



Вестник АПК Ставрополья

№ 1(49), 2023

НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2011 года,
4 раза в год.

Учредитель:
ФГБОУ ВО «Ставропольский
государственный аграрный
университет».

Территория
распространения:
Российская Федерация,
зарубежные страны.

Зарегистрирован в
Федеральной службе
по надзору в сфере связи
информационных технологий
и массовых коммуникаций
ПИ №ФС77-44573
от 15 апреля 2011 года.

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
№ 197-06 / 2011 R от
25 июня 2011 г.

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»: 833308

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Квочко
Андрей
Николаевич,**

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

Бобрывшев 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, декан факультетов агробиологии и земельных ресурсов, экологии и ландшафтной архитектуры, 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 Нанувич, 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 технических 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)

Скрипник Валентин Сергеевич, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии, хирургии и акушерства, декан факультетов ветеринарной медицины и биотехнологического, 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)

Шутко 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 аграрный университет (Краснодар, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Гулюкин Михаил Иванович, академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий лабораторией лейкозоологии, 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 РАН (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

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

Прохорова 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)



Bulleti of Agro-industrial complex of Stavropol Region

№ 1(49), 2023

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,
issued four in year

Founder:
FSBEI HE «Stavropol State
Agrarian University»

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
ПМ №ФЦ77-44573
from 15 April 2011.

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 Department of Library in the
database Russian Science Citation
Index on the basis of licensing
agreement № 197-06 / 2011 R
from June 25, 2011.

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)

Kaishev 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, Dean of the Faculties of Agrobiological and Land Resources, Ecology and Landscape Architecture, 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)

Oleinik 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, Dean of the Faculties of Veterinary Medicine 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**CONTENTS****АГРОИНЖЕНЕРИЯ****AGROENGINEERING**

Д. И. Грицай, А. Г. Немцев, А. И. Грицай, В. В. Одноприенко
ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУЛЬСАТОР ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

4

Gritsai D. I., Nemtsev A. G., Gritsai A. I., Odnoprienko V. V.
ELECTRONIC PULSATOR OF THE MILKING MACHINE

ВЕТЕРИНАРИЯ**VETERINARY**

И. А. Конакова, Ф. А. Медетханов, К. А. Пигузова
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО СРЕДСТВА «KN-73»
ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯЗВЕ ЖЕЛУДКА**

8

Konakova I. A., Medetkhanov F. A., Piguzova K. A.
**EFFECTIVENESS OF THE COMPLEX REMEDY «KN-73»
IN EXPERIMENTAL GASTRIC ULCER**

А. В. Петряева, В. И. Семёнова, В. И. Кузнецов, А. В. Ткачев,
О. Л. Ткачева
**ОСОБЕННОСТИ САПРОФИТНОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ
КОНТАМИНАЦИИ СПЕРМЫ FELIS CATUS**

13

Petryaeva A. V., Semenova V. I., Kuznetsov V. I., Tkachev A. V.,
Tkacheva O. L.
**FEATURES OF SAPROPHYTIC BACTERIAL CONTAMINATION
OF SEMEN FELIS CATUS**

М. П. Семенов, Д. П. Винокурова, А. А. Власенко,
К. А. Семенов, Е. В. Кузьмина
**ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСТНОЙ
ТКАНИ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОЦЕНКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ
ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА КАРТИСИЛАН**

19

Semenenko M. P., Vinokurova D. P., Vlasenko A. A., Semenenko K. A.,
Kuzminova E. V.
**HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES IN BONE TISSUE
OF WHITE RATS IN THE ASSESSMENT OF CHRONIC
TOXICITY OF THE DRUG KARTISILAN**

Р. Т. Сулайманова, А. Н. Квочко
**ПРЕНАТАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ЭСТРОГЕНОВ
НА ГОНАДЫ ПОТОМСТВА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ**

25

Sulaimanova R. T., Kvochko A. N.
**PRENATAL EFFECT OF ESTROGENS ON GONADS
OF OFFSPRING OF LABORATORY MICE**

ЖИВОТНОВОДСТВО**ANIMAL AGRICULTURE**

В. В. Гречко, Д. К. Овчинников
**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
МЫШЦ БЕДРА И ГОЛЕНИ КУР В ПОСТНАТАЛЬНОМ
ОНТОГЕНЕЗЕ**

28

Grechko V. V., Ovchinnikov D. K.
**MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE THIGH
AND LOWER LEG MUSCLES OF CHICKENS IN POSTNATAL
ONTOGENESIS**

Л.Н. Скорых, А.В. Скокова, А.А. Омаров, И.И. Дмитрик,
Н.С. Сафонова
**АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ
ГОРМОНА РОСТА И ЛЕПТИНА С ПАРАМЕТРАМИ
МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ У СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ
МЯСО-ШЕРСТНОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ**

33

Skorykh L. N., Skokova A. V., Omarov A. A., Dmitrik I. I.,
Safonova N. S.
**ASSOCIATION OF GROWTH HORMONE
AND LEPTIN GENE POLYMORPHISM WITH MEAT
PRODUCTIVITY PARAMETERS IN NORTH CAUCASIAN
SHEEP MEAT AND WOOL BREED**

РАСТЕНИЕВОДСТВО**CROP PRODUCTION**

М. М. Ал-Дарраджи, В. С. Цховребов
**АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
И СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕГО
КОМПЛЕКСА КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ЦЕЛИНЫ
И ПАШНИ В СРАВНЕНИИ С ПАЛЕОПОЧВОЙ**

37

Al-Darraji M. M., Tskhovrebov V. S.
**AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND CONDITION
OF THE SOIL-ABSORBING COMPLEX OF CHESTNUT SOIL
OF VIRGIN LAND AND ARABLE LAND IN COMPARISON
WITH PALEOSOIL**

О. И. Власова, Г. Р. Дорошко, О. Г. Шабалдас, И. А. Вольтерс,
Л. В. Трубачева
**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ
И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ
НА ЗЕРНО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ЗОНЕ
НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ**

42

Vlasova O. I., Dorogko G. R., Shabaldas O. G., Volters I. A.,
Trubacheva L. V.
**THE INFLUENCE OF THE SOIL TREATMENT SYSTEM
ON THE INDICATORS OF SOIL FERTILITY
AND THE YIELD OF CORN HYBRIDS
PER GRAIN WHEN CULTIVATED IN THE ZONE
OF UNSTABLE MOISTURE**

**Д. И. Грицай, А. Г. Немцев, А. И. Грицай, В. В. Одноприенко****Gritsai D. I., Nemtsev A. G., Gritsai A. I., Odnoprienko V. V.**

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУЛЬСАТОР ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

ELECTRONIC PULSATOR OF THE MILKING MACHINE

Приведен анализ рынка молочного скотоводства. Несмотря на различные беспрецедентные меры государственной поддержки, молочная отрасль остается одним из самых проблемных аспектов в экономике нашей страны. Для решения представленной проблемы авторским коллективом данной научной работы проведен анализ существующих исполнительных механизмов, отвечающих за образование пульсирующего вакуума во время доения лактирующих животных и являющихся основополагающим компонентом любого оборудования доения, в отсасывающих доильных аппаратах синхронного доения, а именно пульсаторов.

В рамках исследования были выявлены проблемы, связанные с качественными и техническими показателями оборудования доения. Таким образом, проведенный анализ помог выявить некоторые проблемные тенденции на рынке молочного скотоводства в нашей стране и предложить шаги по их устранению.

Для решения образовавшихся технологических нюансов и проблем авторским коллективом представлена разработка, при использовании которой будет исключаться ряд общих проблем для существующих конструкций пульсаторов и оптимизировано взаимодействие оборудования с живыми организмами с целью приблизить машинное доение к физиологическим особенностям процесса молокоотдачи в естественной среде обитания. Таких проблем, как неправильное соотношение тактов доения и отсутствие их дальнейшего регулирования и точечной настройки, изменяющееся в процессе доения число пульсаций и ненормированное соотношение временных промежутков тактов доения друг к другу (такт сосания, такт сжатия и такт отдыха при трехтактном доении).

Производство и реализация представленного решения могут привести к повышению уровня производительности, улучшению качества продукции и, как следствие, увеличению доходов в данной отрасли.

Ключевые слова: вакуум, пульсатор, АПК, доильный аппарат, животноводство, корова, молоко.

The article provides an analysis of the dairy cattle market. Despite various unprecedented government support measures, the dairy industry remains one of the most problematic aspects in the economy of our country. To solve the presented problem, the authors of this scientific work analyzed the existing actuators responsible for the formation of a pulsating vacuum during the milking of lactating animals and which are a fundamental component of any milking equipment in suction milking machines of synchronous milking, namely pulsators.

As part of the study, problems associated with the quality and technical performance of milking equipment were identified. Thus, the analysis helped to identify some problematic trends in the dairy cattle breeding market in our country and suggest steps to eliminate them.

To solve the resulting technological nuances and problems, the team of authors presented a development that will eliminate a number of common problems for existing pulsator designs and optimize the interaction of equipment with living organisms in order to bring machine milking closer to the physiological characteristics of the milk ejection process in the natural habitat. Problems such as the incorrect ratio of milking strokes and the lack of their further regulation and point adjustment, the number of pulsations that change during milking and the non-normalized ratio of time intervals of milking strokes to each other (since sucking, so compression and the rest stroke during three-stroke milking).

The production and implementation of the presented solution can lead to increased productivity levels, improved product quality and, as a result, increased income in this industry.

Key words: vacuum, pulsator, agro-industrial complex (AIC), milking machine, livestock, cow, milk.

Грицай Дмитрий Иванович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой машин и технологий АПК ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4267-4394
Тел.: 8-918-874-06-56
E-mail: gritcay_kirill@mail.ru

Немцев Алексей Геннадьевич – аспирант кафедры машин и технологий АПК ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9198-9920
Тел.: 8-961-442-90-71
E-mail: nemtsev.lesha@mail.ru

Грицай Алексей Иванович – аспирант кафедры машин и технологий АПК ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
Тел.: 8-962-450-26-00
E-mail: analittsm@mail.ru

Gritsai Dmitry Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Machines and Technologies of the Agro-Industrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 4267-4394
Tel.: 8-918-874-06-56
E-mail: gritcay_kirill@mail.ru

Nemtsev Alexsey Gennadievich – postgraduate student of Department of Machines and Technologies of the Agro-Industrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 9198-9920
Tel.: 8-961-442-90-71
E-mail: nemtsev.lesha@mail.ru

Gritsai Alexey Ivanovich – postgraduate student of Department of Machines and Technologies of the Agro-Industrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
Tel.: 8-962-450-26-00
E-mail: analittsm@mail.ru

Одноприенко Владимир Викторович – магистрант инженерно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
Тел.: 8-968-276-01-39
E-mail: vladimir.odnoprienko@gmail.com

Odnoprienko Vladimir Viktorovich – master's student of the Department of Machines and Technologies of the Agroindustrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
Tel.: 8-968-276-01-39
E-mail: vladimir.odnoprienko@gmail.com

Доильные аппараты являются исполнительным механизмом доильной установки (машины), действующей по принципу отсасывания молока из вымени коровы при помощи вакуума вакуумным насосом. Он может выступать как автоматизированный агрегат (индивидуальный доильный аппарат).

Основной технический узел, обеспечивающий процесс машинного доения коров, – пульсатор. Он является основополагающим механизмом каждой доильной машины (неким, если можно сказать, «сердцем» доильного оборудования) и выполняет функцию автоматического переключателя вакуума и атмосферного давления для межстенных камер доильных стаканов [1]. Качество работы пульсатора определяет как эксплуатационную надежность всего доильного аппарата, так и его рабочие параметры (число пульсаций, соотношение тактов, характер воздействия сосковой резины на соски коровы и т. д.).

В настоящее время производится и поставляется на рынок широкий спектр пульсаторов доильных аппаратов. К примеру, пульсатор мембранного типа от аппарата доильного унифицированного АДУ-1 [2]. Он имеет ряд существенных недостатков. Это постоянная частота пульсаций (60 в мин^{-1}); отсутствие стимулирующих импульсов при доении и, следовательно, их индивидуальная настройка; отсутствие настройки тактов доения (такта сосания и такта отдыха), а также невысокая надёжность и отсутствие возможности регулирования скорости открывания конусного клапана.

Также на рынке существуют наиболее близкие по технической сущности электромагнитные пульсаторы. Одними из основных недостатков большинства доступных на рынке электропульсаторов являются высокая стоимость и сложность их конструкции. Это может приводить к простоям доильного оборудования при проведении технического обслуживания и ремонта. Кроме того, из-за слабо развитой сети сервисных центров работа с нестандартным оборудованием часто затруднена, что несет за собой убытки компаниям АПК [3].

К примеру, электропульсаторы «Master», разработанные итальянской фирмой, основополагающим тезисом которой является: «Молоко – наша торговля, молоко – наша страсть» – «Milkline». В данных пульсаторах имеется возможность регулирования давления в межстенных камерах доильных стаканов, которое осуществляется за счет работы электромагнитного привода (движения в нем силиконо-

вых мембран). Данное оборудование относится к вектору развития доильных пульсаторов, направленному на максимальное изолирование работающих органов от внешней среды: имеет закрытый корпус и фильтр для используемого атмосферного воздуха. Основополагающим недостатком электромагнитных пульсаторов является сложность технологии производства встроенных в систему электромагнита силиконовых мембран, что приводит к повышению конечной стоимости данного оборудования и усложнению последующего ремонта.

Также частным случаем могут выступить электропульсаторы фирмы «Westfalia Surge» серии «Арех», которые рассчитаны на эксплуатацию в сложных условиях. Они имеют пониженный уровень шума и хорошую энергоэффективность. Одним из недостатков электромагнитных пульсаторов данной фирмы является потребность в наличии системы подачи очищенного атмосферного воздуха, что повышает конечную стоимость доильной установки за счет необходимости установки качественного фильтрующего элемента в пульсатор. В свою очередь, в представляемом решении будет применяться фильтр собственной разработки, направленный на максимальную оптимизацию данной тематики.

Авторским коллективом предложена конструкция пульсатора, который будет иметь возможность настройки и лишен недостатков представленного оборудования. Пульсатор состоит из корпуса 1, внутри которого расположен клапанный механизм, который активируется механизмом кулисного типа (на рисунке не обозначено) от мотора-редуктора 2 (это мотор-редуктор для настройки через платформу «Arduino»), управляемого специализированным электронным блоком управления 3, закреплённым на крышке 4, которую можно снять. Механизм-кулиса фиксируется к мотору-редуктору 2 со смещением от центра на четверть диаметра и состоит из диска в форме эллипса 5 с кулисой 6 таким образом, что она свободно перемещается внутри этого диска между верхней 7 и нижней 8 стенками. Верхняя часть корпуса разрабатываемого пульсатора оборудована патрубком постоянного вакуума 9 и патрубком переменного вакуума 10, которые соединены через коллектор с межстенными камерами доильных стаканов. Также в верхней крышке пульсатора 12 выполнен атмосферный канал 11 с фильтром 13 и уплотнительным кольцом 14. В верхней части корпуса 1 имеется отверстие 15, разделяющее камеру постоянного вакуума 16 и камеру переменного вакуума 17. В данное отверстие вставлен вал 18,

который ввинчивается в кулису 6. В конце вала 18 жестко закреплен конусный клапан 19, а в его нижней части расположен клапан 20 в форме диска с фиксирующим упором 21, который находится на скользящей посадке.

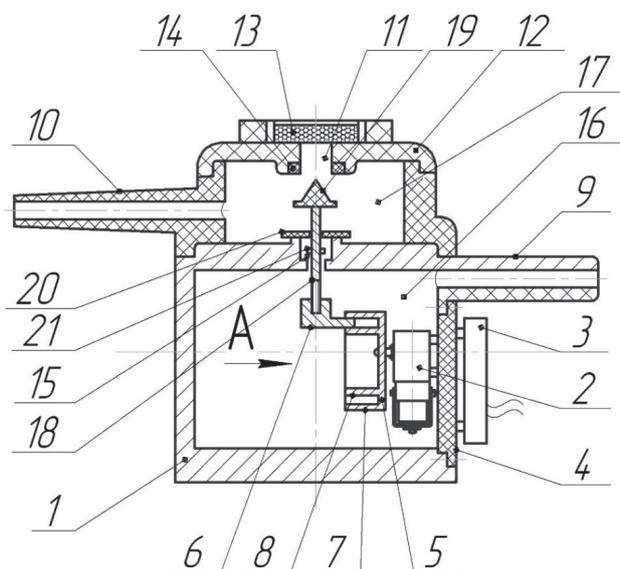


Рисунок – Устройство электромагнитного пульсатора:

- 1 – корпус; 2 – мотор-редуктор;
- 3 – электронный блок управления;
- 4 – съемная боковая крышка; 5 – диск в форме эллипса; 6 – кулиса; 7 – верхняя стенка кулисного механизма; 8 – нижняя стенка кулисного механизма; 9 – патрубок постоянного вакуума; 10 – патрубок переменного вакуума; 11 – атмосферный канал; 12 – верхняя крышка; 13 – сменный фильтр; 14 – уплотнительное кольцо круглого сечения; 15 – спец. отверстие; 16 – камера постоянного вакуума; 17 – камера переменного вакуума; 18 – вал; 19 – конусный клапан; 20 – нижний клапан (в форме диска); 21 – упор нижнего клапана

Система управления работой доильного аппарата функционирует таким образом, что при начале доения управляющие сигналы передаются на электронный блок управления 3 с помощью мобильного телефона или планшета в зависимости от выбранного режима работы. Конусный клапан 19, закрепленный на валу 18 и ввинченный в кулису 6 формы эллипса 5, может свободно перемещаться внутри диска и изменять динамику процесса перехода между тактом сосания и тактом сжатия, что позволяет исключить резкие захлопывания сосковой резины. Число циклов доения и их продолжительность задаются количеством оборотов мотора-редуктора 2, а требуемые режимы доения и преддоильного массажа вымени, а также стимулирующие импульсы задаются через специализированное программное обеспечение и систему управления.

Электромагнитный пульсатор, предложенный авторским коллективом, отличается от существующих на рынке пульсаторов наличием отверстия 15 в верхней части корпуса 1 и нижнего клапана 20 в форме диска, что позволяет уменьшить расход воздуха при работе доильного аппарата. Атмосферный канал 11 в верхней крышке 12 снабжен уплотнительным кольцом круглого сечения 14, что повышает надежность конструкции электромагнитного пульсатора за счет снижения ударной нагрузки на конусный клапан 19.

Применение заявляемого электромагнитного пульсатора позволит уменьшить негативное влияние доильных машин на здоровье животных за счет уменьшения механических нагрузок на ткани соска и исключения обратного тока молока в камере соска (исключение образования маститных заболеваний), а также для приведения машинного доения в соответствие с физиологическими особенностями процесса молокоотдачи у лактирующих животных. За счет этого увеличится их хозяйственное использование в молочном животноводстве. Также применение решения авторского коллектива данной научной работы уменьшит расход воздуха в процессе работы доильного оборудования и повысит надежность использования конструкции аппаратов.

Анализ представленного аналога, при представлении технических характеристик разработки и большей части рынка электропульсаторов, позволил авторскому коллективу создать электромагнитный пульсатор собственной разработки, который является перспективной альтернативой данного сегмента. Техническое решение является защищенным специализированной документацией, разработанным авторским коллективом (патент на изобретение под номером 215147) [4].

Проведенные аналитические исследования позволили заключить следующее:

- пульсатор должен иметь постоянное или, по крайней мере, не изменяемое во время эксплуатации число пульсаций, но с возможностью регулирования до. Так как изменение числа пульсаций во время доения является одним из факторов, тормозящих рефлекс молокоотдачи у коровы до 1,5 раза;
- пульсатор, как и число его пульсаций, должен иметь нормированное соотношение времени тактов доения друг к другу (при двухтактном, к примеру, 50 % на 50 %), что напрямую влияет на качественные показатели доения (время, количество молока, его качество и др.);
- соотношение тактов доения – важное техническое значение.

Разработка за счет исключения непредвиденного изменения числа пульсаций сохранит молокоотдачу, а за счет настройки числа пульсаций оптимизирует ее на 10–25 %. В разработанном пульсаторе присутствует настройка соотношения времени тактов доения друг к

другу (такт сосания можно будет изменять от 40 до 80 %). В электромагнитном пульсаторе будет осуществляться регулировка соотношения тактов в зависимости от интенсивности молокопроизводства КРС, чтобы понизить вредное влияние холостого доения на вымя коровы, что,

в свою очередь, может снизить процент образования мастита [5].

Разработанное оборудование будет применяться на животноводческих фермах, комплексах по производству молока, крестьянско-фермерских хозяйствах и личных подсобных хозяйствах.

Литература

1. Обеспечение стабильной работы вакуумной системы доильных установок / И. В. Капустин, Д. И. Грицай, А. Г. Немцев, А. А. Стариков // Аграрная наука и производство в условиях становления цифровой экономики Российской Федерации и мирового сообщества : сб. науч. тр. по материалам 17-й Междунар. науч.-практ. конф. факультета механизации сельского хозяйства, в рамках 23-й специализированной агропромышленной выставки «Агроуниверсал-2021» и 21-й Российской выставки племенных овец и коз. Ставрополь, 2021. С. 27–32.
2. The milking unit adapted to the physiological requirements for machine milking of cows / I. V. Kapustin, E. I. Kapustina, D. I. Gritsai [et al.] // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Ser. «Lecture Notes in Networks and Systems». Heidelberg, 2021. С. 1011–1020.
3. Техника и технологии в животноводстве : учебное пособие / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. Санкт-Петербург : Изд-во «Лань», 2022.
4. Пат. 215147 U1 Российская Федерация МПК A01J 7/00 (2006.01). Электромагнитный пульсатор доильного аппарата / Д. И. Грицай, И. В. Капустин, В. В. Одноприенко, А. Г. Немцев, Р. А. Базаров, Д. В. Запорожец, В. В. Швецов ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. № 2022116787 ; заявл. 22.06.2022 ; опубл. 30.11.2022, Бюл. № 34.
5. Обоснование режимных параметров физиологически адаптированного доильного аппарата / М. И. Селионова, И. В. Капустин, В. С. Скрипкин, Д. И. Грицай // Зоотехния. 2019. № 8. С. 29–32.

References

1. Ensuring the stable operation of the vacuum system of milking machines / I. V. Kapustin, D. I. Gritsai, A. G. Nemtsev, A. A. Starikov // Agrarian science and production in the context of the formation of the digital economy of the Russian Federation and the world community : collection of scientific papers based on the materials of the 17th International Scientific and Practical Conference of the Faculty of Agricultural Mechanization, within the framework of the 23rd specialized agro-industrial exhibition «Agrouniversal-2021» and the 21st Russian exhibition of breeding sheep and goats. Stavropol, 2021. P. 27–32.
2. The milking unit adapted to the physiological requirements for machine milking of cows / I. V. Kapustin, E. I. Kapustina, D. I. Gritsai [et al.] // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Ser. «Lecture Notes in Networks and Systems». Heidelberg, 2021. P. 1011–1020.
3. Equipment and technologies in animal husbandry : textbook / V. I. Trukhachev, I. V. Atanov, I. V. Kapustin, D. I. Gritsai. Saint Petersburg : Publishing house «Lan», 2022.
4. Patent 215147 U1 of Russian Federation IPC A01J 7/00 (2006.01). Electromagnetic pulsator of the milking machine / D. I. Gritsai, I. V. Kapustin, V. V. Odnoprienko, A. G. Nemtsev, R. A. Bazarov, D. V. Zaporozhets, V. V. Shvetsov ; applicant and patent holder of the Stavropol State Agrarian University. № 2022116787 ; announced 22.06.2022 ; published 30.11.2022, Bulletin № 34.
5. Substantiation of regime parameters of a physiologically adapted milking machine / M. I. Selionova, I. V. Kapustin, V. S. Skripkin, D. I. Gritsai // Zootechny. 2019. № 8. P. 29–32.

**И. А. Конакова, Ф. А. Медетханов, К. А. Пигузова**

Konakova I. A., Medetkhanov F. A., Piguzova K. A.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО СРЕДСТВА «KN-73» ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯЗВЕ ЖЕЛУДКА

EFFECTIVENESS OF THE COMPLEX REMEDY «KN-73» IN EXPERIMENTAL GASTRIC ULCER

На сегодняшний день современные условия ведения животноводства невозможно представить без применения технологических процессов, что, с одной стороны, облегчает труд человека, а с другой – оказывает негативное влияние на организм животных, выступая в роли стресс-фактора. Совокупность этих факторов отражается на продуктивности, плодовитости, сохранности поголовья, а также на системах организма, например органах пищеварения. Известно, что именно пищеварительная система «остро» реагирует на внешние раздражители, что сопровождается нарушениями процессов пищеварения и, как следствие, приводит к возникновению различных патологий, в основе которых зачастую лежат воспалительные явления. Несмотря на богатый арсенал уже имеющихся лекарственных препаратов, в настоящее время интерес представляют растительные средства из доступного природного сырья. Учитывая это, нами была проведена серия опытов по изучению возможной противовоспалительной активности комплексного растительного средства под лабораторным шифром «KN-73». Для более точной оценки влияния средства на репаративные процессы и сроки выздоровления животных было смоделировано два типа экспериментальных язв желудка, вызванных внутрижелудочным введением раствора диклофенака натрия и ацетилсалициловой кислоты. Установлено положительное влияние средства на общее состояние животных, обменные процессы, регенерацию и сроки выздоровления, что находит подтверждение в картине крови, количестве язв и рубцов на слизистой желудка.

Ключевые слова: противовоспалительная активность, комплексное растительное средство, язвотроген, лабораторные животные, гематологический профиль, диклофенак натрия, ацетилсалициловая кислота.

To date, modern conditions of animal husbandry cannot be imagined without the use of technological processes, which, on the one hand, facilitates human labor, and, on the other, has a negative impact on the animal body, acting as a stress factor. The combination of these factors affects productivity, fertility, livestock safety, as well as body systems, for example, digestive organs. It is known that it is the digestive system that reacts «acutely» to external stimuli, which is accompanied by disorders of the digestive processes and, as a consequence, the emergence of various pathologies, which are often based on inflammatory phenomena. Despite the rich arsenal of already available medicines, herbal remedies from available natural raw materials are currently of interest. Taking this into account, we conducted a series of experiments to study the possible anti-ulcer activity of a complex herbal remedy under the laboratory cipher «KN-73». For a more accurate evaluation of the agent influence on the reparative processes and recovery time of animals, we created two types of experimental gastric ulcers, caused by intragastric injection of a solution of diclofenac sodium and acetylsalicylic acid. Our study established a positive effect of the drug on the general condition of animals, metabolic processes, regeneration and recovery time, what is confirmed through indicators of body weight, blood composition, the number of ulcers and scars on the gastric mucosa.

Key words: anti-ulcer activity, complex herbal remedy, ulcerogen, laboratory animals, hematological profile, diclofenac sodium, acetylsalicylic acid.

Конакова Ирина Александровна – кандидат ветеринарных наук, ассистент кафедры биологии, генетики и разведения животных ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана» г. Казань
РИНЦ SPIN-код: 8199-2367
Тел.: 8-919-693-75-48
E-mail: ira.konakova@yandex.ru

Konakova Irina Aleksandrovna – Candidate of Veterinary Sciences, Assistant of the Department of Biology, Genetics and Animal Breeding FSBEI HE «Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman» Kazan
RSCI SPIN-code: 8199-2367
Tel.: 8-919-693-75-48
E-mail: ira.konakova@yandex.ru

Медетханов Фазил Акберович – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой фармакологии, токсикологии и радиобиологии ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана» г. Казань
РИНЦ SPIN-код: 2295-8834
Тел.: 8-927-417-83-51
E-mail: ffazilak2@mail.ru

Medetkhanov Fazil Akberovich – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pharmacology, Toxicology and Radiobiology FSBEI HE «Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman» Kazan
RSCI SPIN-code: 2295-8834
Tel.: 8-927-417-83-51
E-mail: ffazilak2@mail.ru

Пигузова Кристина Андреевна – аспирант кафедры фармакологии, токсикологии и радиобиологии ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана» г. Казань
РИНЦ SPIN-код: 8654-5078
Тел.: 8-904-719-44-42
E-mail: kristipiguzova@gmail.com

Piguzova Kristina Andreevna – postgraduate student of the Department of Pharmacology, Toxicology and Radiobiology FSBEI HE «Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman» Kazan
RSCI SPIN-code: 8654-5078
Tel.: 8-904-719-44-42
E-mail: kristipiguzova@mail.ru

В настоящее время болезни органов пищеварения, такие как гастриты и язвенные поражения слизистой оболочки, занимают одно из лидирующих мест по распространенности и частоте возникновения среди населения. Традиционная фармакотерапия данных патологий предусматривает воздействие на основные звенья патогенеза и зачастую не гарантирует абсолютной эффективности лечения, что объясняется полиэтиологичностью и сложностью механизмов развития заболеваний. Известно, что язвенная болезнь является не местным поражением слизистой, а заболеванием организма в целом, связанным, прежде всего, с нарушением нервных и гуморальных механизмов. Нарушение процессов расщепления и всасывания питательных веществ приводит к деструктивным изменениям в других органах и системах, что сказывается на работе всего организма [1]. Учитывая данный аспект, при терапии этой патологии необходимо воздействовать не только на причину болезни, но и коррегировать нарушение метаболизма и репаративные процессы. В связи с этим актуальной проблемой является поиск новых и совершенствование уже имеющихся схем лечения, позволяющих снизить риск рецидивов и воздействовать на организм комплексно.

Особого внимания в данном направлении заслуживает фитотерапия, которая с древних времен используется человеком для лечения многих патологий и с успехом применяется в настоящее время практикующими врачами как альтернатива или дополнение к синтетическим препаратам. Интерес к лекарственным растениям прежде всего связан с их комплексным и более мягким воздействием на организм, низкой токсичностью, а также возможностью длительного применения.

Целью настоящих исследований явилось изучение противоязвенной активности комплексного растительного средства под лабораторным шифром «KN-73» на моделях язвенных поражений слизистой желудка, вызванных различными ульцерогенами.

Для экспериментального исследования возможной противоязвенной активности разработанного средства моделировали два типа язв. Первую модель «диклофенаковой язвы» воспроизводили путем однократного внутривидеоочного введения нестероидного противовоспалительного препарата диклофенака натрия в виде 2,5 % раствора в дозе 62,5 мг/кг массы тела. Вторую – «ацетилсалициловая язва» – воспроизводили путем введения per os ацетилсалициловой кислоты в дозе 150 мг/кг один раз в сутки в течение 3 дней [2, 3]. Исследование противоязвенной активности проводили на 50 аутбредных нелинейных самцах лабораторных крыс массой тела 180,0–200,0 граммов, разделенных по принципу пар аналогов на 5 групп, по

десять животных в каждой. Первая группа – интактная, служила «фоном» для оценки состояния слизистой желудка и гематологического профиля. Вторая и третья – опытные, четвертая и пятая – контрольные группы крыс. У животных второй опытной и четвертой контрольной групп индуцировали «диклофенаковую язву», а третьей опытной и пятой контрольной – «ацетилсалициловую язву». Крыс опытных групп лечили спустя 5 часов после введения ульцерогена. Для этого использовали средство «KN-73», внутримышечно трехкратно с интервалом 48 часов в дозе 0,3 мл. Контрольные животные лечению не подвергались.

Для проведения манипуляций использовали зонд с оливой на конце для внутрижелудочного введения, для внутримышечных инъекций – инсулиновые шприцы. В течение опытного периода, длительность которого составила 14 суток, проводили осмотр животных, при этом обращали внимание на состояние видимых слизистых оболочек, шерстного покрова, двигательную активность и пищевую возбудимость. Исследование слизистой проводили путем макроскопической оценки, предварительно проведя эвтаназию животных эфиром диэтиловым с последующим вскрытием пяти животных на 7-е и 14-е сутки эксперимента. Желудки при этом извлекали из брюшной полости, промывали, вскрывали по малой кривизне и очищали от содержимого, обращая внимание на цвет, отечность и складчатость слизистых. При этом регистрировали наличие крупных язв ($d \geq 3,0$ мм), средних ($d = 1-3$ мм) и мелких язв ($d < 1,0$ мм).

Для более детальной оценки антиульцерогенных свойств разработанного средства нами был изучен гематологический профиль животных с подсчетом основных показателей. Забор крови осуществляли из яремной вены путем декапитации. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программы Statistica Advanced 10.0, аналитического пакета программ Excel. Достоверность различий выборок оценивали методами параметрического анализа по критериям t Стьюдента. Уровень статистической значимости различий принимали равным 5 % ($p=0,05$).

В ходе исследований установлено, что изучаемые параметры у животных интактной группы находились в пределах физиологической нормы. В частности, крысы были активными, аппетит сохранен, шерстный покров гладкий, блестящий, а видимые слизистые оболочки имели бледно-розовый цвет. Однако у животных контрольных и опытных групп наблюдались небольшие отклонения по сравнению со своими сверстниками. Так, крысы в момент введения ульцерогена и инъекции средства вели себя беспокойно и агрессивны, отмечены кратковременная тахикардия и тахипноэ в течение 2–3 минут, а также произвольные акты мочеиспускания и дефекации. Крысы сбивались в кучу и забивались в угол

клетки. Данные явления проходили в течение 30–40 минут и связаны, на наш взгляд, с болевой реакцией. В последующие сроки самцы крыс опытных групп были более активны, осуществляли груминг, охотно принимали корм и воду. В то же время, наблюдая за контрольными группами, мы выявили снижение аппетита и двигательной активности. Животные сбивались в кучу, не реагировали на внешние раздражители, наблюдалась анемия видимых слизистых оболочек. Стоит отметить, что данные отклонения в контрольных группах регистрировались до 7-х суток эксперимента.

Общеизвестно, что любой патологический процесс в той или иной степени отражается на особенностях состава циркулирующей крови, ввиду чего нами была дана оценка гематологическому профилю подопытных животных на разных сроках исследований при моделировании двух типов язвенных поражений [4]. В таблице 1 представлены данные об изменении гематологических показателей у крыс, по-

лучавших в качестве ульцерогена раствор диклофенака натрия. Установлено отсутствие достоверной разницы в начале эксперимента, при этом все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы для данного вида животного. На 7-е сутки исследований нами отмечено достоверное снижение количества эритроцитов, уровня гемоглобина и гематокрита на 46; 31,4 и 25,3 % в контроле и на 34,6; 21,5 и 19,5 % в опыте, что, на наш взгляд, связано с явлениями анемии. Уровень лейкоцитов, имеющих высокий уровень реактивности в ответ на действие альтеризирующего фактора, наоборот, достоверно превышает значения интактной группы почти вдвое в обеих группах. Скорость оседания эритроцитов, как косвенный показатель наличия патологического процесса в организме, также достоверно превышает значения интактной группы, однако в опытной группе разница составляет 74,6 %, тогда как в контроле превышает почти в четыре раза.

Таблица 1 – Влияние «KN-73» на гематологические показатели при диклофенак индуцированной язве желудка

Показатель	Группа		
	Интактная	Контрольная	Опытная
7-е сутки			
Эритроциты, $\times 10^{12}$	7,8 \pm 0,32	4,18 \pm 0,24**	5,1 \pm 0,44*
Гемоглобин, г/л	106,2 \pm 2,4	72,8 \pm 3,12**	83,4 \pm 2,45**
Гематокрит, %	45,2 \pm 1,12	33,8 \pm 2,24*	36,4 \pm 2,66*
Лейкоциты, $\times 10^9$	8,8 \pm 0,66	16,2 \pm 2,44***	13,6 \pm 2,18*
СОЭ, мм/ч	1,42 \pm 0,11	4,66 \pm 1,6**	2,48 \pm 0,64*
14-е сутки			
Эритроциты, $\times 10^{12}$	8,1 \pm 1,11	4,92 \pm 1,48*	6,01 \pm 1,86
Гемоглобин, г/л	114,4 \pm 4,12	84,8 \pm 2,62**	96,6 \pm 3,77
Гематокрит, %	44,8 \pm 2,44	36,4 \pm 1,82*	38,8 \pm 2,28
Лейкоциты, $\times 10^9$	9,16 \pm 0,94	14,4 \pm 1,22*	10,8 \pm 1,38
СОЭ, мм/ч	1,13 \pm 0,22	3,24 \pm 0,42**	1,68 \pm 0,27

Примечание: *, **, *** – уровни достоверности различия, соответственно $p \leq 0,05$; $\leq 0,01$ и $\leq 0,001$.

Анализируя полученные данные на заключительном этапе исследований, можно сделать вывод, что крысы опытной группы, получавшие изучаемое средство, не достигли значений интактной группы, однако разница была недостоверной, что свидетельствует о выздоровлении животных. В то же время в контроле регистрировались явления анемии, что подтверждается более низким уровнем эритроцитов, гемоглобина и гематокрита на 39,3; 25,8 и 18,8 % соответственно при $p \leq 0,05$ и $\leq 0,01$. Одновременно с этим отмечен и лейкоцитоз с достоверным повышением уровня лейкоцитов на 57,2 % по сравнению с интактными аналогами, а также показатель СОЭ, превышающий таковой у здоровых сверстников в три раза.

Однонаправленный характер изменений в картине крови нами отмечен и в группах животных, в которых в качестве альтеризирующего фактора использовали ацетилсалициловую кисло-

ту. В частности, на 7-е сутки исследований у крыс контрольной и опытной групп также наблюдались признаки малокровия с достоверным снижением уровней эритроцитов, гемоглобина и гематокрита, а также лейкоцитоз и повышение уровней СОЭ, свидетельствующие о наличии воспаления в организме (табл. 2). Аналогичная картина изменений в гематологическом профиле наблюдалась в контрольной группе и на заключительном этапе исследований, о чем свидетельствуют табличные данные. В частности, количество эритроцитов, уровень гемоглобина и величина гематокрита были достоверно ниже интактных аналогов на 38; 21,3 и 18,7 % соответственно, а наличие воспалительной реакции подтверждается высоким уровнем лейкоцитов и СОЭ. В то же время показатели крови крыс опытной группы не имели достоверных различий по сравнению со здоровыми животными.

Таблица 2 – Влияние «KN-73» на гематологические показатели при «ацетилсалициловой» язве желудка

Показатель	Группа		
	Интактная	Контрольная	Опытная
7-е сутки			
Эритроциты, $\times 10^{12}$	7,8 \pm 0,32	4,24 \pm 0,3*	5,4 \pm 0,24*
Гемоглобин, г/л	106,2 \pm 2,4	76,6 \pm 4,18**	88,2 \pm 3,15**
Гематокрит, %	45,2 \pm 1,12	35,2 \pm 2,21*	38,7 \pm 2,28
Лейкоциты, $\times 10^9$	8,8 \pm 0,66	15,8 \pm 2,18**	13,2 \pm 2,32*
СОЭ, мм/ч	1,42 \pm 0,11	4,24 \pm 1,4**	2,36 \pm 0,14*
14-е сутки			
Эритроциты, $\times 10^{12}$	8,1 \pm 1,11	5,11 \pm 1,34*	6,38 \pm 2,08
Гемоглобин, г/л	114,4 \pm 4,12	88,8 \pm 2,46**	99,4 \pm 3,44
Гематокрит, %	44,8 \pm 2,44	36,6 \pm 1,82*	40,2 \pm 2,77
Лейкоциты, $\times 10^9$	9,16 \pm 0,94	13,6 \pm 1,67*	10,02 \pm 1,68
СОЭ, мм/ч	1,13 \pm 0,22	2,96 \pm 0,2**	1,62 \pm 0,14

Примечание: *, **, *** – уровни достоверности различия, соответственно $p \leq 0,05$; $\leq 0,01$ и $\leq 0,001$.

Для подтверждения данных, полученных при исследовании крови, нами был осуществлен подсчет количества дефектов слизистых при моделировании разных типов язв. В таблице 3 представлены данные о влиянии изучаемого средства на репаративные процессы при диклофенаковой язве. Вскрытием на 7-е сутки установлено, что количество крупных язв у крыс опытной группы достоверно ниже на 50 % по сравнению с контролем. Количество средних и мелких язв также меньше на 33,3 и 77,9 %, однако разница недостоверная. На 14-е сутки зарегистрировано отсутствие язв у животных опытной группы, однако отмечены единичные рубцы, что согласуется с

картиной крови. В то же время у контрольных аналогов выявлено небольшое количество язв всех типов. Эти данные согласуются с исследованиями, проведенными рядом авторов [5, 6].

Анализируя табличные данные, полученные при введении ацетилсалициловой кислоты, установили однонаправленный характер изменений на 7-е сутки эксперимента (табл. 4). В частности, количество крупных язв было достоверно ниже на 76,9 %, а уровень средних и мелких не достигал такового в контроле. На заключительном этапе исследований в опытной группе отмечены мелкие язвы, однако их количество меньше, чем в контроле, в 4 раза.

Таблица 3 – Количество язв при «диклофенаковой» язве желудка

Группа	7-е сутки			14-е сутки		
	Крупные	Средние	Мелкие	Крупные	Средние	Мелкие
Интактная	–	–	–	–	–	–
Контрольная	1,8 \pm 0,14	2,1 \pm 0,18	2,9 \pm 0,12	0,6 \pm 0,11	0,9 \pm 0,28	0,3 \pm 0,1
Опытная	0,9 \pm 0,11*	1,4 \pm 0,22	0,64 \pm 0,24	рубцы	рубцы	–

* Уровни достоверности различия, соответственно $p \leq 0,05$.

Таблица 4 – Количество язв при «ацетилсалициловой» язве желудка

Группа	7-е сутки			14-е сутки		
	Крупные	Средние	Мелкие	Крупные	Средние	Мелкие
Интактная	–	–	–	–	–	–
Контрольная	2,6 \pm 0,32	2,8 \pm 0,65	3,1 \pm 0,24	1,1 \pm 0,18	1,6 \pm 0,32	0,8 \pm 0,19
Опытная	0,6 \pm 0,27*	1,2 \pm 0,42	0,88 \pm 0,12	–	рубцы	0,2 \pm 0,02

Литература

1. Беляева Ю. Н. Болезни органов пищеварения как медико-социальная проблема // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013. Т. 3. С. 566–567.
2. Миронов А. Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. М. : Гриф и К, 2012. 944 с.
3. Хабриев Р. У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению

References

1. Belyaeva Yu. N. Diseases of the digestive organs as a medical and social problem // Bulletin of medical Internet conferences. 2013. Vol. 3. P. 566–567.
2. Mironov A. N. Guidelines for conducting pre-clinical studies of medicines. M. : Grif and K, 2012. 944 p.
3. Khabriev R. U. Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological

- новых фармакологических веществ. М. : ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 832 с.
4. Ажикова А. К., Журавлева Г. Ф. Исследование гематологических показателей крыс в норме и в условиях термического воздействия // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 2. С. 21–30.
 5. Конакова И. А. Использование средства Иралкон при экспериментальной язве желудка // Ученые записки КГАВМ. 2020. Т. 243 (III). С. 127–131.
 6. Медетханов Ф. А. Фармако-токсикологические свойства растительного средства Нормотрофин и его применение в ветеринарии : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Казань, 2015. 47 с.
- substances. М. : JSC «Publishing «Medicine», 2005. 832 p.
 4. Azhikova A. K., Zhuravleva G. F. Study of hematological parameters of rats in normal and under thermal exposure // Modern problems of science and education. 2016. № 2. P. 21–30.
 5. Konakova I. A. The use of Iralcon in experimental gastric ulcer // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2020. Vol. 243 (III). P. 127–131.
 6. Medetkhanov F. A. Pharmacotoxicological properties of the herbal remedy Normotrophin and its application in veterinary medicine : abstract. dis. ... doctor of biological Sciences. Kazan, 2015. 47 p.

УДК 57:619:591.16

DOI: 10.31279/222-9345-2023-12-49-13-18

EZIUFA

Дата поступления статьи в редакцию: 20.03.2023

**А. В. Петряева, В. И. Семёнова, В. И. Кузнецов, А. В. Ткачев,
О. Л. Ткачева****Petryaeva A. V., Semenova V. I., Kuznetsov V. I., Tkachev A. V., Tkacheva O. L.**

ОСОБЕННОСТИ САПРОФИТНОЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ КОНТАМИНАЦИИ СПЕРМЫ FELIS CATUS

FEATURES OF SAPROPHYTIC BACTERIAL CONTAMINATION OF SEMEN FELIS CATUS

Во всех действующих государственных стандартах к сперме животных прописано максимально допустимое количество общей бактериальной обсемененности до 5000 КОЕ/см³ в нативной сперме и до 500 КОЕ/см³ в заморожено-оттаянной сперме. Подобные нормативы отсутствуют для спермы *Felis catus*. Цель работы – изучить особенности общей сапрофитной бактериальной контаминации препуциальной полости и спермы *Felis catus* разных пород для разработки максимально допустимого уровня контаминации спермы микроорганизмами. Наибольший уровень сапрофитной бактериальной контаминации спермы котов после оттаивания установлен у котов породы сфинкс, что на 9970,37 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от котов сибирской породы, на 1092,9 КОЕ/см³ больше ($P < 0,05$) котов русской голубой породы, на 10165,08 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от самцов персидской породы, 9431,76 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от котов породы мейн-кун, на 5078,33 КОЕ/см³ больше ($P < 0,01$) от европейской породы, на 9679,78 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от британской породы и на 11849,14 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от котов бельгийской породы. Полученные результаты позволяют нам предположить, что максимально допустимое количество сапрофитных бактерий для *Felis catus* может иметь породные отличия. Например, для нативной спермы европейской породы это может быть уровень до 6000 КОЕ/см³, для русской голубой породы этот уровень может составить до 7000–7500 КОЕ/см³, для породы сфинкс до 8000–8500 КОЕ/см³. Для остальных пород можно предлагать такой же уровень, как и для всех сельскохозяйственных животных – до 5000 КОЕ/см³.

Ключевые слова: сперма, физиология, криоконсервирование, воспроизводство, домашний кот, сапрофитные бактерии, порода.

All current state standards for animal sperm prescribe the maximum permissible amount of total bacterial contamination up to 5000 CFU/cm³ in native sperm and up to 500 CFU/cm³ in frozen-thawed sperm. There are no similar standards for *Felis catus* sperm. The aim of the work is to study the features of the general saprophytic bacterial contamination of the preputial cavity and *Felis catus* sperm of different breeds in order to develop the maximum permissible level of contamination of sperm by microorganisms. The highest level of saprophytic bacterial contamination of cats after thawing was found in Sphinx cats, which is 9970.37 CFU/cm³ more ($P < 0.001$) from Siberian cats, 1092.9 CFU/cm³ more ($P < 0.05$) from Russian blue cats, 10165.08 CFU/cm³ more ($P < 0.001$) from males of the Persian breed, 9431.76 CFU/cm³ more ($P < 0.001$) from Maine Coon cats, 5078.33 CFU/cm³ more ($P < 0.01$) from the European breed, 9679.78 CFU/cm³ more ($P < 0.001$) from the British breed and 11849.14 CFU/cm³ more ($P < 0.001$) from cats of the Belgian breed. The obtained results allow us to assume that the maximum allowable number of saprophytic bacteria for *Felis catus* may have breed differences. For example, for native sperm of European breed, this can be up to 6000 CFU/cm³, for the Russian blue breed, this level can be up to 7000–7500 CFU/cm³, for the Sphinx breed up to 8000–8500 CFU/cm³. For other breeds, you can offer the same level as for all farm animals – up to 5000 CFU/cm³.

Key words: semen, physiology, cryopreservation, reproduction, domestic cat, saprophytic bacteria, breed.

Петряева Алина Вадимовна – педагог дополнительного образования кафедры общеобразовательных дисциплин Института русского языка ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» г. Москва
Тел.: 8-991-385-23-10
E-mail: petryaeva-av@rudn.ru

Семёнова Валентина Ивановна – кандидат ветеринарных наук, доцент департамента ветеринарной медицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 2152-5318
Тел.: 8-495-434-70-07
E-mail: semenova-vi@rudn.ru

Кузнецов Владимир Иванович – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей врачебной практики ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 5732-8789
Тел.: 8-495-434-70-07
E-mail: kuznetsov-vi@rudn.ru

Petryaeva Alina Vadimovna – Teacher of Additional Education of the Department of General Education Disciplines of the Institute of the Russian Language FSAEI HE «Russian University Friendship of Peoples» Moscow
Tel.: 8-991-385-23-10
E-mail: petryaeva-av@rudn.ru

Semenova Valentina Ivanovna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine FSAEI HE «Russian University Friendship of Peoples» Moscow
RSCI SPIN-code: 2152-5318
Tel.: 8-495-434-70-07
E-mail: semenova-vi@rudn.ru

Kuznetsov Vladimir Ivanovich – Doctor of Medicine Sciences, Professor of the Department of General Medical Practice FSAEI HE «Russian University Friendship of Peoples» Moscow
RSCI SPIN-code: 5732-8789
Tel.: 8-495-434-70-07
E-mail: kuznetsov-vi@rudn.ru

Ткачев Александр Владимирович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева»; доцент департамента ветеринарной медицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Москва
РИНЦ SPIN-код: 4852-0353
Тел.: 8-499-976-14-47
E-mail: sasha_sashaola@mail.ru

Ткачева Ольга Леонидовна – кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель колледжа ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева» г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 7638-9512
Тел.: 8-499-976-14-47
E-mail: tkacheva.olga2017@gmail.com

Tkachev Aleksandr Vladimirovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Veterinary Medicine FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev»; Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine FSAEI HE «Russian University Friendship of Peoples» Moscow
RSCI SPIN-code: 4852-0353
Tel.: 8-499-976-14-47
E-mail: sasha_sashaola@mail.ru

Tkacheva Olga Leonidovna – Candidate of Agricultural Sciences, college teacher FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev» Moscow
RSCI SPIN-code: 7638-9512
Tel.: 8-499-976-14-47
E-mail: tkacheva.olga2017@gmail.com

Загрязнение спермы – важный негативный фактор контроля репродуктивной биотехнологии и использование антибактериальных веществ в качестве добавок в разбавители спермы для обеспечения ее санитарного качества и сохранения ее от бактериального разрушения [1–3]. Во всех действующих государственных стандартах к сперме животных прописано максимально допустимое количество общей бактериальной обсемененности до 5000 КОЕ/см³ в нативной сперме (ГОСТ 23745–2014 Сперма быков неразбавленная свежеполученная; ГОСТ 23681–79 Сперма жеребцов неразбавленная свежеполученная), а для хряков до 1000 КОЕ/см³ (ГОСТ 33826–2016 Сперма хряков свежеполученная). Максимально допустимый уровень до 500 КОЕ/см³ в замороженно-оттаянной сперме (ГОСТ 26030–2015 Сперма быков замороженная; ГОСТ 24168–2017 Сперма жеребцов замороженная; ГОСТ 33826–2016 Сперма хряков замороженная). При этом подобные нормативы спермы для котов отсутствуют.

По мере увеличения поголовья *Felis catus* и расширения применения искусственного осеменения может возрасти негативная роль как сапрофитной микрофлоры, так и уровень инфекций, передаваемых половым путем и/или вместе со спермой. Органы половой системы самцов *Felis catus* населены различными бактериями, которые попадают в сперму при ее получении. Нормальная бактериальная микрофлора гениталий самцов, как правило, не вызывает инфекции у здоровых самок. Однако, когда нарушается баланс бактериальной микрофлоры полового члена или крайней плоти, чрезмерный рост распространенных патогенных бактерий, таких как *E. coli*, *Enterobacter ssp.*, *Klebsiella ssp.*, *Pseudomonas aeruginosa* и других, может снизить качество нативной, оттаянной спермы и ее оплодотворяющую способность [4, 5].

Основными источниками бактериального загрязнения, влияющими на перво-

начальное количество бактерий в сперме, являются препуциальная жидкость, предспермальная фракция, волосы, кожа, дыхательные выделения кошек, дистиллированная вода, используемая при приготовлении разведенных доз спермы, корм, укрытие, воздух, система вентиляции, инфекции яичек, уретры, мочевого пузыря, лабораторные материалы и т. д. Чрезмерный рост загрязняющих бактерий определенных родов оказывает пагубное влияние на качество спермы и продолжительность жизни половых клеток. Происходит агглютинация сперматозоидов, снижается подвижность и жизнеспособность сперматозоидов, и в результате у самок могут наблюдаться репродуктивные нарушения, выражающиеся в возврате течки, выделениях из вульвы после осеменения, аборт, мумификации и низкой репродуктивной эффективности в целом [6, 7].

Исследованные дозы спермы котов содержали виды бактерий с известным негативным воздействием на репродуктивные пути самок (*E. coli*, *Enterobacter ssp.*, *Klebsiella ssp.*, *Pseudomonas aeruginosa*), и более половины этих изолятов были устойчивы к гентамицину (56,52 %) и пенициллину (58,69 %). Этот факт доказывает наличие патогенных бактерий со множественной устойчивостью в сперме, и поэтому есть необходимость в проведении периодического микробиологического скрининга на бактериоспермию у котов и самцов других видов животных, чтобы избежать использования некачественной спермы при осеменении самок [8, 9].

Строгое и неукоснительное соблюдение гигиены во время сбора и обработки спермы может уменьшить бактериальное загрязнение спермы и повысить ее фертильность. Нормальная флора кожи, шерсти и дыхательных путей не может быть снижена. Однако персонал может свести к минимуму бактериальную нагрузку, максимально строго соблюдая правила гигиены и стерильности оборудования для сбора и обработки спермы. Особенно важно знать

бактериальную микробиоту в сперме котов и профиль их устойчивости к противомикробным препаратам [10, 11].

В современной ветеринарии котов недостаточно внимания уделяется установлению естественного количества сапрофитных микроорганизмов в половых органах и сперме котов с целью разработки максимально допустимого уровня по аналогии с таковыми для сельскохозяйственных животных. В доступной русскоязычной литературе нам не удалось найти подобных публикаций. Установлены лишь отдельные физиологические особенности нативной спермы домашних и диких кошачьих в России [1, 2].

В связи с этим цель работы – изучить фактические особенности общей сапрофитной бактериальной контаминации препуциальной полости и спермы *Felis catus* разных пород для разработки максимально допустимого уровня контаминации спермы микроорганизмами.

Исследование выполняли с 2017 по 2022 г. в Москве и Московской области. В работе использовали 65 половозрелых котов в возрасте от 2 до 8 лет, которые принадлежали к 8 различным породам (бенгальская порода – 8 голов, британская короткошерстная – 7 голов, европейская – 9 голов, сибирская порода – 9 голов, персидская – 9 голов, русская голубая – 8 голов, мейн-кун – 7 голов, сфинкс – 8 голов). Образцы спермы были собраны у каждого самца с использованием стандартизированной процедуры электроэякуляции и на искусственную вагину для кроликов. Электроэякуляцию осуществляли с помощью Electro Ejaculator e320 (Minitube, Tiefenbach, Germany) после введения ректального зонда диаметром 0,95 см [3].

Оценка, разбавление, охлаждение и криоконсервирование спермы *Felis catus* выполняли по модифицированной нами Харьковской технологии [2] с применением разрабатываемого нами разбавителя, состав которого является коммерческой тайной. В размороженном семени котов общепринятыми методиками [2] определяли общую бактериальную контаминацию в КОЕ/см³ смыва и спермы.

Математико-статистические расчеты результатов ветеринарно-физиологических исследований осуществляли по общепринятым формулам критерия Стьюдента в компьютерной программе SPSS for Windows (IBM, USA). В связи с тем что на сегодня в воспроизводстве котов отсутствует общепринятый максимально допустимый уровень сапрофитной контаминации спермы, нами было решено установить фактическое количество сапрофитов в половых органах и сперме котов без применения антибиотиков и saniрующих средств.

По результатам исследований установлено, что наименьшей сапрофитной контаминацией препуциальной полости обладали коты бенгальской породы, что на 1968,1 КОЕ/см³ меньше по сравнению с котами британской породы, на 5256,33 КОЕ/см³ меньше от котов европейской породы, на 2023,19 КОЕ/см³ – мейн-кунов, на 1566,7 КОЕ/см³ меньше от котов персидской породы, на 6699,82 КОЕ/см³ меньше от котов русской голубой породы, на 1800,38 КОЕ/см³ меньше от котов сибирской породы и на 7773,43 КОЕ/см³ меньше от котов породы сфинкс (табл.). Таким образом, мы видим, что без применения санации препуция уровень сапрофитов может быть до 8500 КОЕ/см³ без дальнейшего снижения качества семени.

Таблица – Особенности общей сапрофитной контаминации половых органов и спермы *Felis catus* разных пород

Порода котов (количество голов)	Сапрофитная контаминация препуция и спермы котов, КОЕ/см ³			Физиологические характеристики оттаянной спермы	
	Количество проб	Контаминация см ³ смывов из препуция	Контаминация см ³ оттаянной спермы	Подвижность спермиев, %	Переживаемость при 38 °С, часов
Бенгальская (8 котов)	189	524,34±49,1	613,35±55,65	37,62±1,09	4,23±0,13
Британская (7 котов)	149	2492,44±79,67*	2782,71±85,25*	34,21±0,67	3,88±0,08*
Европейская (9 голов)	210	5780,67±267,61**	7384,16±345,91***	36,09±1,68	2,42±0,10***
Мейн-кун (7 голов)	219	2547,53±101,49*	3030,73±99,72**	33,70±0,77*	3,35±0,07**
Персидская (9 голов)	147	2091,04±78,28*	2297,41±78,44*	22,0±1,07***	2,22±0,10***
Русская голубая (8 голов)	255	7224,16±390,58***	11369,59±1156,47***	32,73±0,64**	3,48±0,08**
Сибирская (9 голов)	208	2324,72±99,79*	2492,12±105,01*	32,78±0,52**	3,41±0,05**
Сфинкс (8 голов)	201	8297,77±822,98***	12462,49±1269,35***	29,27±0,48***	2,5±0,07***

Примечание: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001 в сравнении с бенгальской породой.

Анализируя данные таблицы, можно заключить, что наилучшие показатели контаминации препуциальной полости были у котов бенгальской породы – до 1000 КОЕ/см³, с наилучшими физиологическими показателями семени после оттаивания, подвижностью (более 37 %) и переживаемостью спермиев (более 4 часов). Такое количество сапрофитов ближе к максимально допустимому уровню сапрофитов в нативной сперме хряков. Уровень сапрофитной контаминации препуциальной полости до 3000 КОЕ/см³ установлен у котов британской породы, мейн-кунов, персидских и сибирских котов, у которых физиологические характеристики спермы после оттаивания были на среднем уровне, приемлемом для применения спермодоз при искусственном осеменении. Такой фактический уровень сапрофитной контаминации ближе к требованиям, предъявляемым к сперме жеребцов и быков.

Фактическая сапрофитная контаминация препуция от 5000 до 6000 КОЕ/см³ была у котов европейской породы с высокой подвижностью спермиев после оттаивания – более 36 %, средней переживаемостью половых клеток – 2,42 часа. Физиологический уровень сапрофитных бактерий в препуции котов русской голубой породы и сфинксов был более 7000 КОЕ/см³; на фоне такой контаминации подвижность их спермиев после оттаивания была соответственно более 32 и 29 %, что считается вполне приемлемым уровнем для дальнейшего искусственного осеменения. Такого допустимого уровня контаминации для спермы других видов животных нет, и он считается повышенным. Повышенным считается уровень более 5000 КОЕ/см³ эякулята. Известно, что повышенные уровни сапрофитов снижают физиологические характеристики спермы в процессе биотехнологической обработки, то есть в процессе разбавления, охлаждения и криоконсервирования спермодоз [7].

При дальнейшей биотехнологической обработке спермы, ее разбавлении, эквilibрации при температуре +2–+5 °С, замораживании и оттаивании была проведена оценка динамики уровня общего количества сапрофитных бактерий без применения антибиотиков в составе разбавителей, для того чтобы проследить характер изменения количества микроорганизмов без применения ингибирующих веществ, то есть для чистоты эксперимента.

Фактический наибольший уровень сапрофитной бактериальной контаминации спермы котов после оттаивания без применения антибиотиков установлен у котов породы сфинкс с наименьшими физиологическими характеристиками эякулятов после оттаивания, что на 9970,37 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от котов сибирской породы с высокой криорезистентностью семени, на 1092,9 КОЕ/см³ больше ($P < 0,05$) котов русской голубой породы, на 10165,08 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от самцов персидской породы, 9431,76 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$)

от котов породы мейн-кун, на 5078,33 КОЕ/см³ больше ($P < 0,01$) от европейской породы, на 9679,78 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от британской породы и на 11849,14 КОЕ/см³ больше ($P < 0,001$) от котов бельгийской породы, у которой были наилучшие физиологические характеристики спермы после оттаивания. Полученные породные отличия фактического уровня сапрофитов позволяют соотнести их с физиологическими показателями семени после оттаивания и предположить максимально допустимый уровень контаминации. Кроме того, полученные фактические результаты сапрофитной контаминации косвенно характеризуют разный уровень естественной резистентности у разных пород. Поэтому в следующих работах мы изучим уровень естественной резистентности у разных пород, для подтверждения данного предположения.

Полученные результаты позволяют нам предположить, что максимально допустимое количество сапрофитных бактерий для *Felis catus* может иметь породные отличия. Например, для нативной спермы европейской породы это может быть уровень до 6000 КОЕ/см³, так как физиологические характеристики спермы являются приемлемыми для дальнейшего процесса осеменения – подвижность более 35 %, переживаемость более 2 часов. Для русской голубой породы этот уровень может составить до 7000–7500 КОЕ/см³, так как физиологические характеристики спермиев свидетельствуют о средней криорезистентности семени – подвижность более 35 %, переживаемость более 2 часов. Для породы сфинкс – до 8000–8500 КОЕ/см³, так как физиологические характеристики спермодоз после оттаивания свидетельствуют о минимальном допустимом уровне криорезистентности спермодоз – подвижность более 25 %, переживаемость 2,5 часа. Для остальных пород можно предлагать такой же уровень, как и для сельскохозяйственных животных – до 5000 КОЕ/см³, так как физиологические характеристики спермодоз после оттаивания вполне допустимы для дальнейшего применения такого семени в системе искусственного осеменения (подвижность не менее 20–25 %, переживаемость не менее 2–2,5 часов).

Кроме того, полученные результаты фактической контаминации сапрофитами, возможно, свидетельствуют о лучшей естественной резистентности организма котов бенгальской породы, британской породы, мейн-кунов, персидской, сибирской и котов европейской пород в сравнении с самцами русской голубой породы и сфинксов.

В англоязычной литературе изучается только спектр бактериальной микрофлоры и соотношение различных микроорганизмов и не предлагается максимально допустимый уровень общей сапрофитной контаминации спермы для *Felis catus* с целью применения для разработки норм государственных стандартов, норм максимально допустимого количества сапрофитов в сперме [4, 6].

Таким образом, нами показаны фактические особенности естественной сапрофитной контаминации препуциальной полости котов разных пород и динамика изменений общей сапрофитной бактериальной контаминации спермы после оттаивания без применения антибиотиков в разбавителях спермы. Это необходимо для разработки максимально допустимого уровня сапрофитной контаминации нативной и деконсервированной спермы *Felis catus*.

Установлены естественные особенности сапрофитной бактериальной контаминации препуциальной полости *Felis catus* разных пород. Наилучшие показатели контаминации препуциальной полости были у котов бенгальской породы – до 1000 КОЕ/см³. Уровень сапрофитной контаминации препуциальной полости до 3000 КОЕ/см³ установлен у котов британской породы, мейн-кунов, персидских и сибирских котов. Сапрофитная контаминация препуция от 5000 до 6000 КОЕ/см³ была у котов европейской породы. Физиологический уровень сапрофитных бактерий в препуции котов русской голубой породы и сфинксов был более

7000 КОЕ/см³. Наименьшей сапрофитной контаминацией препуциальной полости обладали коты бенгальской породы, что на 1968,1 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,05$) от котов британской породы, на 5256,33 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,01$) от котов европейской породы, на 2023,19 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,05$) от мейн-кунов, на 1566,7 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,05$) от котов персидской породы, на 6699,82 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,001$) от котов русской голубой породы, на 1800,38 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,05$) от котов сибирской породы и на 7773,43 КОЕ/см³ меньше ($P < 0,001$) от котов породы сфинкс. Полученные результаты позволяют нам предположить, что максимально допустимое количество сапрофитных бактерий для *Felis catus* может иметь породные отличия. Например, для нативной спермы европейской породы это может быть уровень до 6000 КОЕ/см³, для русской голубой породы этот уровень может составить до 7000–7500 КОЕ/см³, для породы сфинкс до 8000–8500 КОЕ/см³. Для остальных пород можно предлагать такой же уровень, как и для всех сельскохозяйственных животных – до 5000 КОЕ/см³.

Литература

1. Амстиславский С. Я., Брусенцев Е. Ю., Мокроусова В. И. Криоконсервация эпидидимального семени домашнего кота // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21 (6). С. 646–650.
2. Ивакина С. Р., Ткачев А. В. Физиологические особенности нативной спермы котов различных пород // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 1. С. 328–332.
3. Попов И. В., Аксенова П. В., Карташова Е. В. Развернутый обзор применения метода электроэякуляции у различных видов животных // Ветеринарная патология. 2020. № 3 (73). С. 3–15.
4. Althouse G. C., Lu K. G. Bacteriospermia in extended porcine semen // Theriogenology. 2005. Vol. 63. P. 573–584.
5. Field investigations of bacterial contaminants and their effects on extended porcine semen / G. C. Althouse, C. E. Kuster, S. G. Clark, R. M. Weisiger // Theriogenology. 2000. Vol. 53. P. 1167–1176.
6. Althouse G. C. Sanitary procedures for the production of extended semen // Reprod. Domest. Anim. 2008. Vol. 43, S. 2. P. 374–378.
7. Bacterial contaminants and antimicrobial susceptibility profile of boar semen in southern Brazil Studs / P. E. Bennemann, S. A. Machado, L. K. Girardini, K. Sonálio, A. A. Tonin // Rev. MVZ Córdoba. 2018. Vol. 23. P. 6637–6648.
8. Effects of different concentrations of enterotoxigenic and verotoxigenic *E. coli* on boar sperm quality / E. Bussalleu, M. Yeste, L. Sepúlveda, E. Torner, E. Pinart, S. Bonet // Anim. Reprod. Sci. 2011. Vol. 127. P. 176–182.

References

1. Amstislavsky S. Ya., Brusentsev E. Yu., Mokrousova V. I. Cryopreservation of the epididymal semen of a domestic cat // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. № 21 (6). P. 646–650.
2. Ivakina S. R., Tkachev A. V. Physiological features of native sperm of cats of various breeds // International Veterinary Bulletin. 2021. № 1. P. 328–332.
3. Popov I. V., Aksenova P. V., Kartashova E. V. A detailed review of the application of the electroejaculation method in various animal species // Veterinary Pathology. 2020. № 3 (73). P. 3–15.
4. Althouse G. C., Lu K. G. Bacteriospermia in extended porcine semen // Theriogenology. 2005. Vol. 63. P. 573–584.
5. Field investigations of bacterial contaminants and their effects on extended porcine semen / G. C. Althouse, C. E. Kuster, S. G. Clark, R. M. Weisiger // Theriogenology. 2000. Vol. 53. P. 1167–1176.
6. Althouse G. C. Sanitary procedures for the production of extended semen // Reprod. Domest. Anim. 2008. Vol. 43, S. 2. P. 374–378.
7. Bacterial contaminants and antimicrobial susceptibility profile of boar semen in southern Brazil Studs / P. E. Bennemann, S. A. Machado, L. K. Girardini, K. Sonálio, A. A. Tonin // Rev. MVZ Córdoba. 2018. Vol. 23. P. 6637–6648.
8. Effects of different concentrations of enterotoxigenic and verotoxigenic *E. coli* on boar sperm quality / E. Bussalleu, M. Yeste, L. Sepúlveda, E. Torner, E. Pinart, S. Bonet // Anim. Reprod. Sci. 2011. Vol. 127. P. 176–182.

9. Kuster C. E., Althouse G. E. The impact of bacteriospermia on boar sperm storage and reproductive performance // *Theriogenology*. 2016. Vol. 85. P. 21–25.
 10. Santos C. S., Silva A. R. Current and alternative trends in antibacterial agents used in mammalian semen technology // *Anim. Reprod.* 2020. Vol. 17. P. e2019011.
 11. Adverse effects of members of the Enterobacteriaceae family on boar sperm quality / J. L. Úbeda, R. Ausejo, Y. Dahmani, M. V. Falceto, A. Usan, C. Malo, F. C. Perez-Martinez // *Theriogenology*. 2013. Vol. 80. P. 565–570.
9. Kuster C. E., Althouse G. E. The impact of bacteriospermia on boar sperm storage and reproductive performance // *Theriogenology*. 2016. Vol. 85. P. 21–25.
 10. Santos C. S., Silva A. R. Current and alternative trends in antibacterial agents used in mammalian semen technology // *Anim. Reprod.* 2020. Vol. 17. P. e2019011.
 11. Adverse effects of members of the Enterobacteriaceae family on boar sperm quality / J. L. Úbeda, R. Ausejo, Y. Dahmani, M. V. Falceto, A. Usan, C. Malo, F. C. Perez-Martinez // *Theriogenology*. 2013. Vol. 80. P. 565–570.

УДК 619:615.015.4:636:611.71:569.323.4
DOI: 10.31279/222-9345-2023-12-49-19-24

DSXFKH

Дата поступления статьи в редакцию: 28.03.2023

**М. П. Семеновко, Д. П. Винокурова, А. А. Власенко,
К. А. Семеновко, Е. В. Кузьминова**

Semenenko M. P., Vinokurova D. P., Vlasenko A. A., Semenenko K. A., Kuzminova E. V.

ГИСТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ОЦЕНКЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРЕПАРАТА КАРТИСИЛАН

HISTOMORPHOLOGICAL CHANGES IN BONE TISSUE OF WHITE RATS IN THE ASSESSMENT OF CHRONIC TOXICITY OF THE DRUG KARTISILAN

Изучались вопросы оценки потенциальной опасности и величины токсических параметров нового остеотропного препарата на организм белых крыс в целом, а также его влияния на костную ткань в эксперименте по изучению хронической токсичности. Для этого было создано три группы грызунов – две получали субтоксические дозы, составляющих 1/5 и 1/10 от максимально введенной внутрижелудочной дозы, и одна контрольная, не получающая препарат. По итогам эксперимента представлены результаты гистологических исследований микропрепаратов костной и хрящевой тканей на примере костей голени и бедра опытных и контрольных животных. В работе представлены материалы по описанию картины влияния препарата на клеточный состав, структуру трубчатой кости, состояние костного мозга. Описаны выявленные деструктивные и воспалительные процессы у контрольной группы крыс и результаты положительного влияния препарата на данные патологические изменения у опытных животных, что позволило подтвердить не только отсутствие токсического эффекта нового препарата у исследуемых животных, но и положительное влияние на восстановление нормальной структуры костной и хрящевой тканей как на клеточном, так и на макроуровне.

Ключевые слова: гистология, морфология, костная ткань, крысы, хроническая токсичность, патология.

The article is devoted to the study of the issues of assessing the potential danger and the magnitude of the toxic parameters of a new osteotropic drug on the body of white rats in general, as well as its effect on bone tissue in an experiment to study chronic toxicity. For this, three groups of rats were created – two groups received subtoxic doses, consisted of 1/5 and 1/10 of the maximum administered intragastric dose, and one control group, which did not receive the drug. Based on the results of the experiment, the results of histological studies of micropreparations of bone and cartilage tissues are presented on the example of the bones of the lower limbs and thigh bones of experimental and control animals. Presents materials on the description of the picture of the effect of the drug on the cellular composition, the structure of the tubular bone, the state of the bone marrow. The revealed destructive and inflammatory processes in the control group of rats and the results of the positive effect of the drug on these pathological changes in experimental animals are also described, which made it possible to confirm not only the absence of the toxic effect of the new drug in the studied animals, but also a positive effect on the restoration of the normal structure, bone and cartilage tissues both at the cellular and macro levels.

Key words: histology, morphology, bone tissue, rats, chronic toxicity, pathology.

Семеновко 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

Винокурова Диана Петровна –
кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры
анатомии, ветеринарного акушерства и хирургии
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет им. И. Т. Трубилина»
г. Краснодар
РИНЦ SPIN-код: 1033-8489
Тел.: 8-903-466-46-44
E-mail: diana_vp@mail.ru

Власенко Артем Андреевич –
младший научный сотрудник
отдела фармакологии
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии
и ветеринарии»
г. Краснодар
РИНЦ SPIN-код: 1459-2982
Тел.: 8-918-697-37-04
E-mail: artem.vlasenko@yandex.ru

Semenenko Marina Petrovna –
Doctor of Veterinary Science,
Head of Pharmacology Department
FSBSI «Krasnodar Scientific Center
for Animal Husbandry and Veterinary Medicine»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 2038-7259
Tel.: 8-918-461-26-63
E-mail: sever291@mail.ru

Vinokurova Diana Petrovna –
Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
of the Department of Anatomy, Veterinary Obstetrics
and Surgery
FSBEI HE «Kuban State Agrarian University
named after I. T. Trubilin»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 1033-8489
Tel.: 8-903-466-46-44
E-mail: diana_vp@mail.ru

Vlasenko Artem Andreevich –
junior researcher of the Department
Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Scientific Center
for Animal Husbandry and Veterinary Medicine»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 1459-2982
Tel.: 8-918-697-37-04
E-mail: artem.vlasenko@yandex.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 Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Scientific Center
for Animal Husbandry and Veterinary Medicine»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 5551-4181
Tel.: 8-918-444-22-42
E-mail: ksenia.semenenko@gmail.com

Kuzminova Elena Vasilevna –

Doctor of Veterinary Science, Chief Researcher
of the Department Pharmacology
FSBSI «Krasnodar Scientific Center
for Animal Husbandry and Veterinary Medicine»
Krasnodar
RSCI SPIN-code: 1897-5113
Tel.: 8-918-419-83-69
E-mail: niva1430@mail.ru

Разработка и внедрение в ветеринарную практику новых лекарственных средств и кормовых добавок ставит перед фармакологами множество вопросов относительно их безопасности и клинической эффективности. При этом любое лекарственное средство следует рассматривать с точки зрения его терапевтической ценности, которая должнакратно превышать риски от возможных токсических эффектов, проявляемых в рамках его прямого или побочного действия на биологические объекты [1, 2].

Оценка потенциальной опасности и величина токсических параметров изучаемого лекарственного средства могут быть получены при выполнении доклинических исследований, протокол которых предусматривает проведение ряда токсикологических тестов, проводимых как *in vitro*, так и *in vivo* на лабораторных животных с учетом видовых различий и сходстве токсикологических реакций на живой организм. Такой подход позволяет не только выявлять механизмы фармакологического действия лекарства и его распределение в органах-мишенях, но контролировать побочное действие, включая свойства препаратов вызывать зависимость [3].

Данные токсикологических исследований являются обязательной предпосылкой к клиническим испытаниям, позволяя интегрировать полученную информацию для дальнейшего, более углубленного представления о сходных чертах и различиях в фармакологических и токсикологических ответах у различных видов животных, в том числе на клеточном уровне [4].

Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение влияния нового остеотропного препарата, направленного на активизацию и стимулирование репаративных процессов остеогенеза, а также консолидацию костной ткани у животных в ходе длительного применения белым лабораторным крысам в субтоксических дозах в рамках прелиминарной оценки его безопасности.

Исследования проведены в отделе фармакологии федерального государственного бюд-

жетного научного учреждения «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии».

Объект исследования – комплексный препарат картисилан, включающий ряд активных биологических и химических веществ, приведенных в единую фармацевтическую композицию для проявления мультимодального действия на процессы оссификации и остеогенеза, оказания максимального эффекта на костную массу и прочность костной ткани животных на всех стадиях репаративного остеогенеза.

Общетоксические свойства препарата оценивались путем определения его хронической токсичности на трех группах клинически здоровых нелинейных белых крыс ($n=10$) с начальной массой тела $120 \pm 12,5$ г, согласно «Руководству по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ» под общей редакцией проф. Р. У. Хабриева (2005), а также при соблюдении правил, предусмотренных Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, которые используются с экспериментальной и научной целью (ETS № 123, Страсбург, 18.03.1986).

Поскольку среднесмертельную величину (LD_{50}) препарата картисилан в остром опыте выявить не удалось, дизайн хронического эксперимента предусматривал использование двух субтоксических доз, составляющих $1/5$ и $1/10$ от максимально введенной внутрижелудочной дозы, что в пересчете на массу тела подопытных животных составило 1200 мг/кг (первая опытная группа) и 600 мг/кг (вторая опытная группа). Исследуемые образцы задавались животным посредством болюсов один раз в день курсом 90 дней. Контрольная группа получала болюсы без исследуемого образца в эквиваленте и в том же режиме дозирования.

По окончании экспериментального периода для гистологического исследования костной ткани грызунов из каждой группы с соблюдением правил биоэтики эвтаназией было выведено по 3 крысы. Отбор проб для проведения гистологического исследования микропрепаратов костных тканей бедренных костей и голени был проведен согласно общепринятым

гистотехническим методам. Отобранные пробы фиксировались в 10 %-ном водном растворе нейтрального формалина с последующей декальцификацией и заливкой в парафин. Гистосрезы были выполнены на микротоме МЗП-01. Микроскопический осмотр препаратов осуществлялся на микроскопе МС 300 (Австрия) со специализированным программным обеспечением регистрации изображения цифровой камерой Leica при увеличениях x25, x50, x100.

В результате гистологического исследования костной и хрящевой тканей у крыс из группы контроля были выявлены признаки деструктивных и воспалительных процессов. Так как животные подбирались по общим клиническим и физиологическим параметрам, велика вероятность, что и у крыс опытных групп могли регистрироваться нарушения минерального обмена и воспалительные процессы в костной ткани.

Следует отметить, что костная ткань состоит из клеток и кальцифицированного межклеточного вещества. В составе трубчатых костей различается компактное и губчатое вещество [5–7].

На гистологических препаратах костей как контрольных (рис. 1), так и опытных крыс (рис. 2, 3) губчатое вещество располагается в диафизах, окруженное компактным веществом, имея большие, свободные костномозговые пространства, ограниченные тонкими анастомозирующими между собой костными балками – костными трабекулами, состоящими из нескольких слоёв костных пластинок. Далее идет компактный слой, тогда как снаружи кости покрыты соединительной тканью – надкостницей. Костномозговая полость выстлана эндостом, в котором располагаются остеогенные клетки и единичные остеокласты, и заполнена костным мозгом. Во всех изученных препаратах последовательность слоев и клеточный состав костной ткани трубчатых костей были сохранены.

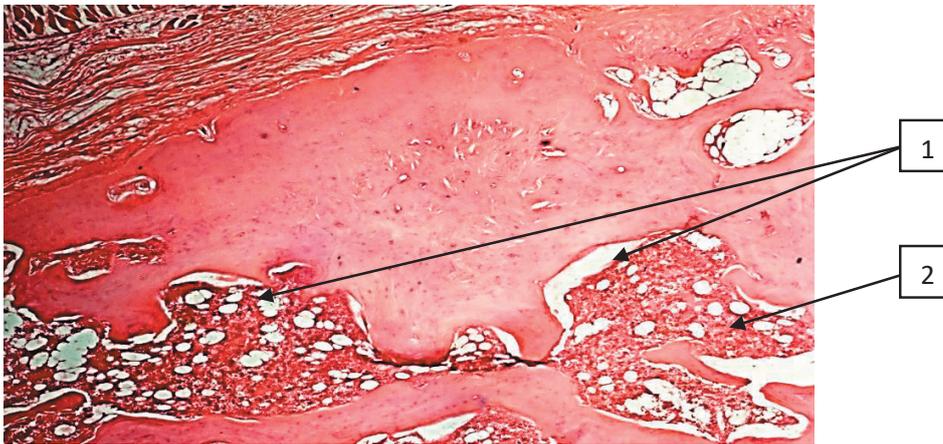


Рисунок 1 – Контрольная группа – диафиз бедренной кости, поперечный срез:
1 – костные трабекулы с костными балками;
2 – костномозговая полость с расположенными остеогенными клетками.
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x25

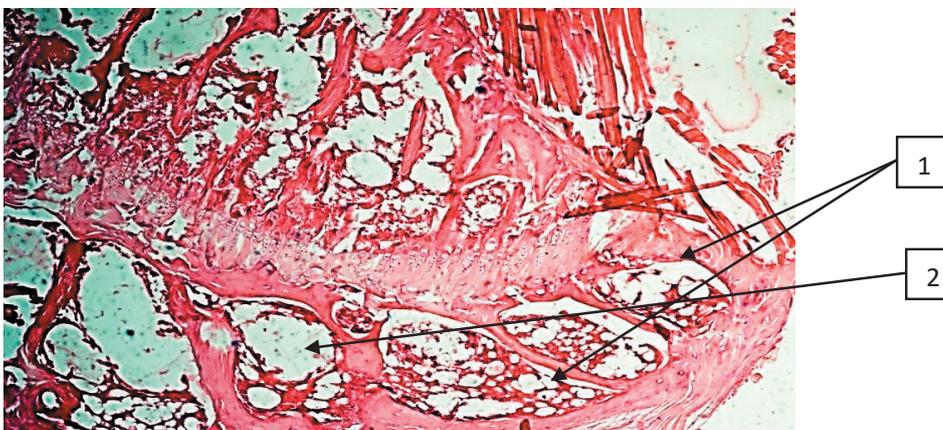


Рисунок 2 – 1 опытная группа – эпифиз бедренной кости, поперечный срез:
1 – костные трабекулы с костными балками;
2 – костномозговая полость с расположенными остеогенными клетками.
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x25

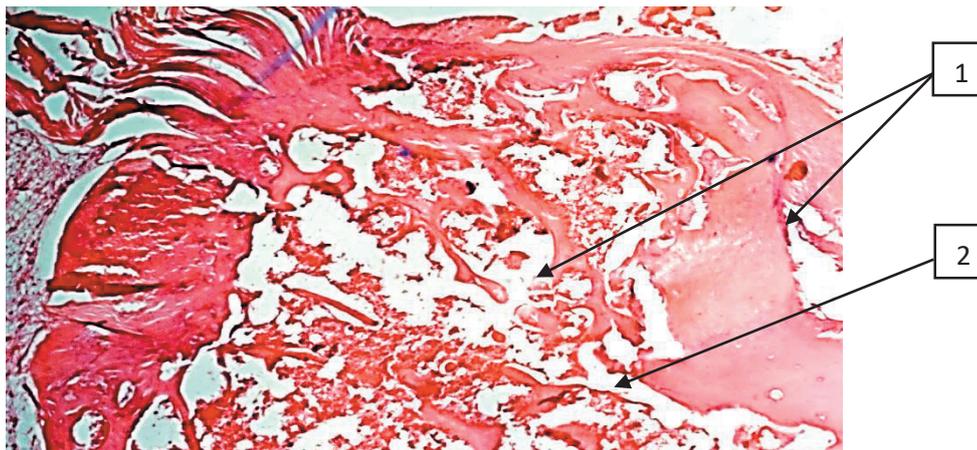


Рисунок 3 – 2 опытная группа – эпифиз бедренной кости, поперечный срез:
1 – костные трабекулы с костными балками;
2 – костномозговая полость с расположенными остеогенными клетками.
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x25

Однако в контрольной группе животных выявлена гипертрофия пластинчатого слоя диафиза бедренной кости. При гиперостозе в костной ткани в эндостальном и периостальном направлениях происходят постепенные процессы пролиферации [8]. При этом в зависимости от этиологии и характера основного заболевания возможны два варианта: в первом случае произойдет дальнейшее прогрессирование патологии и поражение всех остальных элементов костной ткани, в частности уплотнение и утолщение надкостницы, губчатого и коркового вещества за счет увеличения и преобладания незрелых клеток, атрофии костного мозга и замены его структуры на жировую или

соединительную ткань, нарушения архитектоники кости в целом; во втором случае поражение остановится на уровне губчатого вещества с образованием очагов склероза. Самыми частыми причинами данных нарушений являются хронические воспалительные заболевания и интоксикации, реже остеосклероз может быть вызван некоторыми генетическими заболеваниями, отравлениями металлами.

На рисунке 4 диагностирован воспалительный процесс костного мозга, что может быть следствием вышеобозначенной патологии. На препарате отмечается гиперемия, кровоизлияние и очаговая диффузная инфильтрация лейкоцитами.

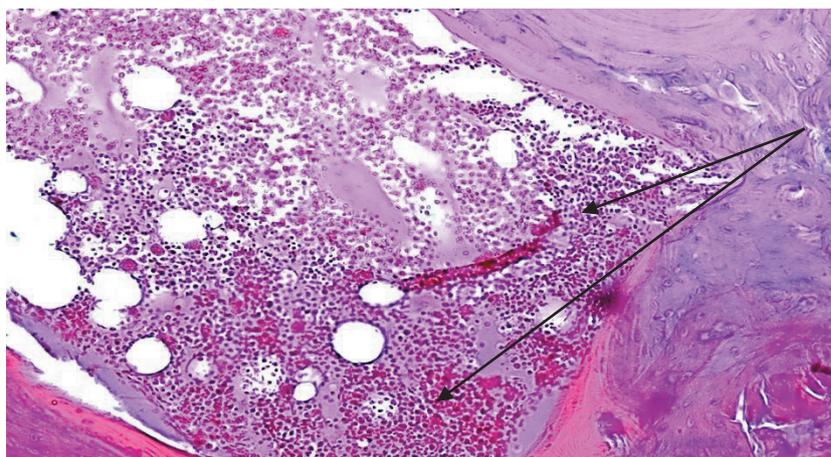


Рисунок 4 – Контрольная группа – гиперемия, кровоизлияние и очаговая диффузная инфильтрация лейкоцитами костного мозга (указано стрелками).
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x25

Кроме того, в контрольной группе отмечены деструктивные процессы в хрящевой ткани эпифиза (рис. 5), в частности умеренная лимфоцитарная инфильтрация, указывающая на воспалительные процессы.

На гистопрепарате видно сглаживание границ гиалинового хряща, в частно-

сти размытость слоев надхрящницы, хондробластов и хондроцитов, нет четкости окружающего клетки хрящевое матрикса и хондроцитов, образующих клеточные территории. Видна неравномерность окраски препарата.

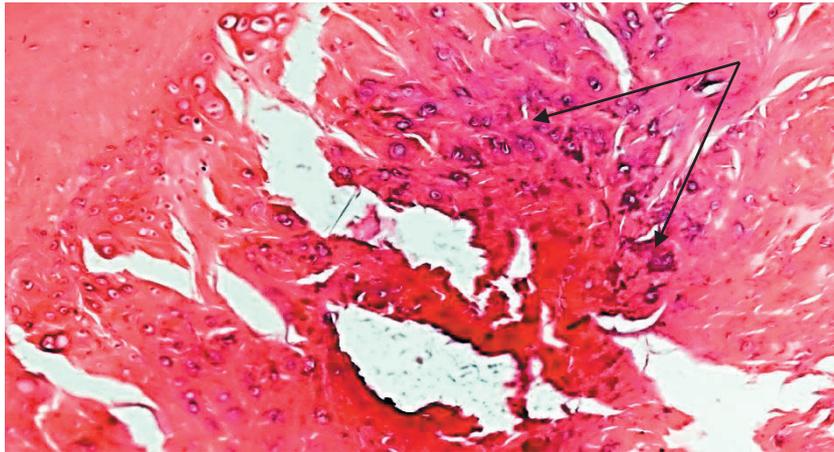


Рисунок 5 – Контрольная группа – деструктивные процессы в хрящевой ткани эпифиза бедренной кости (указано стрелками).
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x50

В препаратах, полученных от опытных животных, патологий не выявлено (рис. 6, 7). При этом если наше предположение о наличии воспалительных процессов в костях у всех крыс верно, то

изучаемый препарат положительно повлиял на восстановление структуры костной ткани и мозга, а также способствовал нормализации обменных процессов в клетках и межклеточном веществе.

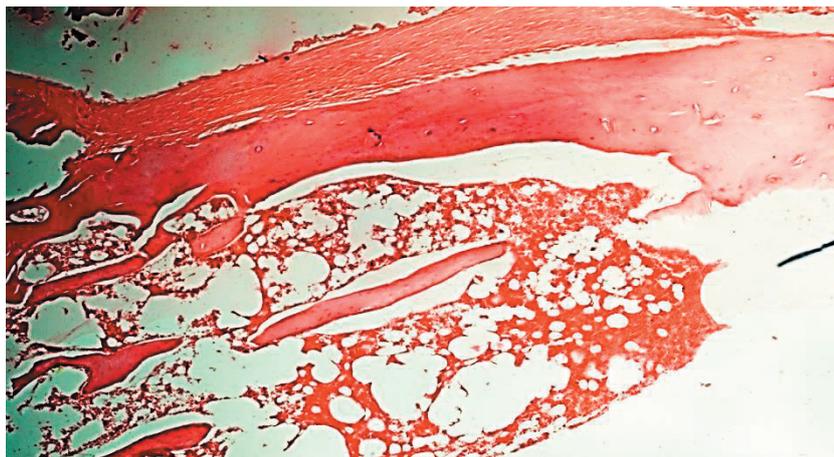


Рисунок 6 – 1 опытная группа – структура костной ткани диафиза голени без патологии (продольный срез).
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x25

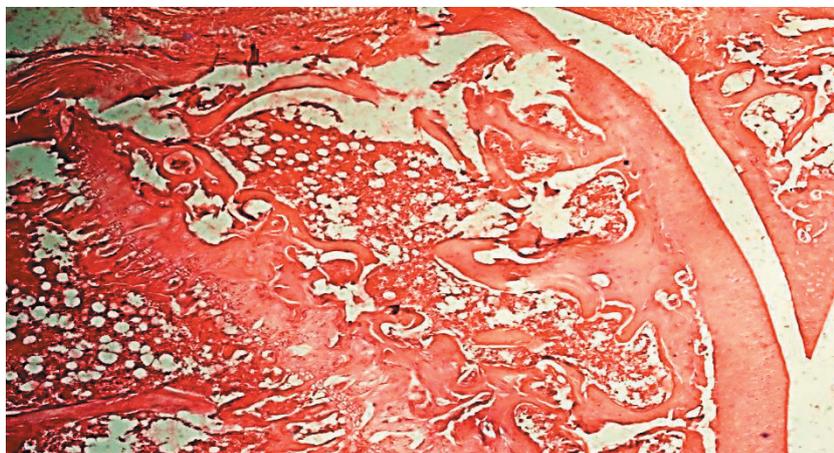


Рисунок 7 – 2 опытная группа – структура костной ткани диафиза голени без патологии (продольный срез).
Окраска гематоксилином и эозином, увеличение x25

Благодаря своему составу препарат картисилан улучшает обмен веществ в костной и хрящевой тканях, способствует усвоению фосфора и кальция клетками организма, что повышает плотность костей, замедляет резорбцию костной ткани и снижает потери кальция, ускоряя процессы восстановления. Благодаря ангиопротекторному и антиоксидантному действию компонентов препарата осуществляется стимулирование кроветворения в красном костном мозге, а также усиливаются обменные процессы в гиалиновом, волокнистом хрящах и субхондральной кости при одновременном ингибировании ферментов, вызывающих деградацию суставного хряща.

Таким образом, можно сделать вывод, что препарат картисилан не только не оказыва-

ет токсического влияния на организм белых крыс при длительном применении в субтоксических дозах, но и положительно действует на костную и хрящевую ткани, нормализуя обменные процессы в клетках и межклеточном веществе, состоянии кровотока и подавляя воспалительные процессы. При его введении в рацион лабораторных животных происходит восстановление процессов обновления клеток, их ультраструктуры и количественного состава для нормального физиологического регулирования разрушения и ремоделирования костной ткани. Возвращается анатомически верное соотношение всех слоев костной ткани, что повышает ее эластичность и прочность, увеличивая сопротивляемость внешним факторам.

Литература

1. Мильчаков К. С. Роль обзора научных работ в регистрации воспроизведенного лекарственного средства на территории Российской Федерации и зоне ЕАЭС // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018. № 4. С. 99–105.
2. Васильев А. Н. Качественные доклинические исследования – необходимый этап разработки и внедрения в клиническую практику новых лекарственных препаратов // Антибиотики и Химиотерапия. 2012. № 57 (1-2). С. 41–49.
3. Бирюкова Н. П., Русаков С. В., Напалкова В. В. Общие принципы доклинической оценки безопасности фармакологических лекарственных средств для ветеринарного применения // Ветеринарный врач. 2018. № 1. С. 3–7.
4. Дорожкин В. И., Бирюкова Н. П., Бахмутова Т. В. Современные требования к изучению общетоксического действия фармакологических веществ // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2019. № 2. С. 205–215.
5. Борхунова Е. Н. Цитология и общая гистология. Методика изучения препаратов : учебно-методическое пособие. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 144 с.
6. Барсуков Н. П. Цитология, гистология, эмбриология : учебное пособие для вузов. 5-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 268 с.
7. Гартнер Л. П., Хайатт Дж. Л. Цветной атлас гистологии / пер. с англ. под ред. В. П. Сапрыкина. М. : Логосфера, 2008. 480 с.
8. Canalis E. Regulation of bone remodeling // Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism. 2nd ed. Raven Press: N.Y., 1993. P. 33.

References

1. Milchakov K. S. Role of the scientific overviews in the generic drug registration process in the Russian Federation and Eurasian economic union // Drug Development and Registration. 2018. (4). P. 99–105.
2. Vasilyev A. N. Good preclinical study as an obligatory stage in design and clinical use of new medicinal preparations // Antibiotics and Chemotherapy. 2012. № 57 (1-2). P. 41–49.
3. Biryukova N. P., Rusakov S. V., Napalkova V. V. General principles of preclinical safety assessment of pharmacological medicinal products for veterinary use // Veterinarian. 2018. № 1. P. 3–7.
4. Dorozhkin V. I., Biryukova N. P., Bakhmutova T. V. Modern requirements to the study of general toxic effect of pharmacological substances // Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology. 2019. № 2. P. 205–15.
5. Borkhunova E. N. Cytology and general histology: educational and methodical manual. 2nd ed., stereotypical. Saint Petersburg : Lan, 2022. 144 p.
6. Barsukov N. P. Cytology, histology, embryology : a textbook for universities. 5th ed., rev. and add. Saint Petersburg : Lan, 2022. 268 p.
7. Gartner L. P., Hyatt J. L. Color Atlas of Histology / translated from English edited by V. P. Saprykin. M. : Logosphere, 2008. 480 p.
8. Canalis E. Regulation of bone remodeling // Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism. 2nd ed. Raven Press: N.Y., 1993. P. 33.

УДК 619:615.357:591.3:569.323.4
DOI: 10.31279/222-9345-2023-12-49-25-27GPAVPU
Дата поступления статьи в редакцию: 20.03.2023**Р. Т. Сулайманова, А. Н. Квочко**

Sulaimanova R. T., Kvochko A. N.

ПРЕНАТАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ЭСТРОГЕНОВ НА ГОНАДЫ ПОТОМСТВА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ

PRENATAL EFFECT OF ESTROGENS ON GONADS OF OFFSPRING OF LABORATORY MICE

Вопрос изучения развития гонад потомства остается актуальным и значимым в условиях влияния на материнский организм синтетическим аналогом эстрогена синэстролом в критический период закладки органа. Целью исследования является изучение пренатального влияния синтетического аналога эстрогена синэстрола в критический период закладки гонад потомства лабораторных мышей. В эксперименте использовались клинически здоровые белые беспородные лабораторные мыши. Для опыта животных разделили на две группы: интактная группа (n=20) не подвергалась никакому воздействию; опытной группе (n=30) на 11-й день беременности внутримышечно однократно вводили синтетический аналог эстрогена синэстрол в виде 2 % масляного раствора в дозе 40 мкг/кг «С-40». Объектом исследования явились семенники и яичники потомства белых беспородных мышей. Пренатальное влияние синтетического аналога эстрогена синэстрола в дозе 40 мкг/кг вызывает повреждающее и негативное действие, проявляющееся в гонадах: у потомства мужского пола в виде нарушения генеративного и эндокринного аппарата в морфологии семенников, у потомства женского пола – уменьшением количества фолликулов на всех стадиях развития, приводящее к угнетению фолликулогенеза, уменьшением количества желтых тел и атретических фолликулов в яичниках потомства, увеличением среднего диаметра кровеносных сосудов, демонстрирующее усиление кровообращения в органе. Данная экспериментальная модель пренатального введения синтетического аналога эстрогена синэстрола в критический период закладки гонад может быть использована при коррекции тестикулярной и овариальной дисфункции постнатального онтогенеза, а также при разработке и применения оптимальных доз препаратов эстрогенового ряда во время беременности.

Ключевые слова: пренатальное введение, эстрогены, семенник, яичник, потомство, белые беспородные лабораторные мыши.

The issue of studying the development of the offspring's gonads remains relevant and significant when the maternal body is influenced by the synthetic oestrogen analogue synestrol, during the critical period of gonad formation. The aim of the study was to investigate the prenatal effect of the synthetic oestrogen analogue synestrol in the critical period of gonad formation in laboratory mice. Clinically healthy white non-pedigreed laboratory mice were used in the experiment. The animals were divided into two groups: the intact group (n=20) was not exposed to any treatment; the experimental group (n=30) received a single intramuscular injection of Synestrol, a synthetic oestrogen analogue, in a 2 % oily solution and a dose of 40 µg/kg «C-40» on day 11 of pregnancy. The testes and ovaries of the offspring of white non-pedigreed mice were the objects of the study. Prenatal exposure to synestrol, a synthetic oestrogen analogue, in a dose of 40 µg/kg, caused damaging and adverse effects in the gonads: in male offspring in the form of disruption of the generative and endocrine apparatus in testes morphology, in female offspring by reducing the number of follicles at all stages of development leading to suppressed folliculogenesis, reduced number of yellow bodies and atretic follicles in ovaries of offspring, increased average diameter of blood vessels, demonstrating increased blood circulation in the organ. This experimental model of prenatal administration of the synthetic oestrogen analogue synestrol during the critical period of gonad formation can be used to correct testicular and ovarian dysfunction of postnatal ontogenesis, as well as to develop and apply optimal doses of oestrogenic drugs during pregnancy.

Key words: prenatal injection, estrogens, testis, ovary, offspring, white mongrel laboratory mice.

Сулайманова Римма Тагировна –

кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой медико-биологических дисциплин ЧУОО ВО «Медицинский университет «Реавиз» г. Санкт-Петербург
РИНЦ SPIN-код: 4933-2131
Тел.: 8-919-146-92-11
E-mail: rimma2006@bk.ru

Sulaimanova Rimma Tagirovna –

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Medical and Biological Disciplines PIEO HE «Medical University «Reaviz» Saint Petersburg
RSCI SPIN-code: 4933-2131
Tel.: 8-919-146-92-11
E-mail: rimma2006@bk.ru

Квочко Андрей Николаевич –

доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, заведующий кафедрой физиологии, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8958-0511
Тел.: 8-918-750-35-79
E-mail: kvochko@yandex.ru

Kvochko Andrey Nikolaevich –

Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 8958-0511
Tel.: 8-918-750-35-79
E-mail: kvochko@yandex.ru

На закладку и развитие гонад потомства влияет гормональный фон материнского организма [1]. Экспериментальные исследования указывают на долгосрочные эффекты пренатального воздействия веществ с эстрогенной активностью. Для прогноза отдаленных последствий, проявляющихся в увеличении патологических процессов в гонадах потомства, важно выявить ранние изменения [2]. Изменения гормонального фона могут привести к необратимым морфологическим и гормональным изменениям в постнатальной жизни [3].

Вопрос изучения развития гонад потомства остается актуальным и значимым в условиях влияния на материнский организм синтетическим аналогом эстрогена синэстролом в критический период закладки органа.

Целью исследования является изучение пренатального влияния синтетического аналога эстрогена синэстрола в критический период закладки гонад потомства лабораторных мышей.

В эксперименте использовались клинически здоровые белые беспородные лабораторные мыши. Лабораторные мыши были получены из питомника ГУП ДП ПСХ «Питомник лабораторных животных», с. Горный, Республика Башкортостан.

Для опыта животных разделили на две группы: интактная группа ($n=20$) не подвергалась никакому воздействию, опытной группе ($n=30$) на 11-й день беременности внутримышечно однократно вводили синтетический аналог эстрогена синэстрол в виде 2 % масляного раствора в дозе 40 мкг/кг «С-40».

Дозу и эффективность введенного препарата производили в соответствии с коэффициентом для перерасчета в мкг/кг для мышей [4, 5].

Полученное половозрелое потомство выводили из опыта в одну и ту же фазу – диэструс [6, 7]. Объектом исследования явились семенники и яичники потомства белых беспородных лабораторных мышей.

Полученный материал для морфологических исследований подвергли стандартной гистологической обработке. Зафиксированные гонады были разрезаны однотипно по центру органа, структурные компоненты экспериментальных органов были изучены на стандартной площади среза органов [8].

Анализ морфометрических показателей тканей семенников и яичников производили на инвертированном биологическом микроскопе для лабораторных исследований Axioobserver со штативом D1 компании-производителя Carl Zeiss Microscopy GmbH (Германия), со специализированным программным обеспечением ZEN 2018. Для подсчета структурных тканевых элементов в гонадах потомства использовался иммерсионный объектив 90x, на стандартных полях зрения [8]. Морфометрические измерения структур гонад потомства проводились на всей площади среза органа, где измерялись средние параметры структур.

Все опыты, уход и техническое обслуживание проводились в соответствии с Директивой 2010/63/ЕС Европейского парламента и Совета 22/09/2010 о защите животных в научных целях и рекомендациями других международных, российских и институциональных правил в области биоэтики.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием пакета прикладных программ Statistica 7.0. Для каждого признака определяли: среднее арифметическое значение (M) и среднеквадратическое отклонение (SD); данные были представлены в виде $M \pm SD$. Достоверность изменений оценивали с помощью метода Краскела – Уоллиса, различия определяли при достигнутом уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты морфометрического анализа семенников показали следующие изменения, которые проявлялись в виде уменьшения среднего количества клеток Сертоли в опытной группе «С-40» – $7,4 \pm 1,1$ ($p \leq 0,05$) сравнительно с интактной группой – $20,8 \pm 1,9$. Наблюдалось уменьшение среднего количества сперматогоний «С-40» – $24,4 \pm 1,1$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой $26,4 \pm 1,1$ и уменьшение среднего количества сперматозоидов «С-40» – $178,0 \pm 4,2$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $196,6 \pm 5,3$.

Отмечалось уменьшение средней площади ядер клеток Лейдига в опытной группе «С-40» – $4,93 \pm 1,31$ мкм² ($p \leq 0,05$) в сравнении с интактной группой – $6,72 \pm 1,78$ мкм².

Морфометрический анализ яичников показал изменения в структуре органа в виде уменьшения средней площади поперечного среза в опытной группе «С-40» – $736,4 \pm 36,9$ мкм² ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $1443,1 \pm 1069,1$ мкм². Уменьшение средней площади коркового вещества яичников «С-40» – $687,6 \pm 16,5$ мкм² ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $2637,6 \pm 466,6$ мкм² и уменьшение средней площади мозгового вещества яичников и толщины на 74 % ($p \leq 0,05$) и 47 % ($p \leq 0,05$) соответственно.

Наблюдалось увеличение среднего диаметра кровеносных сосудов на стандартной площади среза яичников «С-40» – $22,1 \pm 2,9$ мкм ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $16,0 \pm 2,0$ мкм.

Результат фолликулярного аппарата среза яичников на стандартной площади показал снижение: среднего количества примордиальных фолликулов «С-40» – $5,4 \pm 2,3$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $37,8 \pm 3,5$; среднего количества первичных фолликулов в яичниках «С-40» – $2,8 \pm 1,3$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с группой без воздействия – $6,2 \pm 1,6$; среднего количества вторичных фолликулов «С-40» – $3,4 \pm 0,5$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $6,6 \pm 1,5$; среднего количества третичных фолликулов в яичниках «С-40» – $2,4 \pm 0,5$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой – $4,6 \pm 1,1$; среднего количества атрети-

ческих фолликулов в яичниках «С-40» – $2,2 \pm 0,8$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с группой без воздействия – $4,2 \pm 1,3$.

Отмечались морфофункциональные изменения в среднем количестве желтых тел яичника в виде их уменьшения в группе «С-40» – $1,8 \pm 1,3$ ($p \leq 0,05$) по сравнению с интактной группой $4,2 \pm 0,8$ и снижения среднего количества лютеиновых клеток в желтом теле «С-40» – $458,9 \pm 30,2$ ($p \leq 0,05$) в сравнении с группой без воздействия – $836 \pm 35,2$.

Таким образом, пренатальное влияние синтетического аналога эстрогена синэстрола в дозе 40 мкг/кг вызывает повреждающее и негативное действие, проявляющееся в гонадах: у потомства мужского пола в виде нарушения генеративного и эндокринного аппарата в

морфологии семенников, у потомства женского пола – уменьшением количества фолликулов на всех стадиях развития, приводящим к угнетению фолликулогенеза, уменьшением количества желтых тел и атретических фолликулов в яичниках потомства, увеличением среднего диаметра кровеносных сосудов, демонстрирующим усиление кровообращения в органе.

Данная экспериментальная модель пренатального введения синтетического аналога эстрогена синэстрола в критический период закладки гонад может быть использована при коррекции тестикулярной и овариальной дисфункции постнатального онтогенеза, а также при разработке и применении оптимальных доз препаратов эстрогенового ряда во время беременности.

Литература

1. Abbott D. H., Padmanabhan V., Dumesic D. A. Contributions of androgen and estrogen to fetal programming of ovarian dysfunction // *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2006. № 4. P. 17.
2. Long-Term Changes in Ovarian Follicles of Gilts Exposed Neonatally to Methoxychlor: Effects on Oocyte-Derived Factors, Anti-Müllerian Hormone, Follicle-Stimulating Hormone, and Cognate Receptors / P. Witek, M. Grzesiak, M. Koziorowski [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* 2022. № 3. P. 2780.
3. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease / P. D. Gluckman, M. A. Hanson, C. Cooper, K. L. Thornburg // *N. Engl. J. Med.* 2008. № 359. P. 61–73.
4. Методические указания по изучению общетоксического действия фармакологических веществ / сост.: Е. В. Арзамасцев, Т. А. Гуськова, И. В. Березовская [и др.] ; под ред. Р. У. Хабриева. М. : Медицина, 2005. С. 41–54.
5. Гуськова Т. А. Доклиническое токсикологическое изучение лекарственных средств как гарантия безопасности проведения их клинических исследований // *Токсикологический вестник.* 2010. № 5 (104). С. 2–6.
6. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте / И. П. Западнюк, В. И. Западнюк, Е. А. Захария, Б. В. Западнюк. 3-е изд. Киев : Вища школа. Головное изд-во, 1983. 383 с.
7. Cora M. C., Kooistra L., Travlos G. Vaginal Cytology of the Laboratory Rat and Mouse: Review and Criteria for the Staging of the Estrous Cycle Using Stained Vaginal Smears // *Toxicologic Pathology.* 2015. № 43(6). P. 776–793.
8. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М. : Медицина, 1990. С. 384.

References

1. Abbott D. H., Padmanabhan V., Dumesic D. A. Contributions of androgen and estrogen to fetal programming of ovarian dysfunction // *Reprod. Biol. Endocrinol.* 2006. № 4. P. 17.
2. Long-Term Changes in Ovarian Follicles of Gilts Exposed Neonatally to Methoxychlor: Effects on Oocyte-Derived Factors, Anti-Müllerian Hormone, Follicle-Stimulating Hormone, and Cognate Receptors / P. Witek, M. Grzesiak, M. Koziorowski [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* 2022. № 3. P. 2780.
3. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease / P. D. Gluckman, M. A. Hanson, C. Cooper, K. L. Thornburg // *N. Engl. J. Med.* 2008. № 359. P. 61–73.
4. Methodological guidelines for the study of the general toxic effect of pharmacological substances / compiler: E. V. Arzamascev, T. A. Gus'kova, I. V. Berezovskaya [et al.] ; ed. by R. U. Habriev. M. : Medicina, 2005. P. 41–54.
5. Gus'kova T. A. Preclinical toxicological examination of medicines as a guarantee of the safety of their clinical trials // *Toxicological Bulletin.* 2010. № 5 (104). P. 2–6.
6. Laboratory animals. Breeding, maintenance, use in the experiment / I. P. Zapadnyuk, V. I. Zapadnyuk, E. A. Zahariya, B. V. Zapadnyuk. 3rd edition. Kiev: Vishcha shkola. Golovnoe publishing, 1983. 383 p.
7. Cora M. C., Kooistra L., Travlos G. Vaginal Cytology of the Laboratory Rat and Mouse: Review and Criteria for the Staging of the Estrous Cycle Using Stained Vaginal Smears // *Toxicologic Pathology.* 2015. № 43(6). P. 776–793.
8. Avtandilov G. G. Medical morphometry. Guide. M. : Medicina, 1990. P. 384.

**В. В. Гречко, Д. К. Овчинников**

Grechko V. V., Ovchinnikov D. K.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЦ БЕДРА И ГОЛЕНИ КУР В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE THIGH AND LOWER LEG MUSCLES OF CHICKENS IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Приведен материал научных исследований по морфометрическим особенностям мышц бедра и голени у кур кросса Родонит 2 яичного направления в разные периоды постнатального онтогенеза. Мускулатура птиц значительно дифференцирована, особенно мышцы тазовой конечности, это обусловлено многофункциональными задачами – сгибание, разгибание, а также отведение конечностей. Получены обстоятельные сведения по морфометрическим показателям мышц бедра и голени в период постнатального онтогенеза. Рост и развитие мускулатуры тазовой конечности интенсивно наблюдается в возрасте от 30 до 120 суток. В этот период морфометрические показатели мышц бедра и голени тазовой конечности увеличиваются, а вот максимальное увеличение морфометрических показателей приходится на возраст со 120 до 180 суток. В период с суточного до 180-суточного возраста показатели мышц увеличиваются – длина на 40 %, ширина изученных мышц – на 186 %, диаметр – на 354 %, а масса мышц – на 73 %. Отмечаем, что масса каждой мышцы в процессе онтогенеза увеличивалась с 3,5 до 26 раз по сравнению с суточным возрастом. В процессе постнатального онтогенеза развитие мышц бедра и голени происходит неодновременно, что связано с морфологическими, генетическими, зооигиеническими и физиологическими особенностями данных видов птиц.

Ключевые слова: кросс, Родонит 2, мускулатура, тазовые конечности, анатомия, морфометрия, куры, птицеводство.

The article presents the material of scientific research on the morphometric features of the thigh and lower leg muscles in chickens of the Rhodonite cross of the 2nd egg direction, in different periods of postnatal ontogenesis. The musculature of birds is significantly differentiated, and especially the muscles of the pelvic limb, this is due to multifunctional tasks – flexion, extension, as well as the removal of limbs. In this work, detailed information was obtained on the morphometric parameters of the thigh and lower leg muscles during postnatal ontogenesis. The growth and development of pelvic limb musculature is intensively observed at the age of 30 to 120 days. During this period, the morphometric indicators of the thigh and lower leg muscles of the pelvic limb increase, but the maximum increase in morphometric indicators occurs at the age of 120 to 180 days. In the period from daily to 180 days of age, muscle indicators increase – length by 40 %, width of the studied muscles increases by 186 %, diameter by 354 %, and muscle mass by 73 %. We note that the mass of each muscle in the process of ontogenesis increased from 3.5 to 26 times compared to the daily age. In the process of postnatal ontogenesis, the development of the thigh and lower leg muscles occurs at the same time, which is associated with the morphological, genetic, zoohygenic and physiological characteristics of these bird species.

Key words: cross, rhodonite 2, musculature, pelvic limbs, anatomy, morphometry, chickens, poultry farming.

Гречко Виктор Валентинович –

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина»
г. Омск
РИНЦ SPIN-код: 7438-3336
Тел.: 8-908-313-14-91
E-mail: vg_1988@mail.ru

Grechko Viktor Valentinovich –

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Diagnostics, Internal Non-infectious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics
FSBEI HE «Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin»
Omsk
RSCI SPIN-code: 7438-3336
Tel.: 8-908-313-14-91
E-mail: vg_1988@mail.ru

Овчинников Дмитрий Константинович –

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры экологии, природопользования и биологии
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина»
г. Омск
РИНЦ SPIN-код: 9357-9139
Тел.: 8(3812)38-96-31
E-mail: biolog-ivm@mail.ru

Ovchinnikov Dmitry Konstantinovich –

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology, Nature Management and Biology
FSBEI HE «Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin»
Omsk
RSCI SPIN-code: 9357-9139
Tel.: 8(3812)38-96-31
E-mail: biolog-ivm@mail.ru

Россия занимает одно из лидирующих мест в мире по производству птицеводческой продукции [1]. Мировая макроэкономическая ситуация способствовала повышению уровня потребления птицеводческой продукции (мясо, яйца),

как результат – наращивание производства [2].

Интенсивное производство мяса птицы в 1990 году способствовало получению 1801 тыс. т мяса, в 2000 году – 767,5 тыс. т мяса птицы, а в 2010 году – 2846,8 тыс. т мяса птицы.

В 2021 году наблюдается тенденция к увеличению темпов роста промышленного производства мяса птицы – 3744 тыс. т и куриных яиц – 44,9 млрд [3]. Общий объем отечественного производства мяса в Российской Федерации в 2021 году составляет: мясо птицы – 52,2 %, свинины – 40,8 %, говядины – 6,9 %, а баранины и козлятины – 0,1 % [4].

При производстве мяса птицы в России доля бройлеров составляет до 94 %, индейки – 5,8 %, а уток, гусей, перепелов – 0,2 % [5].

В мясе птицы содержится достаточное количество белка, жира, витаминов, минеральных веществ, и по своей пищевой ценности оно сбалансировано и не уступает свинине и баранине [6].

Птицы кросса Родонит 2 предназначены для промышленного птицеводства, и эта особенность играет важное значение в необходимости глубокого изучения морфологических особенностей развития скелетной мускулатуры. Накопленный фактический материал характеризуется своей разноречивостью и фрагментарностью [7].

Цель: изучить закономерности морфологических изменений мышц бедра и голени в возрастном аспекте.

Для решения поставленных задач использован комплекс морфологических методов (обычное и тонкое препарирование по В. П. Воробьеву – материал фиксировали в 4 % растворе формальдегида, морфометрический – мышцы взвешивались на весах с минимальным пределом взвешивания 0,01 г, статистический – материал подвергнут обработке с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2010, достоверность различий между сравниваемыми показателями определяли с помощью t-критерия Стьюдента).

Используя комплексный научный подход, изучали мышцы тазовой конечности кур кросса Родонит 2 яичного направления в разные периоды постнатального онтогенеза начиная с суточного, в 30, 60, 120 и 180-суточном возрасте. Общее количество исследованных клинически здоровых цыплят и кур по пяти возрастам 100 голов (табл.).

Таблица – Схема исследования

Возраст птицы	Обычное и тонкое препарирование
1 сутки	20
30 суток	20
60 суток	20
120 суток	20
180 суток	20
Итого	100

При проведенном исследовании установлено, что масса тушек в среднем имеет показатель $1609,0 \pm 20,45$ г, а масса самой тазовой конечности в среднем имеет показатель $191,3 \pm 2,85$ г.

На тазовой конечности находится большое количество мышц, характеризующихся веретеновидной формой, удлинёнными сухожилиями и обладающих высокой подвижностью [8]. У кур яйценосных пород мышцы плотнее, чем у мясных пород, и имеют характерные морфофункциональные особенности [9]. Брюшко мышц, являясь структурным элементом мышцы, по длине превосходит сухожилия [10].

Тазовая конечность у кур подразделяется на мышцы тазового пояса, таза и бедра, голени и пальцев (рис. 1–3).

На морфологическое строение мышц тазовой конечности оказали влияние двухсторонняя симметрия тела и хватательная способность конечности [11]. Бедро у птиц направлено краниально, а не латерально [12]. Приводящие мышцы бедра утратили роль в сопротивлении силе тяжести, эта роль перешла к поднимателям бедра [13].

Портняжная мышца (m. sartorius) в процессе онтогенеза к 180-суточному возрасту увеличивается в длину на 27,3 % относительно суточного возраста. Ширина исследуемой мышцы интенсивно развивается на протяжении 4 месяцев, увеличиваясь на 28,8 %. В дальнейшем рост продолжается, но незначительно. Диаметр портняжной мышцы на протяжении всего времени развивается без резких изменений, увеличиваясь в каждом возрастном периоде на 30 %. В суточном возрасте масса портняжной мышцы составляет $0,3 \pm 0,03$ г, до возраста 60 суток наблюдается интенсивный рост, продолжаясь до 120 суток. В этот период масса мышцы резко увеличивается на 72,5 %.

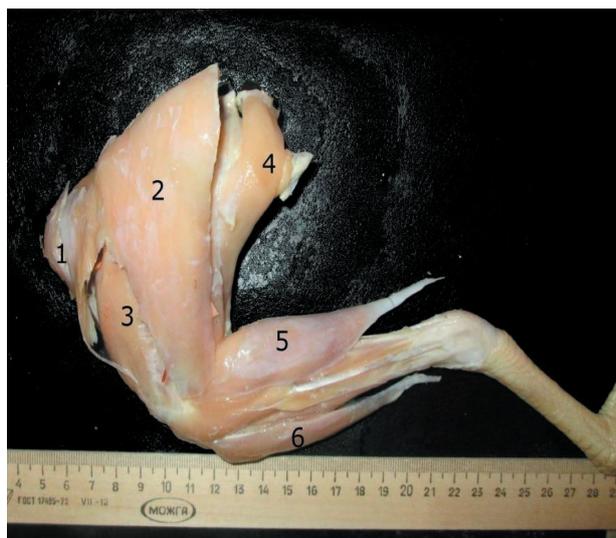


Рисунок 1 – Мышцы тазовой конечности кур кросса Родонит 2, возраст 120 суток:

- 1 – портняжная мышца, 2 – подвздошно-большеберцовая мышца, 3 – средняя бедренно-большеберцовая мышца, 4 – полусухожильная мышца, 5 – наружная икроножная мышца, 6 – передняя большеберцовая мышца

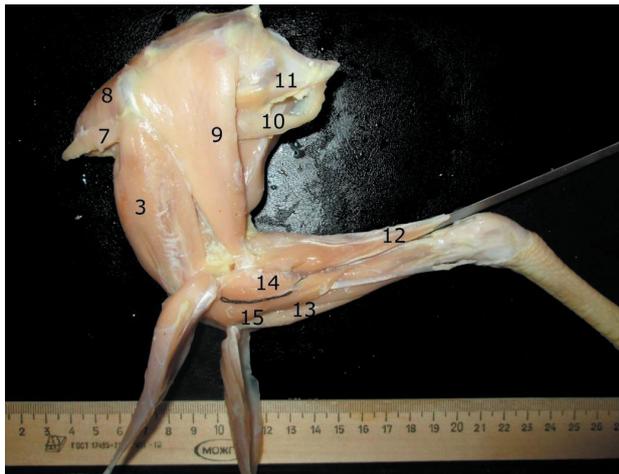


Рисунок 2 – Мышцы тазовой конечности кур кросса Родонит 2 с латеральной поверхности, возраст 180 суток:

- 3 – средняя бедренно-большеберцовая мышца,
7 – передняя подвздошно-вертельная мышца,
8 – задняя подвздошно-вертельная мышца,
9 – двуглавая мышца, 10 – копчиково-бедренная часть грушевидной мышцы, 11 – подвздошно-бедренная часть грушевидной мышцы,
12 – прободенные сгибатели III и IV пальцев,
13 – длинный разгибатель пальцев,
14 – прободающий и прободенный сгибатели II и III пальцев, 15 – длинная малоберцовая мышца

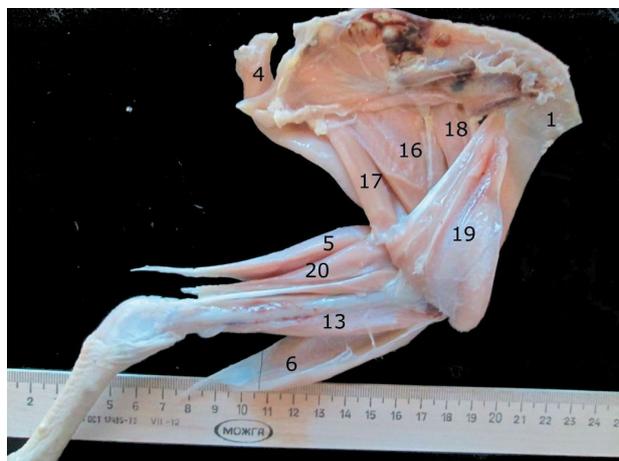


Рисунок 3 – Мышцы тазовой конечности кур кросса Родонит 2 с медиальной поверхности, возраст 180 суток:

- 1 – портняжная мышца, 4 – полусухожильная мышца,
5 – наружная икроножная мышца, 6 – передняя большеберцовая мышца, 13 – длинный разгибатель пальцев, 16 – аддуктор бедра,
17 – полуперепончатая мышца, 18 – охватывающая мышца, 19 – внутренняя икроножная мышца,
20 – средняя икроножная мышца

Двуглавая мышца бедра (*m. biceps femoris*) усиленно увеличивается на протяжении 4 месяцев, впоследствии ее рост продолжается, но со значительно меньшей интенсивностью. Длина в суточном возрасте $18,1 \pm 0,03$ мм, в 120-суточном возрасте – $73,7 \pm 0,03$ мм, а в 180-суточ-

ном возрасте – $79,3 \pm 0,02$ мм. Ширина мышцы начиная с суточного возраста и до 60-суточного возраста увеличивается на 186 %, в последующие возрастные периоды также продолжается ее увеличение. Ширина мышцы наиболее интенсивно растет к 60-суточному возрасту ($21,3 \pm 0,02$ мм) и к 180-суточному возрасту составляет $38,0 \pm 0,02$ мм. Диаметр двуглавой мышцы у птиц до 180-суточного возраста увеличивается и составляет $77,1 \pm 0,01$ мм. Масса мышцы к 180-суточному возрасту увеличивается в 26,3 раза и составляет $7,1 \pm 0,02$ г.

Длина аддуктора бедра (*m. adductor femoris*) к 180-суточному возрасту увеличивается в 3,9 раза ($67,7 \pm 0,02$ мм) по сравнению с суточным возрастом; ширина плавно увеличивается во всех возрастах, достигая к 180-суточному возрасту $30,2 \pm 0,02$ мм. Диаметр мышцы с суточного возраста до 180-суточного возраста увеличивается на 354,9 %, что составляет $60,7 \pm 0,02$ мм. Увеличение массы мышцы идет интенсивно с 60-суточного возраста ($1,34 \pm 0,02$ г) до 120-суточного возраста ($4,71 \pm 0,03$ г), увеличиваясь в 3,5 раза.

Динамика роста и развития длинного разгибателя (*m. extensor digitorum longus*) пальцев интенсивно увеличивается в 2 раза в каждом возрасте, и такой темп прослеживается до 120-суточного возраста, с 180-суточного возраста интенсивность снижается, составляя $70,2 \pm 0,03$ мм. Ширина мышцы достигает своих максимальных размеров к 180-суточному возрасту и составляет $22,7 \pm 0,02$ мм, что в 7,3 раза больше суточного возраста. Диаметр мышцы, подобно длине и ширине, интенсивно увеличивается до 180-суточного возраста на 345,3 % ($46,8 \pm 0,01$ мм). Мышца увеличивается неравномерно, наиболее интенсивно набирает массу с 60- по 120-суточный возраст, увеличиваясь в 7,5 раза, к 180-суточному возрасту достигнув массы $4,8 \pm 0,03$ г.

К 180-суточному возрасту длина прободающего и прободенного сгибателей II пальца (*m. flexor perforans et perforatus digiti II*) и прободающего и прободенного сгибателей III пальца (*m. flexor perforans et perforatus digiti III*) увеличивается в 2,8 раза ($62,1 \pm 0,02$ мм), ширина увеличивается в 2 раза ($19,4 \pm 0,01$ мм), обхват во всех возрастных периодах плавно увеличивается на $9,5 \pm 0,03$ мм. Масса мышцы до 120-суточного возраста увеличивалась незначительно, а в возрасте 180 суток наблюдали резкое увеличение массы в 2,6 раза ($3,03 \pm 0,01$ г).

Длина, ширина, диаметр прободенных сгибателей IV пальца (*m. flexor perforatus digiti IV*) и III пальца (*m. flexor perforatus digiti III*) достигает максимальных значений к 180-суточному возрасту – $87,3 \pm 0,03$ мм, $25,1 \pm 0,02$ мм, $52,3 \pm 0,03$ мм, увеличиваясь в среднем в 2,5–4 раза. Масса мышцы к 180-суточному возрасту увеличивается в 9 раз и составляет $6,87 \pm 0,04$ г.

Таким образом, развитие в постнатальном онтогенезе мышц тазовой конечности у кур кросса Родонит 2 протекает асинхронно, что является особенностью физиологии роста и развития птицы данного кросса. Нерав-

номерное изменение морфологических параметров – результат действия факторов, таких как условия эксплуатации птицы, генетические особенности и технология содержания (клеточное содержание одна из причин гиподинамии). Интенсивный рост массы, объема, ширины, длины и диаметра мышц бедра и голени в

разы наблюдается с суточного до 120-суточного возраста. Именно в этот период отмечается интенсивное увеличение морфометрических показателей мышц тазовой конечности, а максимальное увеличение показателей достигается к 180-суточному возрасту.

Литература

1. Гущин В. В. Выход отечественной продукции на международные рынки: задача и пути ее решение // Птица и птицепродукты. 2011. № 2. С. 31–34.
2. Гущин В. В. Определение мясных индексов качества потрошенных тушек цыплят-бройлеров и их частей // Птица и птицепродукты. 2010. № 6. С. 50–53.
3. Минсельхоз о ситуации на рынке мяса 2022 г. URL: <https://agromics.ru/novosti/minselhoz-myaso>
4. Анализ рынка мяса птицы в России 2022 г. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/40040>
5. Селезнев С. Б., Ветошкина Г. А., Овсисер Л. Л. Морфофункциональные особенности домашних птиц. М. : «Красногорское ОАО», 2001. 22 с.
6. Young Min Choi, Yeunsu Suh, Sangsu Shin, Kichoon Lee. Skeletal Muscle Characterization of Japanese Quail Line Selectively Bred for Lower Body Weight as an Avian Model of Delayed Muscle Growth with Hypoplasia. Published: April 24. 2014.
7. Бобылёва Г. А. Роль ветеринарной службы в обеспечении продовольственной безопасности страны и биобезопасности продуктов птицеводства // Птицеводство. 2012. № 3. С. 10–14.
8. Bonnet M., Cassar-Malek I., Chilliard Y., Picard B. Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other species. Vol. 4, Iss. 7 (XI International Symposium on Ruminant Physiology (ISRP), 6–9 September 2009. Clermont-Ferrand (France), July 2010. P. 1093–1109.
9. Feinshel G. M. A histological study of developing human skeletal muscle // Neurologie. 1966. P. 741–745.
10. Рябиков А. Я. Физиология и этология птиц : учеб. пособие. Омск : Изд-во ОмГТУ, 2012. 352 с.
11. Belichenko V. M., Korostyshevskaya I. M., Maksimov V. F., Shoshenko K. A. Development of the mitochondrial apparatus and blood supply of skeletal muscle fibers during ontogenesis of domestic fowl // Russian Journal of Developmental Biology. 2005. Vol. 36, Iss. 2. P. 105–113.
12. Expression profile of insulin-like growth factor system genes in muscle tissues during the postnatal development growth stage in ducks C.-L. Song^{1,2}, H.-H. Liu¹, J. Kou¹,

References

1. Gushchin V. V. Output of domestic products to international markets: the task and ways to solve it // Poultry and poultry products. 2011. № 2. P. 31–34.
2. Gushchin V. V. Determination of meat quality indices of gutted carcasses of broiler chickens and their parts // Poultry and poultry products. 2010. № 6. P. 50–53.
3. Ministry of Agriculture on the situation on the meat market in 2022. URL: <https://agromics.ru/novosti/minselhoz-myaso>
4. Analysis of the poultry meat market in Russia – 2022. URL: <https://marketing.rbc.ru/research/40040>
5. Seleznev S. B., Vetoshkina G. A., Ovsisher L. L. Morphofunctional features of domestic birds. M. : «Krasnogorsk JSC», 2001. 22 p.
6. Young Min Choi, Yeunsu Suh, Sangsu Shin, Kichoon Lee. Skeletal Muscle Characterization of Japanese Quail Line Selectively Bred for Lower Body Weight as an Avian Model of Delayed Muscle Growth with Hypoplasia. Published: April 24. 2014.
7. Bobyleva G. A. Role of the veterinary service in ensuring the country's food security and biosafety of poultry products // Poultry farming. 2012. № 3. P. 10–14.
8. Bonnet M., Cassar-Malek I., Chilliard Y., Picard B. Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other species. Vol. 4, Iss. 7 (XI International Symposium on Ruminant Physiology (ISRP), 6–9 September 2009. Clermont-Ferrand (France), July 2010. P. 1093–1109.
9. Feinshel G. M. A histological study of developing human skeletal muscle // Neurologie. 1966. P. 741–745.
10. Ryabikov A. Ya. Physiology and ethology of birds : studies manual. Omsk : Publishing of OmSTU, 2012. 352 p.
11. Belichenko V. M., Korostyshevskaya I. M., Maksimov V. F., Shoshenko K. A. Development of the mitochondrial apparatus and blood supply of skeletal muscle fibers during ontogenesis of domestic fowl // Russian Journal of Developmental Biology. 2005. Vol. 36, Iss. 2. P. 105–113.
12. Expression profile of insulin-like growth factor system genes in muscle tissues during the postnatal development growth stage in ducks C.-L. Song^{1,2}, H.-H. Liu¹, J. Kou¹, L. Lv¹, L. Li¹, W.-X. Wang¹ and J.-W. Wang¹ //

- L. Lv¹, L. Li¹, W.-X. Wang¹ and J.-W. Wang¹ // ¹Institute of Animal Breeding and Genetics, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan Province, China; ² Ya'an Vocational College, Ya'an, Sichuan Province, China. Res. 12 (4): 4500–4514 Published May 6, 2013.
13. Picard B., Lefaucheur L., Berri C., Duclos M. J. Muscle fibre ontogenesis in farm animal species // *Reprod. Nutr. Dev.* 2002 Sep-Oct. 42(5). 415–31.
- ¹ Institute of Animal Breeding and Genetics, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan Province, China; ² Ya'an Vocational College, Ya'an, Sichuan Province, China. Res. 12 (4): 4500–4514 Published May 6, 2013.
13. Picard B., Lefaucheur L., Berri C., Duclos M. J. Muscle fibre ontogenesis in farm animal species // *Reprod. Nutr. Dev.* 2002 Sep-Oct. 42(5). 415–31.

УДК 591.151:636.32/.38.033
DOI: 10.31279/222-9345-2023-12-49-33-36HXJBYD
Дата поступления статьи в редакцию: 27.03.2023**Л. Н. Скорых, А. В. Скокова, А. А. Омаров, И. И. Дмитрик,
Н. С. Сафонова**

Skorykh L. N., Skokova A. V., Omarov A. A., Dmitrik I. I., Safonova N. S.

АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ ГОРМОНА РОСТА И ЛЕПТИНА С ПАРАМЕТРАМИ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ У СЕВЕРОКАВКАЗСКОЙ МЯСО-ШЕРСТНОЙ ПОРОДЫ ОВЕЦ

ASSOCIATION OF GROWTH HORMONE AND LEPTIN GENE POLYMORPHISM WITH MEAT PRODUCTIVITY PARAMETERS IN NORTH CAUCASIAN SHEEP MEAT AND WOOL BREED

В данном исследовании изучалась взаимосвязь полиморфизмов генов GH и LEP с качественными характеристиками мяса овец северокавказской мясо-шерстной породы, выращиваемой в условиях Ставропольского края. С помощью секвенирования нуклеотидной последовательности амплифицированных фрагментов генов GH и LEP были идентифицированы 2 мутации, одна из которых расположена в экзоне V гена GH, приводящая к замене аминокислоты аргинин на глицин (с.321C>T), вторая – в экзоне III гена LEP, вызывающая замену валина на лейцин (с.387G>T). Проведен гистологический анализ мышечной ткани исследуемых животных в зависимости от полиморфных вариантов генов GH и LEP. Выявлено, что мясо овец генотипов GH/CT и LEP/GT имело большее количество мышечных волокон, но меньший их диаметр и меньшее содержание соединительной ткани по сравнению с другими вариантами генотипов, что положительно повлияло на его питательную ценность. Наличие информации об ассоциации полиморфных вариантов генов гормона роста, лептина с признаками продуктивности может быть использовано в качестве генетических маркеров при выявлении наиболее ценных для селекции животных с целью производства высококачественной мясной продукции.

Ключевые слова: овцы, секвенирование, однонуклеотидный полиморфизм, генотип, гормон роста, лептин, мясная продуктивность.

In this study, the relationship of polymorphisms of the GH and LEP genes with the qualitative characteristics of sheep meat of the North Caucasian meat and wool breed grown in the Stavropol Territory was studied. By sequencing the nucleotide sequence of amplified fragments of the GH and LEP genes, 2 mutations were identified, one of which is located in exon V of the GH gene, leading to the replacement of the amino acid arginine with glycine (p.321C >T), the second – in exon III of the LEP gene, causing the replacement of valine with leucine (p.387G>T). Histological analysis of the muscle tissue of the studied animals was carried out depending on polymorphic variants of the GH and LEP genes. It was revealed that sheep meat of genotypes GH/CT and LEP/GT had a larger number of muscle fibers, but their smaller diameter and lower connective tissue content, compared to other variants of genotypes, which positively affected its nutritional value. The availability of information on the association of polymorphic variants of growth hormone, leptin genes with signs of productivity can be used as genetic markers in identifying the most valuable animals for breeding in order to produce high-quality meat products.

Key words: sheep, sequencing, single nucleotide polymorphism, genotype, growth hormone, leptin, meat productivity.

Скорых Лариса Николаевна –

доктор биологических наук, доцент,
главный научный сотрудник отдела овцеводства
и козоводства
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр»
г. Михайловск
РИНЦ SPIN-код: 8979-4755
Тел.: 8(8652)71-81-55
E-mail: smu.sniizhk@yandex.ru

Скокова Антонина Владимировна –

кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник отдела генетики и биотехнологии
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр»
г. Михайловск
РИНЦ SPIN-код: 3080-0919
Тел.: 8(8652)71-72-13
E-mail: antoninaskokova@mail.ru

Омаров Арслан Ахметович –

кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий
научный сотрудник отдела овцеводства и козоводства
ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр»
г. Михайловск
РИНЦ SPIN-код: 4750-0917

Skorykh Larisa Nikolayevna –

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor,
Chief Researcher of the Department of Sheep Breeding
and Goat Breeding
FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research
Center»
Mikhaylovsk
PSCI SPIN-code: 8979-4755
Tel.: 8(8652)71-81-55
E-mail: smu.sniizhk@yandex.ru

Skokova Antonina Vladimirovna –

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
of the Department of Genetics and Biotechnology
FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research
Center»
PSCI SPIN-code: 3080-0919
Mikhaylovsk
Tel.: 8(8652)71-72-13
E-mail: antoninaskokova@mail.ru

Omarov Arslan Akhmetovich –

Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher
of the Department of Sheep and Goat Breeding
FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research
Center»
Mikhaylovsk
PSCI SPIN-code: 4750-0917

Тел.: 8(8652)71-95-58
E-mail: omarov1977@yandex.ru

Дмитрик Ирина Ивановна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник отдела овцеводства и козоводства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» г. Михайловск
РИНЦ SPIN-код: 6320-4692
Тел.: 8(8652)71-57-31
E-mail: morfologia.sniizhk@yandex.ru

Сафонова Надежда Сергеевна – научный сотрудник лаборатории биохимии ФКУЗ «Ставропольский противочумный институт Роспотребнадзора» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1043-7760
Тел.: 8-918-750-72-21
E-mail: nadejda2383@yandex.ru

Тел.: 8(8652)71-95-58
E-mail: omarov1977@yandex.ru

Dmitrik Irina Ivanovna – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Sheep and Goat Breeding FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research Center» Mikhaylovsk
PSCI SPIN-code: 6320-4692
Tel.: 8(8652)71-57-31
E-mail: morfologia.sniizhk@yandex.ru

Safonova Nadezhda Sergeevna – Researcher at the Laboratory of Biochemistry FSIH «Stavropol Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор» Stavropol
PSCI SPIN-code: 1043-7760
Tel.: 8-918-750-72-21
E-mail: nadejda2383@yandex.ru

В настоящее время перед учеными-селекционерами стоит задача увеличения объемов производства продуктов питания при сохранении качественных характеристик, необходимых для здоровья человека. В рационе человека мясная продукция играет ключевую роль. Помимо того, что мясо является основным источником белка, оно также содержит витамины, минералы и жиры, в том числе жирные кислоты, которые имеют решающее значение для питания человека [1]. В недалеком прошлом овцеводческая отрасль была ориентирована на производство шерстной продукции, однако из-за сокращения производства шерсти основной причиной для разведения овец становится производство молодой баранины. Для повышения мясной продуктивности важно разработать более эффективные способы использования генофонда имеющихся пород овец [2]. Сельхозтоваропроизводители могут улучшить экономические показатели за счет снижения затрат корма на единицу продукции, мониторинга генетики, контроля селекции и создания дополнительных резервов. При этом наибольший интерес возникает к генетическому улучшению экономических признаков овец. Идентифицируя гены, лежащие в основе ценных признаков, можно устранить нежелательные признаки при сохранении таких важных параметров, как рост и качество мяса, размер помета. Поэтому важно выявить мутации, определяющие ценностные характеристики животных [3].

Использование ДНК-технологий позволяет новым методам оценки животных выявлять гены, прямо или косвенно связанные с экономически важными качествами [4]. Более того, возможно определение предпочтительных вариантов генов непосредственно на уровне ДНК и проведение геномных отборов наряду с традиционными [5].

Поэтому в качестве ДНК-маркеров изучают перспективные гены, аллельные варианты которых связаны с фенотипическим проявлением экономически значимых признаков животных. В связи с

этим для улучшения качественных характеристик мяса можно рассматривать гены гормона роста (GH) и лептина (LEP), являющиеся важнейшими гормональными регуляторами энергетического обмена. Ген GH экспрессируется в клетках гипофиза, которые вырабатывают и секретируют гормон роста, влияющий на развитие костей и мышц, участвуя в пролиферации и размножении клеток, что в конечном итоге приводит к увеличению веса [6].

Лептин является признанным гормоном, который регулирует массу тела, поддерживая баланс между потреблением пищи и расходом энергии. Это происходит в основном за счет гомеостаза глюкозы, либо непосредственно за счет регуляции уровня инсулина, либо косвенно за счет изменения уровней других гормонов, регулирующих метаболизм глюкозы [7]. Продуктом экспрессии этого гена является одноименный белок, состоящий из 167 аминокислот, регулирующий массу тела, потребление корма и играющий роль в репродуктивной функции, иммунитете, росте и метаболизме, а также расширении запасов энергии в организме [8].

При этом исследования, направленные на идентификацию, картирование и анализ однонуклеотидных полиморфизмов генов GH и LEP, участвующих в основных метаболических путях, связанных с ростом животных и распределением питательных веществ в различных тканях, представляют особый интерес.

В связи с этим основная цель настоящей работы заключалась в обнаружении полиморфизмов генов GH и LEP, определении наличия связей с качественными характеристиками мяса у северокавказской породы овец.

Эксперимент проводился на базе племенного хозяйства СПК ПЗ «Восток» Степновского района Ставропольского края. Молекулярные исследования выполнялись в лаборатории ФКУЗ «Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт». Объектом исследования являлись ярки северокавказской мясо-шерстной породы в количестве 30 голов. Генотипирование проводили на основе ДНК, выделенной из цельной крови ярок, с использованием сертифицированного набора

«ДНК сорб-В» (ИнтерЛабСервис, Россия). Амплификацию образцов методом ПЦР осуществляли на термоциклере планшетного типа («Bio-Rad», США). Очистку ПЦР-продуктов проводили при помощи набора реагентов AgenScourt AMPure XP («Beckman Coulter Inc», США). Секвенирование по методу Сенгера проводили на генетическом анализаторе ABI PRISM 3500 Genetic Analyzer (США) с использованием набора реагентов BigDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit [9].

Оценка качества мяса проводилась на микроструктурном уровне путем изучения длиннейшей мышцы спины после проведения контрольного убоя исследуемых животных в возрасте 9 месяцев согласно методическим указаниям «Способ гистологической оценки качественных показателей мясной продуктивности овец с учетом морфоструктуры тканей» [10].

По результатам проведенного секвенирования заданного участка экзона V гена GH у овец идентифицированы аллели С и Т гена GH. Частота встречаемости референсного аллеля С оказалась равной 0,68, что практически в 2 раза выше по сравнению с частотой встречаемости мутантного аллеля Т (0,32). Частота генотипов СС, СТ и ТТ распределилась следующим образом: 53,3; 30,0 и 16,7 % соответственно (табл. 1).

Таблица 2 – Микроструктурная характеристика мышечной ткани у овец северокавказской мясо-шерстной породы в зависимости от генотипов генов GH и LEP

Показатель	Количество мышечных волокон, шт.	Диаметр мышечного волокна, мкм	Общая оценка «мраморности», балл	Содержание соединительной ткани, %
<i>GH</i>				
<i>GH^{CC}</i>	377,26±3,05	26,91±0,51	33,72±0,44	8,03±0,2
<i>GH^{CT}</i>	384,52±1,35	26,36±0,72	34,62±1,18	7,34±0,38
<i>GH^{TT}</i>	375,34±2,8	28,14±0,48	32,11±1,17	8,2±0,31
<i>LEP</i>				
<i>LEP^{GG}</i>	377,33±3,11	26,79±0,6	33,03±0,69	7,93±0,41
<i>LEP^{GT}</i>	385,19±4,51	26,34±0,72	34,41±1,15	7,27±0,09
<i>LEP^{TT}</i>	376,78±6,91	28,09±0,53	32,59±1,5	8,0±0,23

Большим количеством мышечных волокон – на 1,9 и 2,4 % ($p < 0,001$), но меньшим их диаметром – на 2,0 и 6,3 % ($p < 0,001$; $p < 0,05$), также меньшим содержанием соединительной ткани – на 0,69–0,86 абс. процента характеризовались овцы гетерозиготного генотипа СТ гена GH в отличие от СС и ТТ генотипов.

Проанализировав микроструктуру длиннейшей мышцы спины у изучаемых животных разных генотипов гена LEP, можно отметить, что мышечная ткань овец генотипа GT имела большее количество мышечных волокон на 2,1 и 2,2 % ($p < 0,001$; $p < 0,05$), меньший диаметр на 1,7 и 6,2 % ($p < 0,05$), чем у животных GG и ТТ генотипов. Содержание соединительной ткани в мышечном волокне, полученном от овец генотипа GT, оказалось меньше на 0,66 и 0,73 абс. %.

Учитывая, что особая питательная ценность мяса заключается во внутримышечном жиротложении, формирующем «мраморность» мяса баранины, нами был определен коэффициент

Таблица 1 – Частота аллелей и генотипов генов GH и LEP у северокавказской мясо-шерстной породы овец

Показатель	<i>GH</i>		<i>LEP</i>	
	CC	53,3	GG	60,0
Частота генотипов, %	CT	30,0	GT	26,7
	TT	16,7	TT	13,3
	C	0,68	G	0,73
Частота аллелей	T	0,32	T	0,27

При секвенировании фрагмента гена LEP, расположенного в экзоне III, выявили однонуклеотидный полиморфизм, представленный аллелями G и T. Референсный аллель G гена LEP встречается в 2,7 раза чаще, чем мутантный аллель T. По гену LEP у исследуемых овец выявлено три генотипа: GG, GT и ТТ с частотой встречаемости 60,0; 26,7 и 13,3 %.

Изучение микроструктурных особенностей мяса дает более объективную оценку его качественным характеристикам, поэтому проведен гистологический анализ длиннейшего мускула спины исследуемых животных в зависимости от полиморфных вариантов генов GH и LEP (табл. 2).

«мраморности». Наиболее высоким он оказался у ярок гетерозиготных генотипов СТ и GT генов GH и LEP соответственно.

Таким образом, полученные результаты гистологического анализа длиннейшего мускула спины исследуемых животных показали, что овцы СТ и GT генотипов генов GH и LEP производят более высококачественное мясо, обладающее лучшими питательными качествами по сравнению с особями других генотипов.

В заключение этого исследования следует отметить, что полиморфные варианты генов GH и LEP оказали значительное влияние на качественные показатели мяса овец в изучаемой популяции северокавказской мясо-шерстной породы. Можно отметить, что наличие информации об ассоциации полиморфизмов генов гормона роста и лептина с качественными показателями мяса может быть использовано для выявления особей, несущих ценные для дальнейшей селекции генотипы.

Литература

1. Мясная продуктивность овец различных генотипов / Ю. А. Колосов, Н. Г. Чамурлиев, А. С. Дегтярь, Ф. А. Смородин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 196–202.
2. Meat productivity of sheep of the Altai Mountain breed of different genotypes according to the CAST and GDF9 genes. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / M. I. Selionova, L. N. Chizhova, E. S. Surzhikova, N. A. Podkorytov, A. T. Podkorytov, T. V. Voblikova // IOP Publishing (December). 2020. Vol. 613. № 1. P. 012130.
3. Yousif N. I., Koyun H. Detection of growth hormone (GH) gene polymorphism in norduz sheep // Indian Journal of Animal Research. 2022. Vol. 56, № 9. С. 1071–1076.
4. Altwaty N. H., Salem L. M., Mahrous K. F. Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone receptor gene and Alu1 polymorphisms in the diacylglycerol acyltransferase 1 gene as related to meat production in sheep // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 5. P. 884.
5. Генетические маркеры мясной продуктивности овец (*ovis aries* L.). Сообщение I. Миостатин, кальпаин, кальпаастатин / В. И. Трухачев, М. И. Селионова, А. Ю. Криворучко, А. М. М. Айбазов // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53, № 6. С. 1107–1119.
6. Esen V. K., Elmaci C. Effect of Growth Hormone Exon-5 Polymorphism on Growth Traits, Body Measurements, Slaughter and Carcass Characteristics, and Meat Quality in Meat-Type Lambs in Turkey // Ruminants. 2022. Vol. 2, № 4. P. 420–434.
7. Detection of polymorphism within leptin gene in Egyptian river buffalo and predict its effects on different molecular levels / K. F. Mahrous, M. M. Aboelenin, M. A. Rashed, M. A. Sallam, H. E. Rushdi // Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. 2020. Vol. 18, № 1. P. 1–11.
8. Hajhosseinlo A., Jafari S., Ajdary M. The relationship of GH and LEP gene polymorphisms with fat-tail measurements (fat-tail dimensions) in fat-tailed Makoei breed of Iranian sheep // Advanced Biomedical Research. 2015. Vol. 4. A. 172.
9. Полиморфизм гена соматотропина (GH) у овец породы советский меринос / Н. С. Сафонова, Д. А. Ковалев, Л. Н. Скорых, Н. И. Ефимова, А. М. Жиров // Главный зоотехник. 2019. № 6. С. 25–31.
10. Дмитрик И. И., Селионова М. И., Завгородняя Г. В. Корреляция между убойными и микроструктурными показателями мясной продуктивности овец // Главный зоотехник. 2019. № 8. С. 39–47.

References

1. Meat productivity of sheep of various genotypes / Yu. A. Kolosov, N. G. Chamurliiev, A. S. Degtyar, F. A. Smorodin // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: science and higher professional education. 2022. № 2 (66). P. 196–202.
2. Meat productivity of sheep of the Altai Mountain breed of different genotypes according to the CAST and GDF9 genes. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / M. I. Selionova, L. N. Chizhova, E. S. Surzhikova, N. A. Podkorytov, A. T. Podkorytov, T. V. Voblikova // IOP Publishing (December). 2020. Vol. 613. № 1. P. 012130.
3. Yousif N. I., Koyun H. Detection of growth hormone (GH) gene polymorphism in norduz sheep // Indian Journal of Animal Research. 2022. Vol. 56, № 9. С. 1071–1076.
4. Altwaty N. H., Salem L. M., Mahrous K. F. Single nucleotide polymorphisms in the growth hormone receptor gene and Alu1 polymorphisms in the diacylglycerol acyltransferase 1 gene as related to meat production in sheep // Veterinary World. 2020. Vol. 13, № 5. P. 884.
5. Genetic markers of sheep meat productivity (*ovis aries* L.). Message I. Myostatin, calpain, calpastatin / V. I. Trukhachev, M. I. Selionova, A. Yu. Krivoruchko, A. M. M Aybazov // Agricultural biology. 2018. Vol. 53, № 6. P. 1107–1119.
6. Esen V. K., Elmaci C. Effect of Growth Hormone Exon-5 Polymorphism on Growth Traits, Body Measurements, Slaughter and Carcass Characteristics, and Meat Quality in Meat-Type Lambs in Turkey // Ruminants. 2022. Vol. 2, № 4. P. 420–434.
7. Detection of polymorphism within leptin gene in Egyptian river buffalo and predict its effects on different molecular levels / K. F. Mahrous, M. M. Aboelenin, M. A. Rashed, M. A. Sallam, H. E. Rushdi // Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. 2020. Vol. 18, № 1. P. 1–11.
8. Hajhosseinlo A., Jafari S., Ajdary M. The relationship of GH and LEP gene polymorphisms with fat-tail measurements (fat-tail dimensions) in fat-tailed Makoei breed of Iranian sheep // Advanced Biomedical Research. 2015. Vol. 4. A. 172.
9. Polymorphism of the somatotropin (GH) gene in Soviet merino sheep / N. S. Safonova, D. A. Kovalev, L. N. Skorykh, N. I. Efimova, A. M. Zhirov // Chief zootechnician. 2019. № 6. P. 25–31.
10. Dmitrik I. I., Selionova M. I., Zavgordnaya G. V. Correlation between slaughter and microstructural indicators of sheep meat productivity // Chief zootechnician. 2019. № 8. P. 39–47.

УДК 631.41

DOI: 10.31279/222-9345-2023-12-49-37-41

JFSQJ

Дата поступления статьи в редакцию: 20.02.2023

**М. М. Ал-Дарраджи, В. С. Цховребов**

Al-Darraji M. M., Tskhovrebov V. S.

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-ПОГЛОЩАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ЦЕЛИНЫ И ПАШНИ В СРАВНЕНИИ С ПАЛЕОПОЧВОЙ

AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND CONDITION OF THE SOIL-ABSORBING COMPLEX OF CHESTNUT SOIL OF VIRGIN LAND AND ARABLE LAND IN COMPARISON WITH PALEOSOIL

Исследования проводили в Георгиевском районе Ставропольского края недалеко от села Новозаведенного. Были изучены современные и погребенные почвы кургана Скифского периода. Возраст насыпи 2300–2500 лет, высота около 2 м. В непосредственной близости от кургана (на расстоянии 70–100 м) были заложены разрезы на целине и пашне. Целинная растительность представлена разнотравно-злаковыми ассоциациями, на пашне выращиваются в основном зерновые и масличные культуры. Установлено, что в палеопочвах содержание подвижных форм фосфора высокое (более 49 мг/кг), на целине современных почв среднее (около 28 мг/кг), на пашне – близкое к низкому (17–18 мг/кг). По подвижному калию почвы соответственно с низкой обеспеченностью переходят в высокую и среднюю при снижении содержания гумуса на пашне по сравнению с целиной на 0,25 %. За 2500 лет сумма обменных оснований и содержание катионов кальция и магния значительно снижается в современных почвах по сравнению с палеопочвами, а также происходит вынос карбонатов из верхней части профиля пашни и накопление в горизонте ВС и в породе.

Ключевые слова: агрохимическая характеристика, каштановые почвы, целина, пашня, палеопочва, обменный кальций, обменный магний.

The research was carried out in the Georgievsky district of the Stavropol Territory near the village of Novozavedennoe. The modern and buried soils of the mound of the Scythian period were studied. The age of the buried mound is 2300–2500 years, the height is about 2 m. In the immediate vicinity of the mound (at a distance of 70–100 m), sections were laid on virgin and arable soils. Virgin vegetation is represented by grass-grain associations, mainly cereals and oilseeds are grown on arable soil. It was found that the content of mobile forms of phosphorus in paleosols is high (more than 49 mg/kg), on the virgin soil of modern soils is average (about 28 mg/kg), on arable soil it is close to low (17–18 mg/kg). According to mobile potassium, respectively, from low to high and medium security, with a decrease in the humus content on arable land compared to virgin land by 0.25 %. Over 2500 years, the amount of exchange bases and the content of calcium and magnesium cations has been significantly reduced in modern soils compared to paleosols, and carbonates have been removed from the upper part of the arable soil profile and accumulated in the horizon BC and in the rock horizon.

Key words: agrochemical characteristics, chestnut soils, virgin soil, arable soil, paleosoil, exchange calcium, exchange magnesium.

Ал-Дарраджи Марван Мохаммед –

аспирант кафедры почвоведения
им. профессора В. И. Тюльпанова
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-912-308-03-49
E-mail: mar90wan90@gmail.com

Al-Darraji Marwan Mohammed –

postgraduate student of the Department
of Soil Science named after Professor
V. I. Tulpanov
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-912-308-03-49
Email: mar90wan90@gmail.com

Цховребов Валерий Сергеевич –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий кафедрой почвоведения
им. профессора В. И. Тюльпанова
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5327-5803
Тел.: 8-906-478-02-07
E-mail: tshovrebov@mail.ru

Tskhovrebov Valery Sergeevich –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department of Soil Science
named after Professor V. I. Tulpanov
FSBEI HE «Stavropol State
Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 5327-5803
Tel.: 8-906-478-02-07
E-mail: tshovrebov@mail.ru

Агрохимическая характеристика почв неразрывно связана с такими показателями, как содержание органического вещества, элементов питания, состояние почвенно-поглощающего комплекса [1, 2]. Эта информация необходима для выстраивания системы питания растений, повышения плодородия почв, увеличения

урожайности сельскохозяйственных культур. В понимании изменения плодородия почв во времени немаловажную роль имеет возможность сравнить основные показатели современных почв с их историческими аналогами. Такие сведения может представить изучение погребенных почв курганов древних времён голоцена [3–5].

Информация о состоянии почвенного поглощающего комплекса дает нам представление о генетических особенностях почв, их эволюции и уровне естественного плодородия [6, 7]. Сумма обменных оснований и состав ППК напрямую зависят от таких показателей, как гранулометрический и химический состав минеральной основы почв [8].

Исследования проводили в Георгиевском районе Ставропольского края недалеко от села Новозаведенного. Были изучены современные и погребенные почвы кургана Скифского периода. Возраст курганной насыпи 2300–2500 лет, высота около 2 м. В результате погребения почвы оставались ненарушенными и очень хорошо сохранились до наших дней. В непосредственной близости от кургана (на расстоянии 70–100 м) были изучены современные почвы целины и пашни. Целинная растительность представлена разнотравно-злаковыми ассоциациями, на пашне выращиваются сельскохозяйственные культуры, среди которых основными являются озимая пшеница, ячмень, кукуруза, рапс и подсолнечник.

В результате проведенных исследований установлено, что каштановые почвы снизили свой потенциал по содержанию подвижных форм фосфора. Если в почвах Скифского периода его содержание классифицируется как высокое (более 49 мг/кг), то на целине современных почв уже как среднее (около 28 мг/кг), а на пашне как близкое к низкому.

В содержании подвижного калия, напротив, произошло увеличение данного показателя за эволюционный период. Каштановые почвы середины второй половины голоцена с низкой обеспеченностью подвижным калием (120–160 мг/кг) переходят в разряд с высокой обеспеченностью на целине современных почв (более 400 мг/кг) и в среднеобеспеченные (230–260 мг/кг) на пашне. Снижение исследуемой величины на пашне по сравнению с целиной свидетельствует о начавшейся деградации почв агроценозов, обусловленной выносом и отчуждением элементов питания вместе с урожаем.

Содержание органического вещества за 80–100 лет эксплуатации каштановых почв в пашне снизилось по сравнению с целиной на 0,25 %. Но содержание гумуса в палеопочве в 3–4 раза ниже, чем в современных целинных аналогах.

При изучении физико-химических свойств почв установлено, что сумма обменных оснований верхнего горизонта палеопочвы составляет 21,4 мг-экв/100 г (табл.). В горизонте В этот показатель существенно не изменяется. В целинных почвах в дернинном горизонте и в горизонте А исследуемая величина снижается на 1,3 и 2,0 мг-экв/100 г соответственно. В горизонте В разница увеличивается и составляет 2,9 мг-экв/100 г по сравнению с горизонтом В погребенных почв.

Таблица – Состояние ППК современных и погребённых почв

Разрез	Глубина, см	мг-экв/100 г					% от Σ			
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ обменных оснований	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
Курган (палеопочва)	A 0–17	16,8	3,6	0,6	0,4	21,4	78,5	16,8	2,80	1,87
	B 17–40	16,2	3,8	0,7	0,3	21,0	77,1	18,0	3,33	1,42
	BC 40–62	12,7	3,3	0,7	0,5	17,2	73,8	19,1	4,06	2,90
	C 62–97	11,4	3,7	0,8	0,3	16,2	70,3	22,8	4,93	1,85
Целина (современная почва)	A _d 0–7	15,2	3,2	0,5	1,2	20,1	75,6	15,9	2,48	5,97
	A 7–33	15,1	3,0	0,6	0,7	19,4	77,8	15,4	3,09	3,60
	B 33–49	13,8	2,9	0,8	0,6	18,1	76,2	16,0	4,41	3,31
	BC 49–73	13,1	2,7	0,9	0,4	17,1	76,6	15,7	5,26	2,33
Пашня (современная почва)	C 73–100	12,0	1,9	0,7	0,3	14,9	80,5	12,7	4,69	2,01
	A _{пах} 0–10	14,8	3,0	0,5	0,6	18,9	78,3	15,8	2,64	3,17
	A 10–29	14,5	2,6	0,5	0,5	18,1	80,1	14,3	2,76	2,76
	B 29–54	13,7	2,4	0,7	0,4	17,2	79,6	13,9	4,06	2,32
Пашня (современная почва)	BC 54–69	13,6	2,0	0,8	0,4	16,8	80,9	11,9	4,76	2,38
	C 69–...	12,0	1,8	0,6	0,3	14,7	81,6	12,2	4,08	2,04

В условиях пашни верхний горизонт обладает более низкой суммой обменных оснований и составляет 18,9 мг-экв/100 г, что на 2,5 мг-экв/100 г ниже, чем в верхнем горизонте палеопочвы, и на 1,2 мг-экв/100 г, чем на целине. В иллювиальном горизонте искомая величина составляет 17,2 мг-экв/100 г, и это ниже на 3,8 мг-экв/100 г, чем в почве под курганом, и на 0,9 мг-экв/100 г, чем на целине.

Вниз по профилю разница в сумме обменных оснований между разрезами менее значительная, хотя наиболее высокие значения свойственны палеопочвам и наименьшее – почвам пашни. Вызывает удивление тот факт, что при неизменном гранулометрическом составе наблюдается такая разница в сумме обменных оснований. Как известно, многие исследователи связывают состояние ППК с гумусным со-

стоянием почв: чем больше гумуса в почве, по их мнению, тем выше сумма обменных оснований. Налицо совершенно иная картина: менее всего обеспечены гумусом погребенные почвы, но они имеют наиболее высокие значения емкости катионного обмена.

При исследовании состава обменных оснований выявили, что количество обменного кальция в погребенных почвах в верхнем горизонте составляет 16,8 мг-экв/100 г. Это на 1,6 мг-экв/100 г выше, чем в целинных почвах, и на 2,0 мг-экв/100 г, чем в почве пашни. В горизонте В аналогичная картина. В почве под курганом данный показатель составляет 16,2 мг-экв/100 г. Это также выше на 2,4 мг-экв/100 г, чем на целине, и на 2,5 мг-экв/100 г, чем на пашне. В переходном горизонте ВС значительной разницы в исследуемом показателе не наблюдали. Это относится и к материнской породе, где на целине и пашне получили практически одинаковые значения.

Такое распределение обменного кальция согласуется с распределением суммы обменных оснований. Но когда мы сделали расчеты процентного содержания обменных катионов от суммы обменных оснований, то получили совершенно иную картину: по профилю исследуемых почв отметили либо отсутствие значительной разницы, либо более низкие показатели в почвах под курганом, чем в современных почвах. Следовательно, при снижении суммы обменных оснований доля кальция в ППК в современных почвах возрастает.

При изучении содержания обменного магния значительного различия в показателях верхнего горизонта почвы не обнаружено. В горизонте В погребенных почв его количество составляет 3,8 мг-экв/100 г, что на 0,9 мг-экв/100 г выше, чем на целине, и на 1,4 мг-экв/100 г выше, чем на пашне. Аналогичная закономерность прослеживается для горизонтов ВС и С. Примечательно, что снижается и доля магния от суммы обменных оснований на современных почвах по сравнению с палеопочвами.

При исследовании содержания обменного натрия мы не обнаружили значительной разницы в его количестве, выраженном в мг-экв/100 г по профилю исследуемых почв. Но когда мы исследовали долю обменного натрия в процентах от суммы обменных оснований, то выявили, что его количество наименьшим было в почвах кургана и увеличивалось в современных почвах целины и пашни. Это характерно для всех горизонтов кроме элювиальных.

При изучении обменного калия выявили, что наиболее низкие значения свойственны погребенным почвам. В верхнем горизонте исследуемый показатель составляет 0,4 мг-экв/100 г и возрастает на целине до 1,2 мг-экв/100 г, то есть в 3 раза. Такое изменение хорошо объясняется транспортировкой калия из нижележащих горизонтов через корневую систему растений в органическую материю степных трав с последующим их отмиранием, минерализаци-

ей и накоплением калия в верхних горизонтах, как слабopодвижного иона с высокой степенью биофильности. А в таких условиях, как правило, идет трансформация глинистых минералов в сторону их иллитизации.

На пашне происходит снижение содержания обменного калия на 0,6 мг-экв/100 г по сравнению с целиной, или в 2 раза. Следовательно, при вовлечении целинных угодий в систему агроценозов происходит безвозвратная потеря этого элемента питания за счет его выноса и отчуждения вместе с товарной продукцией.

При выявлении доли обменного калия от суммы обменных оснований обнаружили ту же закономерность в его распределении по профилю почвы, как и в его количественном содержании.

Таким образом, можно свидетельствовать о значительном изменении в составе ППК и его эволюции как в доисторический период, так и в системе агроценозов при непосредственном влиянии антропогенного фактора. За 2500 лет сумма обменных оснований и содержание катионов кальция и магния значительно снижается в современных почвах по сравнению с их погребенными аналогами. Вакантные позиции ППК занимает натрий. В содержании калия наиболее ощутим антропогенный след, так как приводит к значительным потерям элемента питания в агроценозах.

Карбонатно-кальциевый комплекс формирует не только физико-химические свойства, но также ответственен за структуру и общие физические свойства почв. Кальций является сильным коагулянтом, и почвы, богатые этим элементом, формируют прочную и устойчивую микроструктуру за счет коагуляции илистой фракции в микроагрегаты.

В результате проведенных исследований было установлено, что наиболее богаты карбонатным материалом погребенные почвы (рис.). Количество CaCO_3 в верхнем горизонте А составляет 4,5 %. Это на 1 % выше, чем в верхнем горизонте современных целинных почв, и на 2 % выше, чем на пашне.

В горизонте В разница между палеопочвой и современными почвами незначительна. Вниз по профилю происходит возрастание исследуемой величины до 8,2 % в материнской породе палеопочв, а на целине этот показатель снижается до 6,5 %, что на 1,7 % ниже, чем в почвах под курганом.

Следовательно, за исторический период в 2500 лет происходил вынос карбонатов в верхнюю часть профиля с обеднением материнской породы. На пашне, напротив, содержание карбонатов в нижней части профиля в материнской породе увеличивается до тех же значений, что и в палеопочвах. В данном случае при значительном снижении карбонатов в верхней части профиля и их увеличении в породе можно сделать вывод о разрушении карбонатного материала, выносе и аккумуляции его в нижней части профиля.

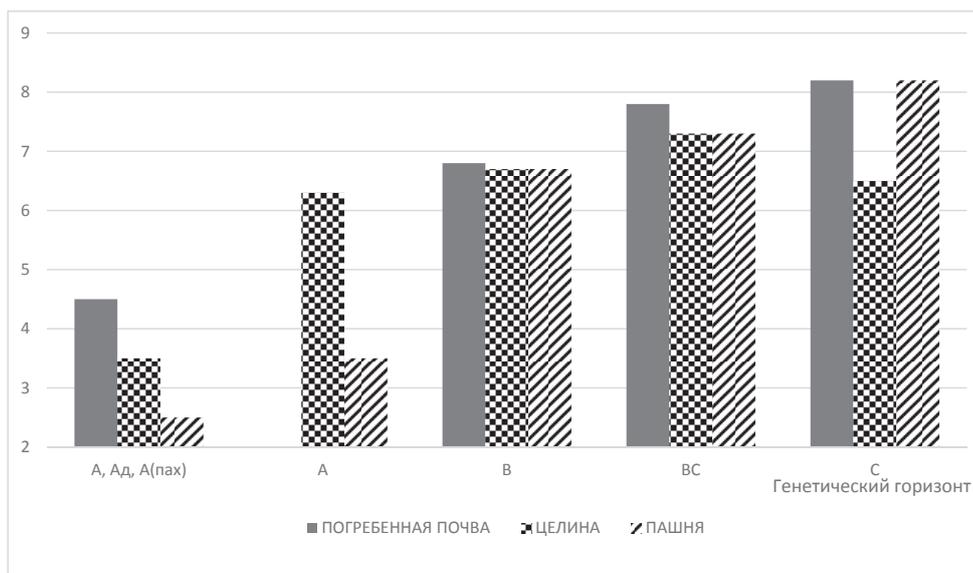


Рисунок – Содержание карбонатов кальция в современной и погребенной каштановой почве, %

В процессе биологического выветривания идет растворение CaCO_3 за счет кислот биологического происхождения, главной из которых является угольная кислота, образующаяся в процессе дыхания почв. Возрастает кислотный гидролиз карбонатов, а следовательно, увеличивается и парциальное давление CO_2 , при котором карбонаты кальция переходят в бикарбонаты. В таком виде возрастает их растворимость и подвижность, которая способствует миграции вниз по профилю. В иллювиальном горизонте и в породе парциальное давление CO_2 резко падает, бикарбонаты переходят в карбонаты кальция и

передоклаиваются в виде прожилок или белоглазки.

Нами установлено, что белоглазка в почвах под курганом имеет незначительные размеры, соответствующие 0,2–0,3 см. В современной почве и особенно в пашне их размеры возрастают в 2–3 раза. Следовательно, в пашне под действием микробиологического фактора происходит разрушение и миграция карбонатов кальция и освобождение от них верхнего слоя почвы. В будущем можно ожидать эволюцию этих почв из карбонатной стадии в бескарбонатную с обязательным ухудшением водных, физических и водно-физических свойств.

Литература

1. Есаулко А. Н., Касаткина А. О. Влияние минеральных удобрений на содержание элементов питания в черноземе выщелоченном и урожайность кориандра // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 2 (34). С. 52–56.
2. Изменение физико-химических показателей черноземов Центрального Предкавказья при сельскохозяйственном использовании / В. И. Фаизова, В. С. Цховребов, А. М. Никифорова, Д. В. Калугин // Агрохимический вестник. 2017. № 4. С. 17–19.
3. Калугин Д. В. Динамика содержания подвижных форм макроэлементов по фазам вегетации гороха // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : сб. науч. тр. по материалам 78-й науч.-практ. конф. Ставрополь, 2014. С. 100–102.
4. Канторович А. Р., Маслов В. Е. Курганый могильник Новозаведенное 3 на Ставрополе: взаимодействие скифской и кобанской культур // Труды VI (XXI) Всероссийского археологического съезда в Самаре. Самара : СГСПУ, 2020. С. 61–62.

References

1. Esaulko A. N., Kasatkina A. O. Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in leached chernozem and coriander yield // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2019. № 2 (34). P. 52–56.
2. Changes in the physico-chemical parameters of chernozems of the Central Caucasus in agricultural use / V. I. Faizova, V. S. Tskhovrebov, A. M. Nikiforova, D. V. Kalugin // Agrochemical Bulletin. 2017. № 4. P. 17–19.
3. Kalugin D. V. Dynamics of the content of mobile forms of macronutrients by the phases of pea vegetation // Modern resource-saving innovative technologies of cultivation of agricultural crops in the North Caucasus Federal District : collection of scientific papers on the materials of the 78th scientific and practical conference. Stavropol, 2014. P. 100–102.
4. Kantorovich A. R., Maslov V. E. Kurgan burial ground Novozavedennoe 3 in Stavropol: interaction of Scythian and Koban cultures // Proceedings of the VI (XXI) All-Russian Archaeological Congress in Samara. Samara : SGPU, 2020. P. 61–62.

5. Слюсарев В. И. Мониторинг состояния почвенного поглощающего комплекса чернозема выщелоченного в агрофитоценозе люцерны // Итоги научно-исследовательской работы за 2021. С. 100–102.
6. Колесников С. И. Экоотоксичность химических элементов // Материалы IV Международной научной конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова». Ставрополь : Секвойя, 2022. С. 190–191.
7. Осипов А. В., Слюсарев В. Н., Суминский И. И. Влияние нулевой обработки на агрофизические свойства чернозема выщелоченного Западного Предкавказья при возделывании полевых культур // Энтузиасты аграрной науки. 2020. С. 232–237.
8. Сравнение агрохимических показателей современной и погребенной почвы кургана «Новозаведенное 3» / В. С. Цховребов, А. Р. Канторович, В. Е. Маслов, М. М. Ал-Дарраджи // Агрохимический вестник. 2022. № 4. С. 79–83.
5. Slyusarev V. I. Monitoring of the state of the soil absorbing complex of leached chernozem in the agrophytocenosis of alfalfa // Results of research work for 2021. S. 100–102.
6. Kolesnikov S. I. Ecotoxicity of chemical elements // Proceedings of the IV International Scientific Conference «Evolution and degradation of soil cover». Stavropol : Sequoia, 2022. P. 190–191.
7. Osipov A. V., Slyusarev V. N., Suminsky I. I. Effect of zero processing on the agrophysical properties of the leached chernozem of the Western Caucasus in the cultivation of field crops // Enthusiasts of agricultural science. 2020. P. 232–237.
8. Comparison of agrochemical indicators of modern and buried soil of the mound «Novozavedennoe 3» / V. S. Tskhovrebov, A. R. Kantorovich, V. E. Maslov, M. M. Al-Darrajaji // Agrochemical bulletin. 2022. № 4. P. 79–83.



О. И. Власова, Г. Р. Дорожко, О. Г. Шабалдас, И. А. Вольтерс,
Л. В. Трубачева

Vlasova O. I., Dorogko G. R., Shabaldas O. G., Volters I. A., Trubacheva L. V.

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ

THE INFLUENCE OF THE SOIL TREATMENT SYSTEM ON THE INDICATORS OF SOIL FERTILITY AND THE YIELD OF CORN HYBRIDS PER GRAIN WHEN CULTIVATED IN THE ZONE OF UNSTABLE MOISTURE

Одним из механизмов управления почвенным плодородием является оптимизация строения пахотного слоя почвы, которая определяется гранулометрическим составом, структурой почвы, приемами обработки почвы и типами корневых систем сельскохозяйственных растений. Оптимальное соотношение между твердой фазой и порами оказывает существенное влияние на водно-воздушный, питательный режим почвы и интенсивность протекающих биологических процессов в почве.

Представлены результаты исследований по изучению влияния приемов обработки почвы – вспашки и дискования в посевах одной из основных высокоурожайных, рентабельных и востребованных культур в сельскохозяйственном производстве – кукурузы на зерно на строение пахотного слоя в посевах различных гибридов кукурузы, возделываемой на зерно в условиях Карачаево-Черкесской Республики. Выявлено, что оптимальные параметры строения пахотного слоя почвы складываются в варианте с отвальной обработкой почвы, вследствие лучшего обеспечения растений влагой, оптимального содержания воздуха, что способствует активизации целлюлозоразлагающей микрофлоры почвы в посевах кукурузы, закономерно улучшая их рост, развитие и повышая продуктивность. Выявлена также роль гибридов зарубежного и отечественного происхождения в оптимизации показателей почвенного плодородия и урожайности культуры.

Ключевые слова: биологизация, плодородие, севооборот, обработка почвы, удобрения, растительные остатки, гумус.

One of the mechanisms for managing soil fertility is the optimization of the structure of the arable layer of the soil, which is determined by the granulometric composition, soil structure, tillage methods and types of root systems of agricultural plants. The optimal ratio between the solid phase and the pores has a significant impact on the water-air, nutrient regime of the soil and the intensity of the ongoing biological processes in the soil.

The article presents the results of studies on the role of tillage methods – plowing and disking on the structure of the arable layer in crops of various corn hybrids cultivated for grain in the conditions of the Karachay-Cherkess Republic. It was revealed that the optimal parameters of the structure of the arable layer of the soil are formed in the variant with moldboard tillage, which contributes to the activation of the cellulose-decomposing microflora of the soil and the symbiotic apparatus of corn, naturally improving their growth, development and increasing productivity.

Key words: biologization, fertility, crop rotation, tillage, fertilizer, crop residues, humus.

Власова Ольга Ивановна –

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующая базовой кафедрой общего земледелия,
растениеводства, селекции и семеноводства
им. профессора Ф. И. Бобрышева
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8604-9390
Тел.: 8(8652)71-72-04
E-mail: olastgau@mail.ru

Дорожко Георгий Романович –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
базовой кафедры общего земледелия,
растениеводства, селекции и семеноводства
им. профессора Ф. И. Бобрышева
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 3558-9586
Тел.: 8(8652)71-72-04
E-mail: olastgau@mail.ru

Vlasova Olga Ivanovna –

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Head of the Basic Department
of General Agriculture, Plant Growing,
Breeding and Seed Production
named after professor F. I. Bobryshev
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 8604-9390
Tel.: 8(8652)71-72-04
E-mail: olastgau@mail.ru

Dorozhko George Romanovich –

Doctor of Agricultural Sciences,
Professor of the Basic Department of General
Agriculture, Plant Growing,
Breeding and Seed Production
named after professor F. I. Bobryshev
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 3558-9586
Tel.: 8(8652)71-72-04
E-mail: olastgau@mail.ru

Шабалдас Ольга Георгиевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9483-1591
Тел.: 8(8652)71-72-04
E-mail: perederieva@yandex.ru

Вольтерс Ирина Альвиановна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5481-7033
Тел.: 8(8652)71-72-04
E-mail: volters06@rambler.ru

Трубачева Людмила Викторовна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6219-5720
Тел.: 8(8652)71-72-04
E-mail: t-ludmila61@mail.ru

Shabalidas Olga Georgievna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after professor F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9483-1591
Tel.: 8(8652)71-72-04
E-mail: perederieva@yandex.ru

Volters Irina Alvianovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after professor F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 5481-7033
Tel.: 8(8652)71-72-04
E-mail: volters06@rambler.ru

Trubacheva Ludmila Viktorovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after professor F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 6219-5720
Tel.: 8(8652)71-72-04
E-mail: t-ludmila61@mail.ru

Строение пахотного слоя – один из важнейших показателей почвенного плодородия, характеризующийся соотношением твердой фазы почвы и различных видов пор. От того, насколько оптимален этот показатель, зависит развитие корневой системы растений, а в дальнейшем развитие вегетативных и генеративных органов растений. Для лучшего обеспечения растений водой и воздухом необходимо, чтобы в пахотном слое почвы в оптимальном количестве имелась капиллярная пористость, а пористость аэрации составляла в пределах 15–16 %.

Оптимальные показатели агрофизических свойств почвы в большей мере зависят от системы обработки почвы, возделываемой культуры, а также зоны возделывания культуры.

Ряд авторов считают, что отвальная обработка почвы под кукурузу способствует оптимизации агрофизических показателей почвы [1–3].

Наряду с вышеизложенным, рекомендуется и безотвальная обработка под кукурузу с применением рыхлящих орудий с целью сокращения материально-технических затрат [4, 5].

Вспашка как приём способствует формированию лучших условий по плотности и запасам доступной влаги, что напрямую оказывает влияние на рост, развитие гибридов и формирование урожайности [6].

Вместе с тем есть мнение, что нулевая обработка и технология Strip-till под кукурузу на зерно способствует увеличению уровня рентабельности производства и не уступает по качественным характеристикам зерну кукурузы от вальной обработки [7, 8].

Цель исследований состояла в оптимизации показателей строения пахотного слоя почвы за счет выбора рационального приема обработки и гибрида кукурузы на зерно.

Работу проводили в VI агроклиматическом районе Карачаево-Черкесской Республики на черноземах обыкновенных. В годы исследований сумма осадков превышала среднеего-летнюю норму (587 мм) и составляла в 2016 г. – 681,5 мм, 2017 г. – 621,5 мм, 2018 г. – 685,7 мм. Несколько выше была и температура воздуха по годам (на 0,8; 1,0 и 1,8 °C соответственно). Гидротермический коэффициент составлял 2,0...2,3 и находился на уровне среднеего-летних значений.

Опыт двухфакторный. Фактор А – гибриды кукурузы: 1) ДКС 3939; 2) АС 201; 3) Машук 170. Фактор В – приемы основной обработки почвы: 1) дискование БДМ 5х4 на 10–12 см; 2) вспашка пахотным агрегатом «ЕвроДиамант» фирмы LEMKEN на 25–27 см. Повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов – систематическое. Учетная площадь делянок – 112 м², посев проводили во второй декаде мая по схеме 70х20 см, предшественник – кукуруза на зерно.

Проведение исследований сопровождалось учетами и наблюдениями в соответствии с требованиями методики опытного дела.

В наших опытах строение пахотного слоя почвы в большей степени зависело от приемов обработки, нежели от изучаемых гибридов, и различалось по фазам развития кукурузы.

Перед севом культуры величины общей пористости, в том числе капиллярной и некапиллярной, оптимальны, что является следствием проведенной обработки почвы.

В период всходов объем твердой фазы почвы на варианте с проведением отвальной обработки почвы в посевах гибрида кукурузы ДКС 3939 варьировал от 35,7 до 48,3 %, увеличиваясь от слоя почвы 0–0,1 к слою 0,2–0,3 м (рис. 1). Как правило, на варианте со вспашкой возрастает общая порозность почвы. В наших опытах, где использовалась вспашка как прием, способствующий лишению почвенных слоев дифференциации по плодородию, пористость твердой фазы почвы имеет максимальные значения – 64,31 % в верхнем 10-сантиметровом слое почвы, 61,6 % –

в слое 10–20 сантиметров и 51,7 % – в слое 20–30 сантиметров. Данные показатели соответственно ниже – 7,4; 9,5 и 0,8 % по сравнению с поверхностной обработкой. На данном варианте сформировалось оптимальное соотношение (1:1,5) между различными видами пористости.

На варианте с дискованием объем твердой фазы почвы слоя 0–0,1 м составляет 43,1 %, далее по слоям происходит увеличение показателя до 49,8 % в слое 0,2–0,3 м, так как рыхлящее действие дисковой борона ограничено верхней частью пахотного слоя (рис. 2).

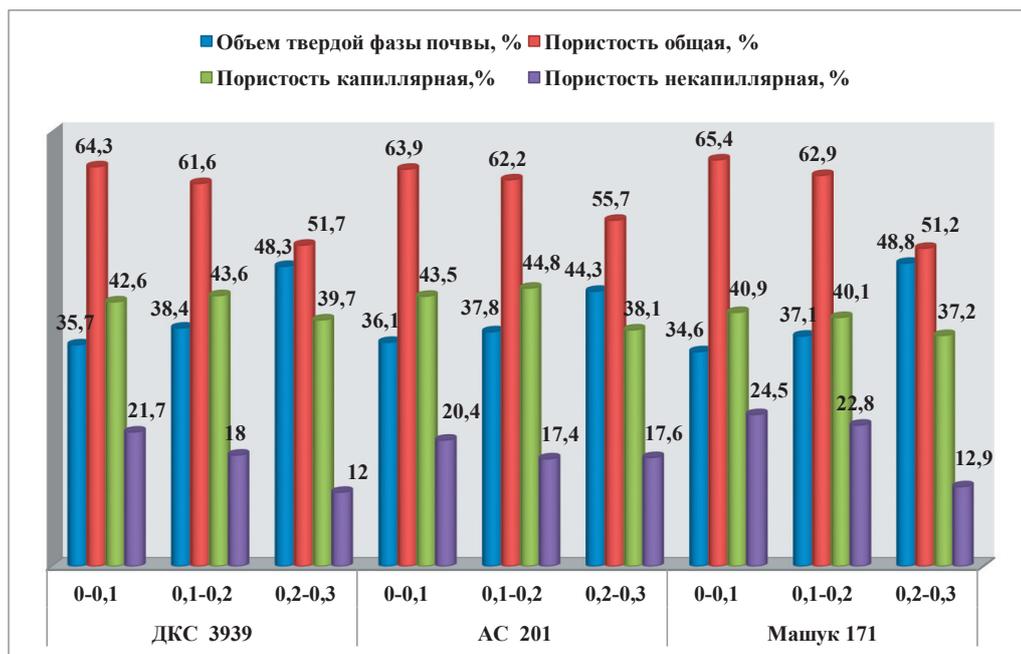


Рисунок 1 – Строение пахотного слоя почвы в посевах гибридов кукурузы на варианте со вспашкой, фаза всходов (2016–2018 гг.)

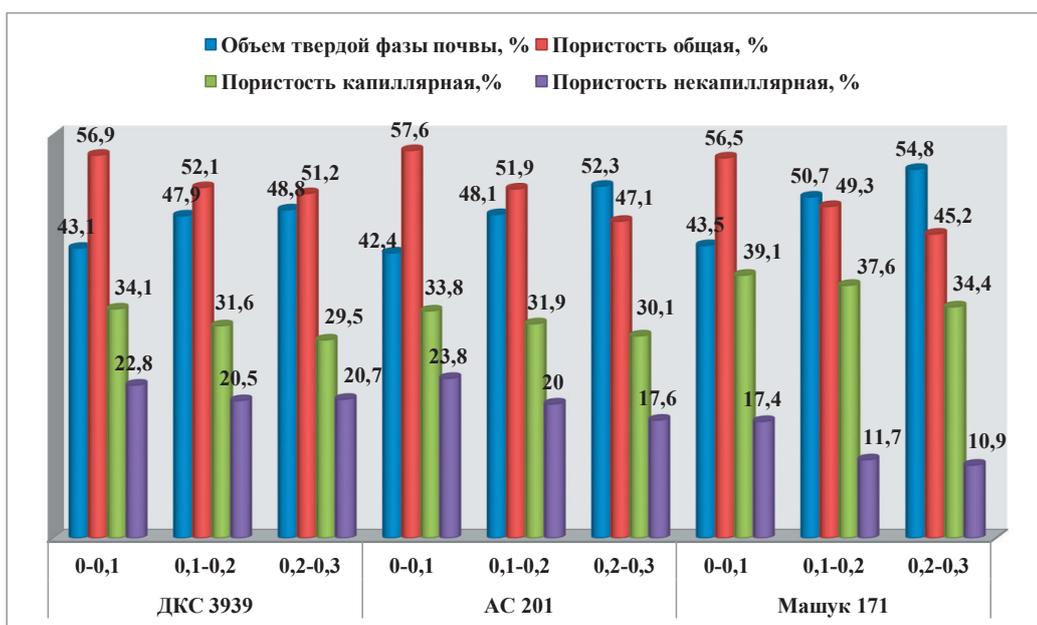


Рисунок 2 – Строение пахотного слоя почвы в посевах гибридов кукурузы на варианте с дискованием, фаза всходов (2016–2018 гг.)

Одновременно с увеличением твердой фазы на варианте с дискованием происходит снижение пористости общей: в слое 0,0–0,1 м – до 56,9 %; 0,1–0,2 м – 52,1 %; 0,2–0,3 м – 50,2 %; при этом возрастает объем некапиллярных пор – от 22,8 % в слое 0,0–0,1 м до 20,7 % в слое 0,2–0,3 м. Капиллярная пористость в слое 0,0–0,1 м составляет 34,1 %; 0,1–0,2 м – 31,6 %; 0,2–0,3 м – 29,5 %.

Оптимальным показателем капиллярной пористости считается 40–50 %, в этих условиях обеспечение растений влагой происходит в полном объеме, поэтому мелкие обработки в этом плане неблагоприятны прежде всего для развития корневой системы и дальнейшего роста и развития сельскохозяйственных растений. Особенно это касается кукурузы, основная масса корней которой расположена на глубине 30–60 см.

Сравнивая общую пористость в посевах гибрида АС 201 на варианте с применением в фазу всходов, отмечаем преимущество вспашки как приема обработки почвы. В слое 0,0–0,1 м показатель составляет 63,9 %, что на 6,3 % меньше в сравнении с вариантом, где проводилось дискование, в слое 0,1–0,2

м на варианте со вспашкой общая пористость составляет 62,2 %, на дисковании – 51,9 %. В слое 0,2–0,3 м вследствие уплотнения почвы идет увеличение твердой фазы и уменьшение общей пористости до 55,7 % на варианте со вспашкой и до 47,1 % – при дисковании. Капиллярная пористость на варианте с отвальной обработкой находится в пределах оптимальных значений – от 43,5 % в слое 0,0–0,1 м до 38,1 % в слое 0,2–0,3 м, на варианте с дискованием показатели капиллярной пористости по слоям 0,0–0,1; 0,1–0,2; 0,2–0,3 м составляют соответственно 33,8; 31,9; 30,1 %. Вышеописанные закономерности повторяются при анализе данных строения пахотного слоя почвы в посевах гибрида Машук 171. На варианте с проведением отвальной обработки твердой фазы меньше, общая пористость выше по сравнению с вариантом дискования. Влияния гибрида на строение пахотного слоя почвы в период всходов кукурузы не выявлено.

При анализе данных, полученных в фазу цветения, выявлено влияние на строение пахотного слоя почвы не только приемов обработки почвы, но и изучаемых гибридов (рис. 3, 4).

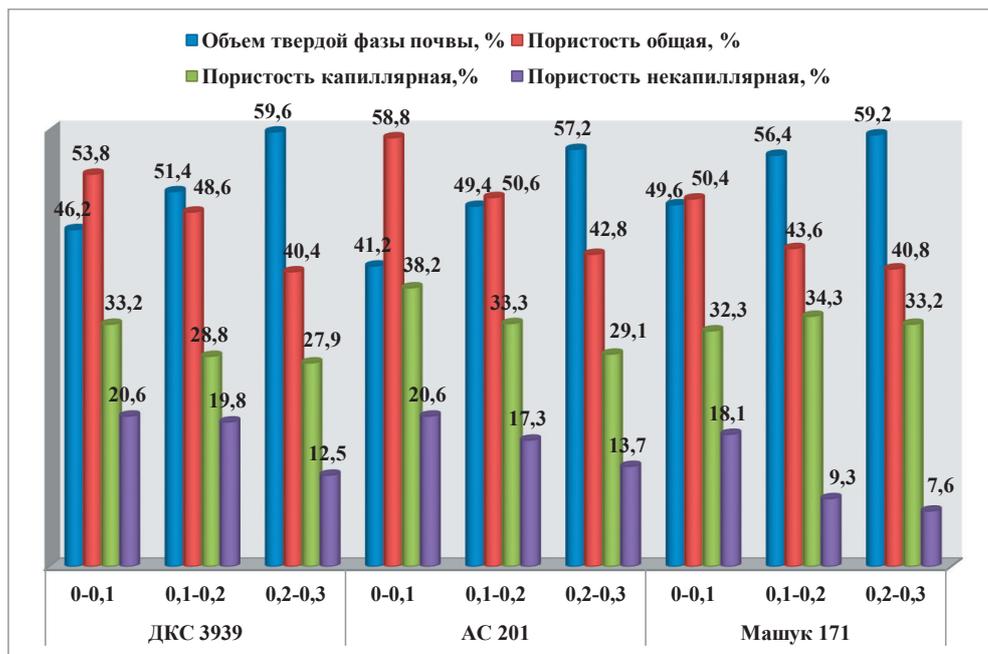


Рисунок 3 – Строение пахотного слоя почвы в посевах гибридов кукурузы на варианте со вспашкой, фаза цветения (2016–2018 гг.)

В фазу цветения кукурузы объем твердой фазы почвы в слое 0,0–0,1 м находится на уровне периода всходов культуры, что связано с проведением междурядной культивации, ниже лежащие же слои более уплотнены.

Близкое к оптимальному для кукурузы строение пахотного слоя почвы в опыте создает отвальная обработка на 20–22 см. Объем твердой фазы почвы на данном варианте обработки в посевах гибрида ДКС 3939 составляет 36,1 %, пористость общая 63,9 %, капиллярная 45,1 %, некапиллярная 18,8 %. Такое соотношение между различными видами пор является оптимальным и способствует хорошему развитию корневой системы. В слоях

0,1–0,2 и 0,2–0,3 м происходит некоторое увеличение объема твердой фазы, соответственно 42,1 и 49,6 %, что повлияло на снижение общей пористости почвы: в слое 0,1–0,2 м она составляет 57,9 %, 0,2–0,3 м – 50,4 %. Пористость капиллярная в слое почвы 0,1–0,2 м составляет 42,3 %, некапиллярная – 15,6 %, в слое 0,2–0,3 м – 39,6 и 10,8 %.

Формирование подобной структуры почвы приводит к оптимальному сочетанию различных видов пор, в которых содержится воздух и влага. Подобное положение способствует оптимальной водопроницаемости, развитию корневой системы и, как следствие, улучшает дыхание почвы и ее водопоглотительную способность.

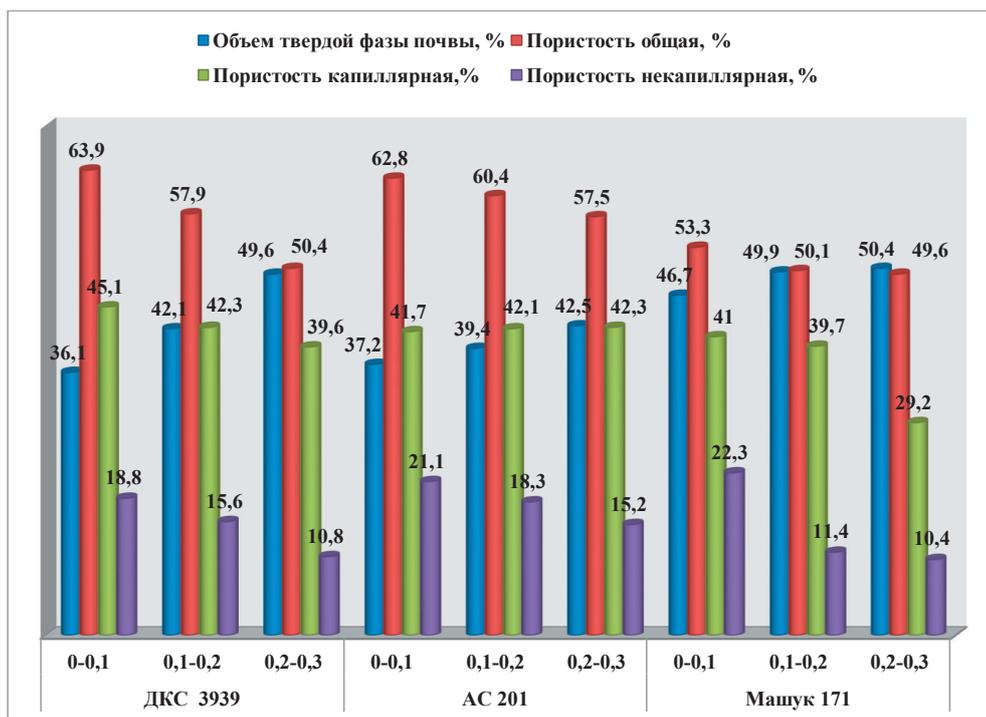


Рисунок 4 – Строение пахотного слоя почвы в посевах гибридов кукурузы на варианте с дискованием, фаза цветения (2016–2018 гг.)

В посевах гибрида АС 201 показатели строения пахотного слоя почвы несущественно отличались от вышеописанного гибрида, закономерности же повторились. Объем твердой фазы по слоям почвы 0–0,1; 0,1–0,2 и 0,2–0,3 м составляет 37,2; 39,4 и 42,5 %, при этом пористость общая была 62,8; 60,4; 57,5 %. Соотношение пористости капиллярной и некапиллярной составляет 1:2; 1:2,2.

В посевах гибрида Машук 171 пористость общая снижается в сравнении с двумя вышеописанными гибридами, что связано с действием корневых систем, особенно в слое 0,2–0,3 м, в котором капиллярная пористость составляет 29,2 %, некапиллярная – 10,4 %, при этом общая пористость – 50,4 %. В слое 0–0,1 м объем твердой фазы почвы составляет 46,7 %, общая пористость – 53,3 %, капиллярная – 41 %, некапиллярная – 12,3 %. Показатели строения пахотного слоя почвы в слое 0,1–0,2 м занимали промежуточное положение.

В варианте с проведением дискования количество твердой фазы почвы имеет тенденцию к повышению в посевах гибрида ДКС 3939 с 46,2 % в верхнем десятисантиметровом слое до 59,6 % в слое 20–30 сантиметров, общая пористость находится в значениях 53,8–40,4 %, а пористость аэрации – 20,6–12,5 %, увеличиваясь к верхним слоям почвы, при этом соотношение пор составляет 1:1,52; 1:2,1.

В посевах гибрида АС 201 в слое 0–0,1 м твердая фаза почвы составляла 41,2 % от общего объема, общая пористость – 58,8 %, капиллярная и некапиллярная пористость – 38,2 и 20,6 %. В слое 0,1–0,2 м объем твердой фазы почвы со-

ставлял 49,4, общая пористость – 50,6, отношение между различной пористостью 1:1,5; 1:2. Слой почвы 0,1–0,2 м был более уплотнен, но вышеописанные закономерности повторились.

В посевах гибрида Машук 171 объем твердой фазы почвы по слоям почвы от 0–0,1 до 0,2–0,3 м составляет от 49,6 до 59,2 %, общая пористость снижается от слоя 0–0,1 м к слою 0,2–0,3 м – от 50,4 до 40,8 %, показатели некапиллярной пористости достаточно низкие в слое 0,1–0,2 м – 9,3; 0,2–0,3 м – 7,6 %, то есть соотношение между капиллярной и некапиллярной пористостью 1:3,6 и 1:4,3.

Данное строение пахотного слоя усложняет воздухообмен, особенно в период выпадения осадков, наблюдается неэффективное использование влаги растениями вследствие низкого содержания воздуха. Оптимальное обеспечение растений воздухом наблюдается при некотором просыхании почвы.

Подобные отрицательные моменты приводят к слабому развитию корневой системы, что может привести к недостаточному обеспечению растений влагой, питательными веществами, снижению урожайности, ухудшая качество продукции [9].

При определении урожайности гибридов кукурузы на зерно было выявлено, что возделывание гибрида кукурузы АС 201 обеспечило самую высокую урожайность с использованием в качестве основной обработки вспашки – 7,52 т/га, что выше по сравнению с вариантом, где применялось дискование, на 1,21 т/га, несколько меньшая урожайность была у гибрида ДКС 3939, на существенную величину снижалась урожайность гибрида Машук 171, в сред-

нем за годы исследования при использовании вспашки получено 4,9 т/га, а при дисковании – 3,4 т/га, что связано с потенциальными возможностями гибридов данной группы спелости.

Следовательно, тот или иной прием и способ обработки почвы существенно влияют на агрофизические свойства почвы, оптимальные

параметры плотности и строения пахотного слоя почвы складываются в варианте с отвальной обработкой почвы, что способствует активизации целлюлозоразлагающей микрофлоры почвы, закономерно улучшая рост, развитие и повышая продуктивность гибридов кукурузы на зерно.

Литература

1. Лазарев А. П., Митриковский А. Я. Продуктивность зеленой массы кукурузы в зависимости от агроклиматических условий, основной обработки и предшественников // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 740.
2. Примин М. М., Кравцова Н. Н., Кузьминов О. А. Влияние основной обработки почвы на её агрофизические свойства // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ. 2016. С. 53–57.
3. Влияние обработки почвы на агрофизические свойства почвы под посевами кукурузы / Р. В. Кравченко, С. И. Лучинский, В. И. Прохода, Д. Б. Габараев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 93. С. 131–136.
4. Сотченко В. С., Багринцева В. Н. Технология возделывания кукурузы // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 52. С. 79–84.
5. Кравченко Р. В. Реализация продуктивного потенциала гибридов кукурузы по технологиям различной интенсивности // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2009. № 2 (15). С. 56–60.
6. Ахтариев Р. Р., Миллер С. С., Рзаева В. В. Агрофизические свойства при возделывании гибридов кукурузы по приемам основной обработки почвы в Западной Сибири // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 100–102.
7. Волков А. И., Кириллов Н. А., Прохорова Л. Н. Перспективы «нулевой» обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно в агроландшафтах Волго-Вятского региона // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири : монография. М., 2018. С. 120–124.
8. Возделывание кукурузы на зерно в новых технологиях растениеводства / Е. Л. Сильванчук, А. Н. Крюков, Л. А. Наумкина, А. М. Хлопяников // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3. С. 56–61.
9. Экономическая эффективность производства зерна кукурузы в зависимости от приемов обработки почвы в условиях Карачаево-Черкесской Республики / О. И. Власова, А. Д. Смакуев, Л. В. Трубачева, С. С. Вайцеховская // Аграрный научный журнал. 2022. № 1. С. 4–7.

References

1. Lazarev A. P., Mitrikovsky A. Ya. Productivity of green mass of corn depending on agroclimatic conditions, basic processing and precursors // Modern problems of science and education. 2014. № 5. P. 740.
2. Primin M. M., Kravtsova N. N., Kuzminov O. A. Influence of basic tillage on its agrophysical properties // Bulletin of Scientific and Technical Creativity of the Youth of the Kuban State University. 2016. P. 53–57.
3. Influence of tillage on the agrophysical properties of the soil under corn crops / R. V. Kravchenko, S. I. Luchinsky, V. I. Prokhoda, D. B. Gabaraev // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2021. № 93. P. 131–136.
4. Sotchenko V. S., Bagrintseva V. N. Corn cultivation technology // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2015. № 52. P. 79–84.
5. Kravchenko R. V. Realization of the productive potential of corn hybrids using technologies of different intensity // Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov. 2009. № 2 (15). P. 56–60.
6. Akhtariyev R. R., Miller S. S., Rzayeva V. V. Agrophysical properties in the cultivation of corn hybrids by methods of basic tillage in Western Siberia // Proceedings Orenburg State Agrarian University. 2019. № 5 (79). P. 100–102.
7. Volkov A. I., Kirillov N. A., Prokhorova L. N. Prospects of «zero» tillage when cultivating corn for grain in agro-landscapes of the Volga-Vyatka region // New methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia : monograph. M., 2018. P. 120–124.
8. Cultivation of corn for grain in new crop production technologies / E. L. Silvanchuk, A. N. Kryukov, L. A. Naumkina, A. M. Khlopyanikov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2018. № 3. P. 56–61.
9. Economic efficiency of corn grain production depending on tillage techniques in the conditions of the Karachay-Cherkess Republic / O. I. Vlasova, A. D. Smakuev, L. V. Trubacheva, S. S. Vaitsekhovskaya // Agrarian Scientific Journal. 2022. № 1. P. 4–7.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК АПК СТАВРОПОЛЬЯ»

1. К публикации принимаются статьи по проблемам растениеводства, ветеринарии, животноводства, агроинженерии, экономики сельского хозяйства, 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 обязательно 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

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 14.04.2023. Дата выхода в свет 14.04.2023.
Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5,6. Тираж 300 экз. Заказ №.

Издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

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

СВОБОДНАЯ ЦЕНА

ISSN 2222-9345