня возбудителей бактериозов зерновых культур, регулируемых странами-импортерами российской зерновой продукции.

Цель исследования – актуализация сведений о производстве и экспорте продукции зерновых культур и составление перечня связанных с продукцией возбудителей бактериозов.

Исследование состояния производства продукции зерновых культур выполняли путем анализа данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [13]. Объемы экспортируемой продукции в весовом выражении определяли на основании данных Федеральной государственной информационной системы (ФГИС) «Аргус-Фито» [14], при этом учитывали только предназначенную для экспорта продукцию российского происхождения по кодам ТН ВЭД 1001–1008. Фитосанитарные требования стран-импортеров, касающиеся возбудителей бактериозов зерновых культур, анализировали исходя из документов, размещенных на сайте Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) [15], а также используя базу данных Европейской и средиземноморской организации по защите растений EPPO Global Database [16].

В результате анализа данных Росстата весеннего учета 2022 года [13] установили, что в России под посевами зерновых культур задействовано 44995,5 тыс. га. Указанная величина составила 54,7 % всех площадей страны под сельскохозяйственными культурами. Возделывание зерновых велось в 76 регионах России, наибольшие площади посевов располагались в Ростовской области, Алтайском крае, Краснодарском крае, Оренбургской области, Ставропольском крае, Волгоградской, Саратовской и Омской областях, Республике Башкортостан и Воронежской области (рис. 1).

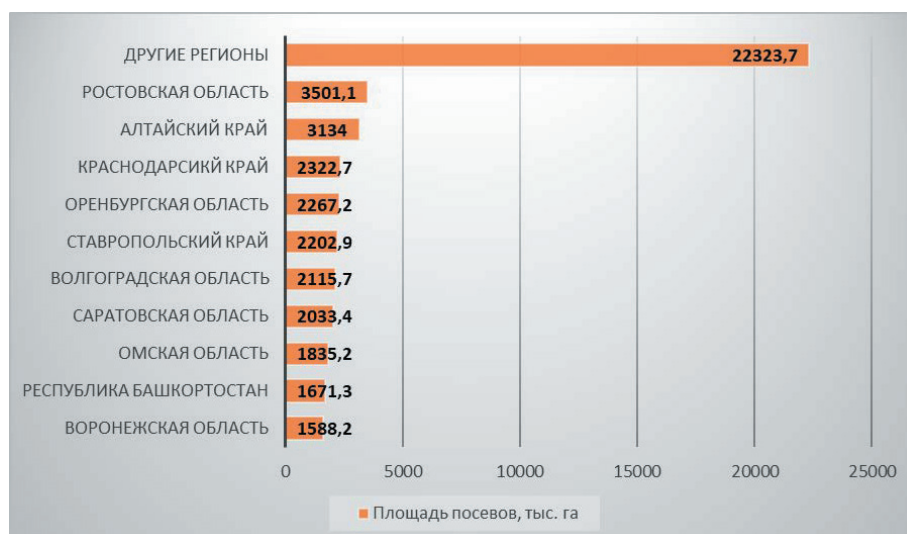


Рисунок 1 – Данные весеннего учета площадей посевов зерновых культур в России в 2022 году по регионам (рисунок автора)

Большую часть посевных площадей среди всех зерновых культур занимала озимая пшеница – 37,2 % (рис. 2).

На втором месте по площадям посевов – яровая пшеница (28,4 %); далее следовали яровой ячмень (16,2 %), кукуруза (6,3 %), овес (4,8 %), гречиха (2,5 %), озимая рожь (2,0 %), озимый ячмень (1,5 %), а также прочие злаки – просо (0,5 %), рис (0,4 %), озимая и яровая тритикале (0,2 %) (рис. 2).

Валовый сбор зерна в России в 2022 году при учете массы после доработки составил 1489697,8 тыс. центнеров. Из них 1043553 тыс. центнеров (70 %) пришлось на зерно пшеницы и только 30 % – на остальные зерновые культуры (рис. 3).

Наибольшие валовые сборы зерновых культур в 2022 году отмечены в Краснодарском крае, Ростовской области, Ставропольском крае, Волгоградской и Воронежской областях (рис. 4).

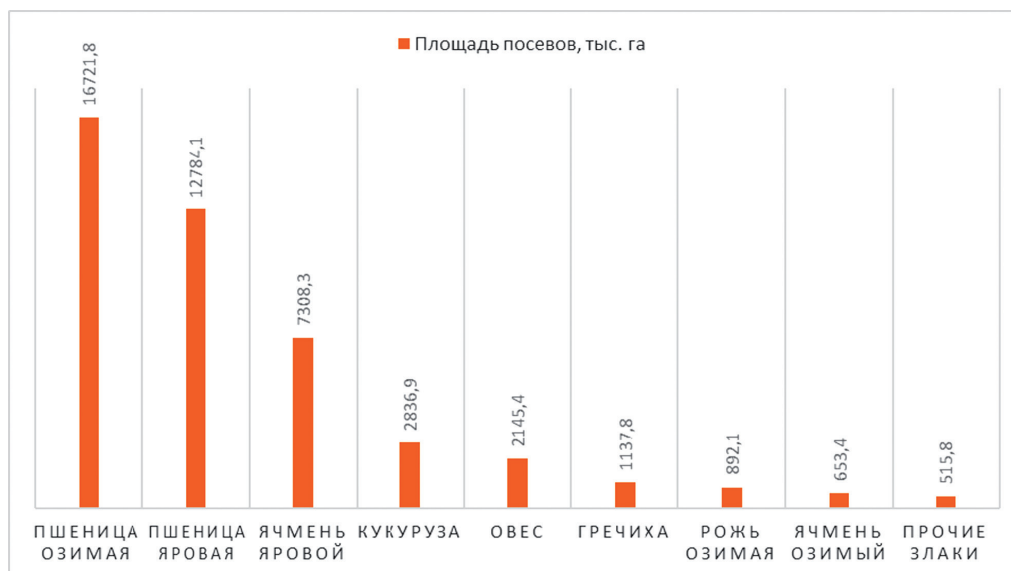


Рисунок 2 – Данные весеннего учета площадей посевов зерновых культур в России в 2022 году по культурам (рисунок автора)

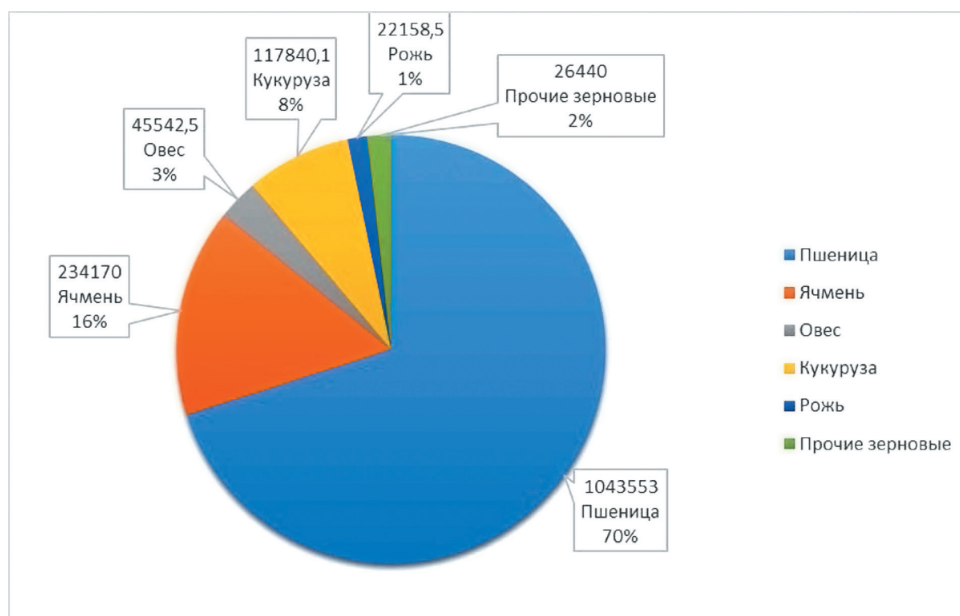


Рисунок 3 – Валовый сбор зерновых культур в России в 2022 году, масса после доработки, тыс. ц (рисунок автора)

Основной урожай в пятерке лидеров производства зерна получен в 2022 году за счет зерна пшеницы, ячменя и кукурузы (рис. 4). Валовый сбор зерна после доработки в 2022 году превышал средний показатель за 2014–2021 годы приблизительно на 20 % [17].

Около трети производимого в России зерна идет на экспорт. Результаты анализа данных ФГИС «Аргус-Фито» об экспорте российского зерна представлены в таблице 1.

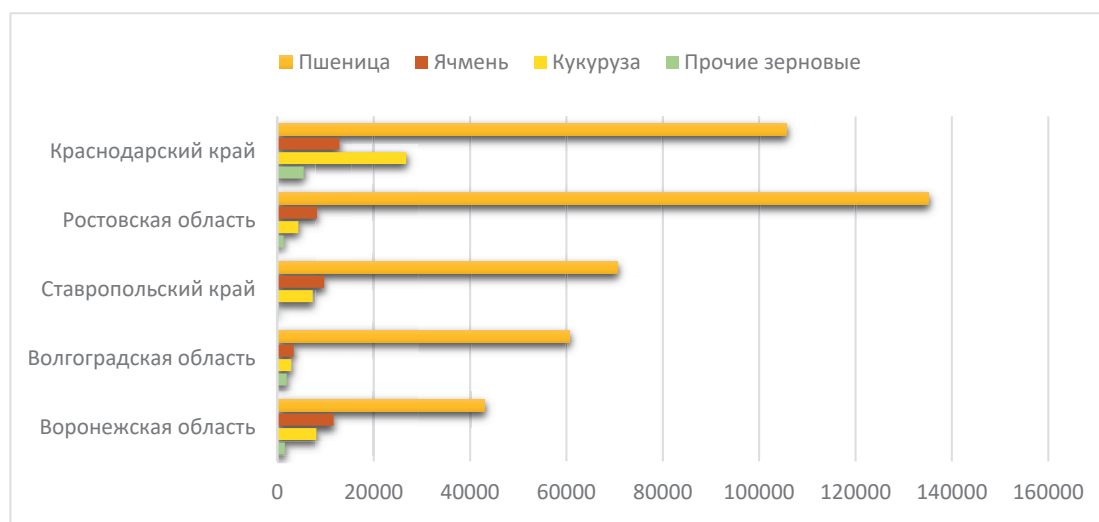


Рисунок 4 – Валовый сбор зерновых культур в топ-5 регионов – лидеров производства зерна в 2022 году, масса после доработки, тыс. ц (рисунок автора)

Таблица 1 – Объем экспорта зерна из России по культурам в весовом выражении за период 2020–2022 гг., тонн

Код ТН ВЭД	Продукция	2020	2021	2022	В среднем за год
1001	Пшеница	39139456,1	33917658,6	35123581,8	36060232,1
1002	Рожь	12504,8	133613,5	159551,7	101890,0
1003	Ячмень	6110751,1	5133937,3	4280221,1	5174969,8
1004	Овес	81866,8	106179,0	164372,8	117472,9
1005	Кукуруза	3786479,0	4015624,1	3691903,7	3831335,6
1006	Рис	72569,6	56794,8	15703,9	48356,1
1007	Сорго	18688,0	24291,3	32308,8	25096,0
1008	Просо, гречиха, тритикале	184078,2	214728,5	233446,9	210751,2
1001–1008	Всего	49406393,7	43602827,0	43701090,7	45570103,8

Анализ данных об экспорте за 2020–2022 годы показал, что в среднем ежегодно из России экспортируется 45,6 млн тонн зерна. Основной экспортируемой продукцией является пшеница (79,2 % от продукции всех остальных зерновых культур), следующая продукция в

списке лидеров экспортируемых зерновых – ячмень (11,4 %), замыкает тройку лидеров зерно кукурузы (8,3 %).

В таблице 2 представлены топ-5 лидеров импорта по каждому виду продукции зерновых культур в 2022 году.

Таблица 2 – Топ-5 стран-импортеров (в весовом выражении) зерновой продукции в 2022 году

1001 Пшеница		1002 Рожь		1003 Ячмень		1004 Овес	
Импортер	Тыс. тонн	Импортер	Тыс. тонн	Импортер	Тыс. тонн	Импортер	Тыс. тонн
Турция	6502,6	Испания	106,1	Иран	1502,3	Китай	125,0
Египет	5668,5	Латвия	42,4	Турция	818,8	Казахстан	8,8
Иран	4234,4	Казахстан	6,1	Саудовская Аравия	519,1	Монголия	5,2
Казахстан	2440,3	Израиль	4,5	Ливия	481,4	Испания	5,1
Сирия	1514,7	Литва	0,3	Казахстан	312,3	Литва	4,8
Остальные 74	14763,1	Остальные 9	0,09	Остальные 27	646,2	Остальные 18	15,4
1005 Кукуруза		1006 Рис		1007 Сорго		1008 Прочие	
Импортер	Тыс. тонн	Импортер	Тыс. тонн	Импортер	Тыс. тонн	Импортер	Тыс. тонн
Иран	1290,4	Турция	8,1	Италия	14,8	Индонезия	32,1
Турция	1279,8	Беларусь	2,5	Турция	8,6	Иран	28,5
Латвия	166,2	Армения	1,5	Танзания	3,0	Китай	22,8
Ливия	127,0	Иордания	0,8	Испания	2,3	Латвия	20,8
Китай	107,2	Казахстан	0,8	Израиль	1,6	Турция	19,8
Остальные 39	721,4	Остальные 24	2,0	Остальные 11	2,0	Остальные 56	109,4

Тремя основными импортерами российского зерна, главным образом пшеницы, в 2022 году стали Турция, Египет и Иран.

Анализ документов по экспортным требованиям к зерну на сайте Россельхознадзора [15], сведений о фитосанитарном статусе вред-

ных организмов в базе данных EPPO Global Database [16], номенклатуры фитопатогенных бактерий и спектра поражаемых ими растений позволил составить перечень возбудителей бактериозов, связанных с экспортируемой продукцией зерновых культур (табл. 3).

Таблица 3 – Перечень бактерий, регулируемых странами-импортерами (2022 г.) российской зерновой продукции

№ п/п	Латинское название	Русское название	Импортер	Продукция, код ТН ВЭД
1	<i>Pseudomonas cichorii</i> (Swingle, 1925) Stapp, 1928	Возбудитель стеблевого меланоза пшеницы	Египет	Пшеница, 1001
			Мексика	Пшеница, 1001
			Иордания	Пшеница, 1001
2	<i>Pseudomonas fuscovaginae</i> (ex Tanii et al. 1976) Miyajima et al. 1983	Возбудитель бурой бактериальной гнили влагалища листа злаковых культур	Египет	Пшеница, 1001 Кукуруза, 1005
			Пакистан	Пшеница, 1001
3	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i> (McCulloch) Young et al.	Возбудитель базального бактериоза пшеницы	Египет	Пшеница, 1001
			Мексика	Пшеница, 1001
			Бразилия	Пшеница, 1001
4	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> (Elliott) Young et al.	Возбудитель ореольного бактериоза овса и ржи	Египет	Пшеница, 1001
5	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> van Hall	Возбудитель базального ожога	Египет	Пшеница, 1001
			Мексика	Пшеница, 1001
			Иордания	Пшеница, 1001
			Великобритания	Пшеница, 1001
6	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lapsea</i> (Ark) Young et al.	Отсутствует	Мексика	Пшеница, 1001
7	<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>translucens</i> (Jones et al.) Vauterin et al., 1995	Возбудитель черного бактериоза ячменя	Египет	Пшеница, 1001
			Иордания	Пшеница, 1001
			Турция	Пшеница, 1001 Ячмень, 1003
			Марокко	Ячмень, 1003
			Тунис	Пшеница, 1001 Ячмень, 1003
			Нигерия	Пшеница, 1001
			Пакистан	Пшеница, 1001
			Камерун	Пшеница, 1001
			Сербия	Пшеница, 1001
8	<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>graminis</i> (Egli et al.) Vauterin et al., 1995	Возбудитель бактериального увядания зерновых культур	Южная Африка	Пшеница, 1001
			Бразилия	Пшеница, 1001
			Израиль	Пшеница, 1001 Ячмень, 1003 Рожь, 1002
			Пакистан	Пшеница, 1001
			Камерун	Пшеница, 1001
			Египет	Пшеница, 1001
9	<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>ce-realis</i> (Hagborg) Vauterin et al., 1995	Возбудитель черного бактериоза ржи	Мексика	Пшеница, 1001
			Камерун	Пшеница, 1001
10	<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>undulosa</i> (Smith et al.) Vauterin et al., 1995	Возбудитель черного бактериоза пшеницы	Нигерия	Пшеница, 1001
			Камерун	Пшеница, 1001

Продолжение

№ п/п	Латинское название	Русское название	Импортер	Продукция, код ТН ВЭД
11	<i>Clavibacter nebraskensis</i> (Davis et al.) Li et al.	Возбудитель вилта Госсса кукурузы	Египет	Кукуруза, 1005
			Китай	Кукуруза, 1005
			Израиль	Кукуруза, 1005
12	<i>Acidovorax avenae</i> (Manns) Willems et al.	Возбудитель бактериальной штриховатости, бактериальной полосатости и бактериального ожога злаковых культур	Египет	Пшеница, 1001 Кукуруза, 1005
13	<i>Xanthomonas vasicola</i> pv. <i>holcicola</i> (Elliott) Vauterin et al.	Возбудитель бактериальной полосатости листьев сорго	Египет	Кукуруза, 1005
14	<i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> (Smith) Mergaert et al.*	Возбудитель бактериального увядания (вилта) кукурузы	Китай	Кукуруза, 1005
			Израиль	Кукуруза, 1005
			Иордания	Кукуруза, 1005
			Узбекистан	Кукуруза, 1005
			Азербайджан	Кукуруза, 1005
			Грузия	Кукуруза, 1005
			Молдова	Кукуруза, 1005
			Страны ЕАЭС	Кукуруза, 1005
15	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> (Hedges) Collins & Jones	Возбудитель бактериальной коричневой пятнистости фасоли	Египет	Пшеница, 1001
			Бразилия	Пшеница, 1001
16	<i>Erwinia rhapontici</i> (Millard) Burkholder	Возбудитель розового бактериоза зерна пшеницы и ржи	Судан	Пшеница, 1001
			Бразилия	Пшеница, 1001
17	<i>Rathayibacter rathayi</i> (Smith) Zgurskaya et al.	Возбудитель бактериального гомоза злаковых растений	Камерун	Пшеница, 1001 Рожь, 1002
			Китай	Пшеница, 1001
18	<i>Clavibacter tessellarius</i> (Carlson & Vidaver) Li et al.	Возбудитель бактериоза пшеницы	Мексика	Пшеница, 1001
19	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> (Ishiyama) Swings et al.*	Возбудитель бактериального ожога риса	США	Рис, 1006
			Турция	Рис, 1006
			Страны ЕАЭС	Рис, 1006
			Азербайджан	Рис, 1006
			Узбекистан	Рис, 1006
20	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzicola</i> (Fang et al.) Swings et al.*	Возбудитель бактериальной полосатости риса	США	Рис, 1006
			Узбекистан	Рис, 1006
			Азербайджан	Рис, 1006
			Турция	Рис, 1006
			Страны ЕАЭС	Рис, 1006
21	<i>Rathayibacter tritici</i> (Carlson & Vidaver) Zgurskaya et al.*	Возбудитель желтого слизистого бактериоза пшеницы	Тунис	Пшеница, 1001
			Грузия	Пшеница, 1001
			Страны ЕАЭС	Пшеница, 1001
22	<i>Robbsia andropogonis</i> (Smith) Lopes-Santos et al.	Возбудитель бактериальной пятнистости листьев кукурузы	Египет	Кукуруза
			Израиль	Кукуруза, 1005 Сорго, 1007

Примечание. Символом «*» отмечены бактерии, регулируемые в качестве отсутствующих карантинных организмов на территории стран Евразийского экономического союза, включая Российскую Федерацию.

Согласно собранным данным, фитосанитарными требованиями стран-импортеров российского зерна регулируются 22 бактерии. Подкарантинной продукцией, подлежащей проверке на наличие этих бактерий, является зерно пшеницы, ячменя, кукурузы, ржи, риса и сорго. Кроме этих 22 бактерий, на зерне ржи, поставляемом в Колумбию, регулируется возбудитель бактериального ожога ржи *Xanthomonas translucens* pv. *secalis* (Reddy et al.) Vauterin et al., 1995. Поставки зерна в Колумбию в 2022 году, в отличие от предыдущих лет, отсутствовали, но наличие *Xanthomonas translucens* pv. *secalis* в списке регулируемых организмов этой страны следует учитывать в виду возможности расширения экспортного потенциала Российской Федерации. Есть и другая бактерия, не вошедшая в составленный перечень, но способная оказать влияние на изменения торговых отношений. Карантинным организмом для Египта является возбудитель гнили риса *Burkholderia glumae* (Kurita & Tabei) Urakami et al. В случае поставки риса в Египет будет необходимо проводить диагностику семян на наличие *Burkholderia glumae*.

Среди всех бактерий, связанных с зерновыми культурами и регулируемых в странах мира, в Российской Федерации на продукции под кодами ТН ВЭД 1001–1008 регулируются только 4 – *Rathayibacter tritici* на зерне пшеницы, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* и *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* на рисе и *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* на кукурузе. Указанные бактерии являются для РФ объектами внешнего карантина и официально отсутствуют на территории нашей страны. Отсутствие или наличие прочих значимых для экспорта бактерий по желанию импортирующей стороны может быть установлено в испытательных лабораториях, ведущих деятельность в области карантина растений. Согласно информации в научных публикациях и базах данных, на территории РФ встречаются такие значимые для экспорта зерна бактерии, как *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* (патовары *atrofaciens*, *coronafaciens*, *syringae*), *Xanthomonas translucens* (патовары *translucens*, *cerealis*, *undulosa*), *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, *Erwinia rhapontici* и *Robbsia andropogonis* [3, 9, 16]. В то же время, так как указанные вредные организмы не регулируются Единым перечнем карантинных организмов Евразийского экономического союза, официальный мониторинг посевов зерновых культур с целью выявления перечис-

ленных выше бактерий не проводился, в связи с чем официальные данные о распространении некарантинных возбудителей бактериозов зерновых культур отсутствуют. Так как запросы на проведение бактериологических исследований некарантинных видов поступают сравнительно недавно (начиная с 2019 года), только одна бактерия – *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* периодически выявляется в растительной продукции, но исключительно на зернобобовых культурах. Наличие готового перечня регулируемых организмов позволит сделать процесс установления соответствия фитосанитарного состояния зерна требованиям импортеров более быстрым и удобным.

Проведенное исследование показывает, что в перечнях основных импортеров российской зерновой продукции, таких как Египет, Турция и другие, содержатся возбудители бактериозов зерновых культур, а именно: *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas syringae* (патовары *atrofaciens*, *coronafaciens*, *syringae*, *lapse*), *Xanthomonas translucens* (патовары *translucens*, *graminis*, *cerealis*, *undulosa*), *Clavibacter nebraskensis*, *Acidovorax avenae*, *Xanthomonas vasicola* pv. *holcicola*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, *Erwinia rhapontici*, *Rathayibacter rathayi*, *Clavibacter tessellarius* и *Robbsia andropogonis*. Следующие бактерии – *Rathayibacter tritici*, *Xanthomonas oryzae* (патовары *oryzae*, *oryzicola*) и *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* регулируются фитосанитарными требованиями импортеров и являются для Российской Федерации объектами внешнего карантина. Изменение требований импортеров к фитосанитарному состоянию зерна может меняться ежегодно, как и сам перечень и доля участия импортеров в российском экспорте сельскохозяйственной продукции. Своевременная актуализация фитосанитарных требований стран-импортеров позволит вовремя принять меры по установлению соответствия этим требованиям здоровья сельскохозяйственной подкарантинной продукции.

Статья подготовлена по результатам научно-исследовательской работы в рамках Государственного задания по теме «Разработка методов диагностики возбудителей бактериозов зерновых культур, имеющих фитосанитарное значение при экспорте и импорте зерновой продукции», регистрационный номер НИОКТР 123022100104-4.

Литература

1. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАОСТАТ). URL: <https://www.fao.org/faostat> (дата обращения 10.06.2023).
2. База данных экспорта и импорта России // Экспорт и импорт России по товарам и странам. URL: <https://ru-stat.com/> (дата обращения 21.06.2023).

References

1. Food and agriculture organization of the United Nations (FAOSTAT). URL: <https://www.fao.org/faostat> (date of application 10.06.2023).
2. Database export and import of Russian // Export and import of Russia by goods and countries. URL: <https://ru-stat.com/> (date of application 21.06.2023).

3. Tambong J. Bacterial Pathogens of Wheat: Symptoms, Distribution, Identification, and Taxonomy // Wheat. IntechOpen. 2022.
4. Forster R. L. The status of black chaff disease in Idaho. Idaho wheat (Dec. issue) // Idaho State Wheat Growers Association, Owyhee Plaza Hotel, Boise. 1982. P. 20.
5. Forster R. L., Schaad N. W. Control of black chaff of wheat with seed treatment and a foundation seed health program // Plant Disease. 1988. V. 72. P. 935–938.
6. Duveiller E., Maraite H. Study of yield loss due to *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* in wheat under high rainfall temperate conditions // Journal of Plant Diseases and Protection. 1993. V. 100 (№ 5). P. 453–459.
7. Otta J. D. *Pseudomonas syringae* incites a leaf necrosis on spring and winter wheats in South Dakota // Plant Dis. Rep. 1974. V. 58. P. 1061–1064.
8. Zum Auftreten und zur Schadwirkung der basalen Spelzenfäule beim Sommerweizen / A. Mavridis, D. Meyer, H. Mielke, G. Steinkampf // Kali-Briefe (Büntehof). 1991. V. 20. P. 469–473.
9. Duveiller E., Fucikovsky L., Rudolph K., eds. The Bacterial Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D. F.: CIMMYT, 1997.
10. Butakova M. M., Sokolova O. N., Churina L. I. Export of Agro-industrial Products of Russia: New Opportunities and Development Problems // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. V. 14 (№ 3). P. 342–354.
11. Нардин Д. С., Нардина С. А. Анализ структуры экспорта зерновых культур по федеральным округам России // Фундаментальные исследования. 2022. № 12. С. 56–61.
12. Марков А. К. Сельскохозяйственный экспорт России: структура, динамика, стимулирование и ограничители роста // Достижения науки и образования. 2020. № 8 (62). С. 23–26.
13. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 15.06.2023).
14. Федеральная государственная информационная система (ФГИС) «Аргус-Фито». URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/foremployees/argusfito/index.html> (дата обращения 03.05.2023).
15. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/importexport> (дата обращения 30.04.2023).
16. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/search> (дата обращения 15.07.2023).
17. Российский статистический ежегодник. 2022 : стат. сб. / Росстат. Р76. М., 2022. 691 с.
3. Tambong J. Bacterial Pathogens of Wheat: Symptoms, Distribution, Identification, and Taxonomy // Wheat. IntechOpen. 2022.
4. Forster R. L. The status of black chaff disease in Idaho. Idaho wheat (Dec. issue) // Idaho State Wheat Growers Association, Owyhee Plaza Hotel, Boise. 1982. P. 20.
5. Forster R. L., Schaad N. W. Control of black chaff of wheat with seed treatment and a foundation seed health program // Plant Disease. 1988. V. 72. P. 935–938.
6. Duveiller E., Maraite H. Study of yield loss due to *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa* in wheat under high rainfall temperate conditions // Journal of Plant Diseases and Protection. 1993. V. 100 (№ 5). P. 453–459.
7. Otta J. D. *Pseudomonas syringae* incites a leaf necrosis on spring and winter wheats in South Dakota // Plant Dis. Rep. 1974. V. 58. P. 1061–1064.
8. Zum Auftreten und zur Schadwirkung der basalen Spelzenfäule beim Sommerweizen / A. Mavridis, D. Meyer, H. Mielke, G. Steinkampf // Kali-Briefe (Büntehof). 1991. V. 20. P. 469–473.
9. Duveiller E., Fucikovsky L., Rudolph K., eds. The Bacterial Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D. F.: CIMMYT, 1997.
10. Butakova M. M., Sokolova O. N., Churina L. I. Export of Agro-industrial Products of Russia: New Opportunities and Development Problems // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. V. 14 (№ 3). P. 342–354.
11. Nardin D. S., Nardina S. A. Analysis of the structure of grain exports by federal districts of Russia // Fundamental research. 2022. № 12. P. 56–61.
12. Markov A. K. Agricultural exports of Russia: structure, dynamics, stimulation and growth constraints // Achievements of science and education. 2020. № 8 (62). P. 23–26.
13. Federal State Statistics Service (Rosstat). URL: <https://rosstat.gov.ru/> (date of application 15.06.2023).
14. Federal State Information System (FSIS) «Argus-Phyto». URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/foremployees/argusfito/index.html> (date of application 03.05.2023).
15. Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor). URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/importexport> (date of application 30.04.2023).
16. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/search> (date of application 15.07.2023).
17. Russian Statistical Yearbook. 2022 : statistical collection / Rosstat. R76. M., 2022. P. 691.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «Аграрный вестник Северного Кавказа»

1. К публикации принимаются статьи по проблемам растениеводства, ветеринарии, животноводства, агроинженерии, имеющие научно-практический интерес для специалистов АПК.
2. Если авторские права принадлежат организации, финансирующей работу, необходимо предоставить письменное разрешение данной организации.
3. Следует указать направление статьи: научная или практическая.
4. На каждую статью предоставить рецензию ведущего ученого вуза. Редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование.
5. Статья предоставляется в электронном (в формате Word) и печатном виде (в 2 экземплярах), без рукописных вставок, на одной стороне листа А4 формата. Последний лист должен быть подписан всеми авторами. Объем статьи, включая приложения, не должен превышать 10 страниц. Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman.
6. Структура представляемого материала: УДК, на русском и английском языках фамилии и инициалы авторов, заголовок статьи, аннотация и ключевые слова, сведения об авторах, телефон, E-mail, собственно текст (на русском языке), список использованных источников.
7. Таблицы представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные (с разрешением не менее 300 dpi).
8. Рисунки, чертежи и фотографии, графики (только черно-белые) – в электронном виде в формате JPG, TIF или GIF (с разрешением не менее 300 dpi) с соответствующими подписями, а также в тексте статьи, предоставленной в печатном варианте. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы.
9. Единицы измерений, приводимые в статье, должны соответствовать ГОСТ 8.417–2002 ГСИ «Единицы величин».
10. Сокращения терминов и выражений должны приводиться в соответствии с правилами русского языка, а в случаях, отличных от нормированных, только после упоминания в тексте полного их значения [например, лактатдегидрогеназа (ЛДГ)...].
11. Литература к статье оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008. Рекомендуется указывать не более 3 авторов. В тексте обязательны ссылки на источники из списка [например, [5, с. 24] или (Иванов, 2008, с. 17)], оформленного в последовательности, соответствующей расположению библиографических ссылок в тексте.

Литература (образец)

1. Агафонова Н. Н., Богачева Т. В., Глушкова Л. И. Гражданское право : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. Г. Калпина; М-во общ. и проф. образования РФ, Моск. гос. юрид. акад. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Юрист, 2002. 542 с.
2. Российская Федерация. Законы. Об образовании : федер. закон от 10.07.1992 № 3266-1 (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2012). Доступ из СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 16.01.2012).
3. Российская Федерация. Президент (2008 – ; Д. А. Медведев). О создании федеральных университетов в Северо-Западном, Приволжском, Уральском и Дальневосточном федеральных округах : указ Президента Рос. Федерации от 21 октября 2009 г. № 1172 // Собр. зак-ва РФ. 2009. № 43. Ст. 5048.
4. Соколов Я. В., Пятов М. Л. Управленческий учет: как его понимать // Бух. учет. 2003. № 7. С. 53–55.
5. Сведения о состоянии окружающей среды Ставропольского края // Экологический раздел сайта ГПНТБ России. URL: http://ecology.gpntb.ru/ecolibworld/project/regions_russia/north_caucasus/stavropol/ (дата обращения: 16.01.2012).
6. Экологическое образование, воспитание и просвещение как основа формирования мировоззрения нового поколения / И. О. Лысенко, Н. И. Корнилов, С. В. Окрут и др. // Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу : сб. науч. тр. по материалам 75-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 22–24 марта 2011 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2011. С. 97–102.
12. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте, по договоренности с редакцией, дублировать на бумажных носителях не обязательно.
13. Статьи авторам не возвращаются.
14. Публикация статей аспирантов осуществляется на бесплатной основе.
15. Наш адрес: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12. E-mail: vapk@stgau.ru

Аграрный вестник Северного Кавказа / Agrarian Bulletin of the North Caucasus

Журнал «Вестник АПК Ставрополя / Bulletin of Agro-industrial complex of Stavropol Region»
перерегистрирован в «Аграрный вестник Северного Кавказа / Agrarian Bulletin of the North Caucasus»
в связи с изменением названия СМИ.

Издатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 15.11.2023. Дата выхода в свет 21.11.2023.
Формат 60х84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,51. Тираж 300 экз. Заказ № 550.

Отпечатано в типографии ИПК СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.

СВОБОДНАЯ ЦЕНА

ISSN 2949-4796