



Вестник АПК Ставрополья

№ 1(45), 2022

НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2011 года,
ежеквартально.

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: 1000 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

Индекс в каталоге Агентства
«Роспечать» 83308

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Трухачев
Владимир
Иванович,**
Академик РАН,
доктор
сельскохозяйственных
наук, профессор
кафедры кормления
животных и общей
биологии ФГБОУ ВО
Ставропольский ГАУ,
Заслуженный деятель
науки РФ (Ставрополь,
Российская
Федерация)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Гулюкин Михаил Иванович, академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор ФГБНУ ФНЦ «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, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарии, санитарии, гигиены и экологии» (Москва, Российская Федерация)
Костяев Александр Иванович, академик РАН, доктор экономических наук, доктор географических наук, профессор, начальник отдела экономических и социальных проблем развития региональных АПК и сельских территорий ФГБНУ «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Молочников Валерий Викторович, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Прохоренко Петр Никифорович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом генетики и разведения крупного рогатого скота ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Сычев Виктор Гаврилович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова» (Москва, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Белова Лариса Михайловна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой паразитологии имени В. Л. Якимова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Бобрышев Алексей Николаевич, доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского управленческого учета, заместитель главного редактора, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Бунчиков Олег Николаевич, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)
Газалов Владимир Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации энергетического оборудования и электрических машин Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Зерноград, Российская Федерация)
Епимахова Елена Эдугартовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Есаулко Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, декан факультетов агробиологии и земельных ресурсов, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Злыднев Николай Захарович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных и общей биологии ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Квочко Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор РАН, заведующий кафедрой физиологии, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Костюкова Елена Ивановна, доктор экономических наук, профессор, декан учетно-финансового факультета, заведующая кафедрой бухгалтерского управленческого учета ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Краснов Иван Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологий и средств механизации агропромышленного комплекса Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Зерноград, Российская Федерация)
Кусакина Ольга Николаевна, доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета, заведующая кафедрой экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Малиев Владимир Хамбиевич, доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Минаев Игорь Георгиевич, кандидат технических наук, профессор кафедры автоматизации, электроники и метрологии ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Морозов Виталий Юрьевич, доктор ветеринарных наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Никитенко Геннадий Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой применения электроэнергии в сельском хозяйстве ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Ожередова Надежда Аркадьевна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой эпизоотологии и микробиологии ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Олейник Сергей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Сотникова Лариса Федоровна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой биологии и патологии мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина (Москва, Российская Федерация)
Цховребов Валерий Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Шутко Анна Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Драго Цвиянович, доктор экономических наук, профессор, декан факультета отельного управления и туризма Крагуевацкого университета (Врнячка Баня, Сербия)
Питер Биелик, доктор технических наук, профессор, ректор Словацкого университета сельского хозяйства (Нитра, Словакия)
Мария Парлинска, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики сельского хозяйства и международных экономических отношений Варшавского университета естественных наук (Варшава, Польша)
Вим Хейман, доктор экономических наук, профессор кафедры региональной экономики Вагенингенского университета (Вагенинген, Нидерланды)
ГАО Тяньмин, доктор экономических наук, доцент школы экономики и менеджмента Харбинского инженерного университета (Харбин, Китай)



Agricultural Bulletin of Stavropol Region

№ 1(45), 2022

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,
issued once in three months

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

ПИ №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 Scientific 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: 1000 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

The index in the catalogue
of Agency «Rospechat» 83308

EDITOR IN CHIEF

Trukhachev

Vladimir Ivanovich,

Full Member
(Academician)
of the Russian Academy
of Sciences, Doctor
of Agricultural Sciences,
Professor of the
Department of Animal
Feeding and General
Biology of the Stavropol
State Agrarian University,
Honored Scientist
of the Russian Federation
(Stavropol, Russian
Federation)

EDITORIAL COUNCIL:

Gulyukin Mikhail Ivanovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Director of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Scriabin and Ya. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Dorozhkin Vasilii Ivanovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the All-Russian Research Institute of Veterinary Medicine, Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russian Federation)

Kostyaev Alexander Ivanovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Economic and Social Problems of the Development of Regional Agro-Industrial Complex and Rural Areas of the Saint Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russian Federation)

Molochnikov Valery Viktorovich, corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Prokhorenko Petr Nikiforovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Genetics and Breeding of Cattle of the 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, Director of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov (Moscow, Russian Federation)

EDITORIAL BOARD:

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

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

Bunchikov Oleg Nikolaevich, doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Management of the Don State University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Gazalov Vladimir Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Operation of Power Equipment and Electric Machines of the Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University (Zernograd, Russian Federation)

Epimakhova Elena Edugartovna, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Basic Department of Private Animal Husbandry, Selection and Breeding of Animals of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Esaulko Alexander Nikolayevich, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Faculties of Agrobiological and Land Resources, Ecology and Landscape Architecture of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

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

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

Kostyukova Elena Ivanovna, doctor of Economics, Professor, Dean of the Accounting and Finance Faculty, Head of the Department of Accounting and Management Accounting of the 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 of the Don State Agrarian University (Zernograd, Russian Federation)

Kusakina Olga Nikolaevna, doctor of Economics, Professor, Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of Economic Theory and Economics of the Agro-Industrial Complex of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Maliev Vladimir Khambievich, doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Processes and Machines in Agribusiness of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Minaev Igor Georgievich, candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Electronics and Metrology of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Morozov Vitalii Yurievich, doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Rector of the 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 of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

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

Oleinik Sergey Aleksandrovich, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Private Animal Science, Breeding and Breeding of Animals of the 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 of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – Scriabin MVA (Moscow, Russian Federation)

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

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

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

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

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

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

GAO Tianming, doctor of Economics, Associate Professor, School of Economics and Management, Harbin University of Engineering (Harbin, China)

СОДЕРЖАНИЕ**АГРОИНЖЕНЕРИЯ**

- А. М. Исупова
**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ** 4

ВЕТЕРИНАРИЯ

- В. А. Беляев, В. Н. Шахова, О. Э. Французов, Н. А. Гвоздецкий,
Е. С. Кастарнова
**УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ
В ТЕРАПИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ** 9
- Р. А. Жилин, Е. Н. Любченко, И. П. Короткова, А. А. Кожушко,
Д. В. Капралов
**ВЛИЯНИЕ НА СТРУКТУРЫ ОРГАНИЗМА
ЭВОЛЮЦИОННЫХ СИЛ НА ПРИМЕРЕ
МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА
АМУРСКОГО ТИГРА
(PANTHERA TIGRIS ALTAICA)** 14
- Н. Н. Садыкова, С. М. Завалева, Е. Н. Чиркова, О. Н. Аладина,
О. Н. Бровина
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТОПОГРАФИЯ СЕЛЕЗЁНКИ
ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ** 19
- Д. А. Тарануха, Б. М. Багамаев, М. М. Мамбетов, Э. В. Горчаков
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКАРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ
ПРИ ЭКТОПАРАЗИТОЗАХ** 23

ЖИВОТНОВОДСТВО

- Л. Г. Моисейкина, Н. В. Чимидова, А. В. Убушиева, Р. Д. Сангаджиев,
Д. А. Кугультинова
**ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОДБОРА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСА АНТИГЕННОГО
СХОДСТВА** 27

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- Т. Г. Зеленская, А. А. Коровин, Ю. А. Безгина, С. В. Окрут,
И. О. Лысенко
**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ
КАК УСЛОВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ** 32
- А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, Е. В. Голосной, С. А. Коростылев,
А. И. Подколзин
**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ
ФОРМ ФОСФОРА, КАЛИЯ И СЕРЫ В ЧЕРНОЗЕМЕ
ВЫЩЕЛОЧЕННОМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ
В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ** 37

CONTENTS**AGROENGINEERING**

- Isupova A. M.
**METHODOLOGICAL PROVISIONS FOR CALCULATING
ELECTRICITY LOSSES
IN RURAL ELECTRIC NETWORKS**

VETERINARY

- Belyaev V. A., Shakhova V. N., Frantsuzov O. E., Gvozdetsky N. A.,
Kastarnova E. S.
**DEVICES AND SYSTEMS FOR THE DELIVERY
OF ANTIBACTERIAL DRUGS
IN THE THERAPY OF THE RESPIRATORY TRACT**
- Zhilin R. A., Lyubchenko E. N., Korotkova I. P., Kozhushko A. A.,
Kaprlov D. V.
**THE INFLUENCE OF EVOLUTIONARY FORCES
ON THE STRUCTURES OF THE ORGANISM
ON THE EXAMPLE OF A MORPHOLOGICAL STUDY
OF THE HEART OF THE AMUR TIGER
(PANTHERA TIGRIS ALTAICA)**
- Sadykova N. N., Zavaleeva S. M., Chirkova E. N., Aladina O. N.,
Brovina O. N.
**COMPARATIVE TOPOGRAPHY OF THE VERTEBRATES
SPLEEN**
- Taranukha D. A., Bagamaev B. M., Mambetov M. M., Gorchakov E. V.
**THE EFFECTIVENESS OF ACARICIDAL DRUGS
IN ECTOPARASITOSIS**

ANIMAL AGRICULTURE

- Moiseykina L. G., Chimidova N. V., Ubushieva A. V., Sangadzhiev R. D.,
Kugultinova D. A.
**AN EFFECTIVE METHOD OF SELECTION USING
THE ANTIGENIC SIMILARITY
INDEX**

CROP PRODUCTION

- Zelenskaya T. G., Korovin A. A., Bezgina Ju. A., Okrut S. V.,
Lysenko I. O.
**NEW TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION
AS A CONDITION FOR ENVIRONMENTAL
AND FOOD SECURITY**
- Ozheredova A. Yu., Esaulko A. N., Golosnoy E. V., Korostylev S. A.,
Podkolzin A. I.
**EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE DYNAMICS
OF THE CONTENT OF MOBILE FORMS OF PHOSPHORUS,
POTASSIUM AND SULFUR IN LEACHED CHERNOZEM
AND CORN PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS
OF UNSTABLE HUMIDIFICATION ZONE
OF THE CENTRAL CAUCASUS**

А. М. Исупова

Isupova A. M.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

METHODOLOGICAL PROVISIONS FOR CALCULATING ELECTRICITY LOSSES IN RURAL ELECTRIC NETWORKS

В нашей стране энергосбережение является государственным приоритетом. В сельских электрических сетях вопрос энергосбережения напрямую связан с потерями электроэнергии при ее передаче хищениями. При этом технические потери могут быть рассчитаны по известным формулам.

Основой для проведения расчетов потерь является наличие информации о ее потреблении. Что касается сельских электрических сетей, то здесь с таким вопросом имеются определенные проблемы. В итоге результаты расчетов будут носить приближенный характер.

Для сельских электрических сетей напряжением 10 кВ наиболее приемлемым методом расчета является метод времени наибольших потерь. При его применении необходимо оперировать такими величинами, как время наибольших потерь и число часов использования максимума нагрузки. В технической литературе имеется аналитическое выражение, увязывающее величину активных потерь и время наибольших потерь, а взаимосвязь времени наибольших потерь и числа часов использования максимальной нагрузки может быть установлена по эмпирической формуле или путем использования графической зависимости. Приводится алгоритм проведения расчетов потерь электроэнергии с использованием такого метода и пример расчета.

Сложнее обстоят дела с электрическими сетями 0,38 кВ. Здесь рекомендовано применение двух методов: оценка по обобщенной информации о схеме и нагрузке сети и расчет с учетом величины потерь напряжения в начале и конце участка сети. Второй метод требует меньшего объема исходной информации, поэтому находит большее применение. В статье даны методические положения по использованию последнего метода. Методический подход подкреплен решением конкретной задачи.

Сделан обобщающий вывод о возможности использования предлагаемого методического аппарата в практике эксплуатационного обслуживания электрических сетей.

Ключевые слова: электрические сети, электроэнергия, технические и коммерческие потери, методы расчета, время потерь, алгоритм, неравномерность нагрузки, потеря напряжения.

In our country, energy conservation is a state priority. In rural electric networks, the issue of energy saving is directly related to the loss of electricity during its transmission by theft. At the same time, technical losses can be calculated using well-known formulas.

The basis for calculating losses is the availability of information about its consumption. As for rural electric networks, there are certain problems with this issue. As a result, the calculation results will be approximate.

For rural electric networks with a voltage of 10 kV, the most acceptable method of calculation is the method of the time of greatest losses. When using it, it is necessary to operate with such values as the time of the greatest losses and the number of hours of maximum load use. There is an analytical expression in the technical literature linking the amount of active losses and the time of the greatest losses, and the relationship between the time of the greatest losses and the number of hours of maximum load use can be established by an empirical formula or by using a graphical dependence. An algorithm for calculating electricity losses using this method and an example of calculation is given.

The situation is more complicated with 0.38 kV electrical networks. The use of two methods is recommended here: an assessment based on generalized information about the circuit and the load of the network and a calculation taking into account the magnitude of voltage losses at the beginning and end of the network section. The second method requires less initial information, so it finds more use. The article provides methodological guidelines for the use of the latter method. The methodical approach is supported by the solution of a specific task.

A generalizing conclusion is made about the possibility of using the proposed methodological apparatus in the practice of operational maintenance of electrical networks.

Key words: electric networks, electric power, technical and commercial losses, calculation methods, loss time, algorithm, load unevenness, voltage loss.

Исупова Александра Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» г. Зерноград
РИНЦ SPIN-код: 6147-4333
Тел.: 8-938-164-23-97
E-mail: alsite1@rambler.ru

Isupova Alexandra Mikhailovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power and Electrical Engineering of the Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI HE «Don State Agrarian University»
RSCI SPIN-code: 6147-4333
Tel.: 8-938-164-23-97
E-mail: alsite1@rambler.ru

В нашей стране наряду со строительством новых электростанций серьезное внимание уделяется вопросам энергосбережения. Указанная ситуация объясняется достаточно просто. Экономич-

еские затраты на реализацию мероприятий по энергосбережению существенно меньше, чем затраты на ввод в эксплуатацию новых энергоблоков.

Что касается сельских электрических сетей, то здесь вопрос энергосбережения в первую очередь направлен на сокращение технических и коммерческих потерь электроэнергии. Технические потери в электрических сетях связаны с нагревом проводов при прохождении по ним электрического тока, а коммерческие потери – с наличием недобросовестных потребителей электроэнергии, занимающихся несанкционированным отбором ее из сети (хищениями электроэнергии).

Технические потери в принципе допускают проведение аналитического расчета их величины по известным формулам. Но для этого необходимо иметь соответствующую исходную информацию, например суточные графики нагрузок. К сожалению, с наличием такой информации в электрических сетях напряжением 0,38–10 кВ имеются определенные трудности. Так, для электрических сетей напряжением 10 кВ в большинстве случаев можно воспользоваться величинами нагрузки на головных участках линий электропередачи, а для сетей напряжением 0,38 кВ состояние дел с исходной информацией обстоит еще хуже. В такой ситуации для расчета потерь электроэнергии рассматриваемого класса напряжений приходится прибегать к использованию приближенных методов. Одним из таких методов применительно к электрическим сетям 10 кВ является метод времени наибольших потерь [1–3].

При использовании такого метода приходится оперировать такими величинами, как значение максимальной нагрузки, время наибольших потерь и число часов использования максимальной нагрузки. Аналитическое выражение, по которому обычно ведутся расчеты активных потерь электроэнергии в линии электропередачи, выглядит следующим образом:

$$\Delta W = \frac{R}{U^2} \int_0^T S^2(t) dt = \frac{R}{U^2} S_{\max}^2 \tau, \quad (1)$$

где $S_{\max}$ – наибольшие значения тока и мощности;

τ – время наибольших потерь.

Существует несколько вариантов получения величины τ . Одним из них является использование эмпирической формулы, приводимой в технической литературе [2]:

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760, \quad (2)$$

где $T_{\max}$ – число часов использования максимума нагрузки.

Как видим, в аналитическом аппарате для расчета потерь электроэнергии появилась новая неизвестная величина $T_{\max}$ – число часов использования максимальной нагрузки. Для ее установления возможно использовать два варианта – либо величину $T_{\max}$ рассчитать по формуле

$T_{\max} = W_r / P_{\max}$, где W_r – годовое потребление электроэнергии, либо воспользоваться таблицами для ее значений в зависимости от вида потребителя, приводимых в технической литературе.

Располагая величиной $T_{\max}$, можно перейти к определению значения величины τ . Для этого удобно применять графическую зависимость величин τ и $T_{\max}$ с учетом коэффициента мощности нагрузки $\cos \varphi$ (рис. 1).

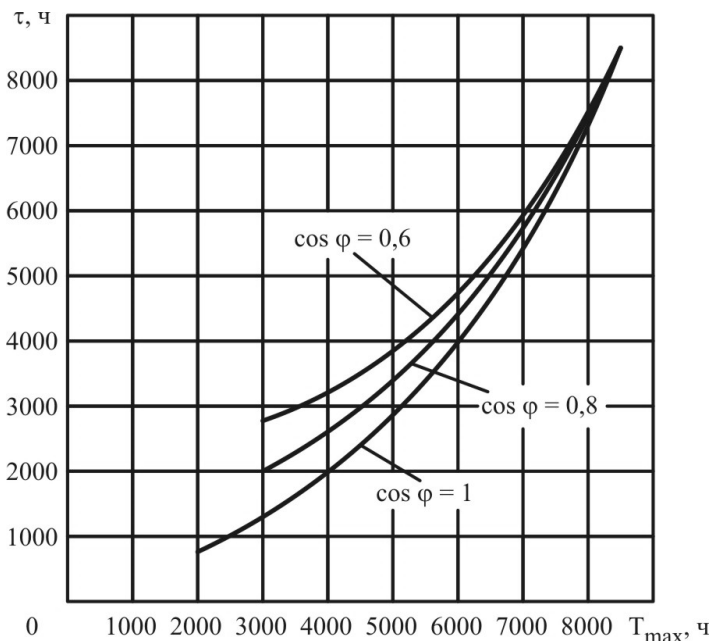


Рисунок 1 – Функциональная зависимость времени максимальной нагрузки от времени наибольших потерь

Практические расчеты потерь активной мощности линии электропередачи напряжением 10 кВ при наличии необходимых исходных данных не представляют серьезных трудностей и могут быть выполнены инженерно-техническим персоналом электрических сетей без особых проблем. Покажем это путем решения конкретного примера. Пусть требуется определить значение годовых потерь электроэнергии для воздушной линии электропередачи напряжением 10 кВ протяженностью 15 км, выполненной сталеалюминиевым проводом сечением 70 мм². К линии подключены потребители с максимальной током нагрузки 150 А и годовым потреблением электроэнергии 8000 кВт·ч. При этом коэффициент мощности нагрузки $\cos \varphi = 0,8$.

Алгоритм проведения расчетов выглядит следующим образом:

1. Используя справочные данные [2], определяем удельное сопротивление проводов линии электропередачи $r_0 = 0,43$ Ом/км и общее сопротивление линии $R = r_0 l = 0,43 \cdot 15 = 6,45$ Ом.
2. По заданным исходным данным рассчитываем величину максимальной мощности нагрузки:

$$P_{\max} = \sqrt{3} U I_{\max} \cos \varphi = 1,73 \cdot 10 \cdot 150 \cdot 0,8 = 2076 \text{ кВт}.$$

3. Используя формулу $T_{\max} = W_r / P_{\max}$, определяем значение числа часов использования максимальной нагрузки:

$$T_{\max} = 8000 \cdot 103 / 2076 = 3853 \text{ ч.}$$

4. Располагая графиком зависимости $\tau = f(T_{\max}, \cos \varphi)$ (рис. 1), можно установить время максимальных потерь $\tau = 2600$ ч.

5. Далее переходим к расчету общих потерь электроэнергии в линии электропередачи:

$$\Delta W = 3RI_{\max}^2 \tau \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 150^2 \cdot 6,45 \cdot 2600 \cdot 10^{-3} = 113210^3 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

6. И наконец, рассчитаем процентное значение потерь электроэнергии от общего ее расхода:

$$1132 \cdot 10^3 \cdot 100 / 8000 \cdot 10^3 = 14,15 \text{ \%}.$$

Сложнее решается вопрос расчета потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,38 кВ. Здесь возможно два принципиально отличных друг от друга варианта подхода. При этом оба метода являются приближенными.

Первый подход получил название метода оценки потерь электроэнергии в зависимости от обобщенной информации о схеме и нагрузке сети. Аналитическое выражение, которое при этом используется, выглядит следующим образом [3]:

$$\Delta W_{0,38} = k_{0,38} \left(\frac{W_{0,38}}{N} \right)^2 \frac{(1 - d_n)^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \varphi) l_{\Sigma}}{s_{г\text{ср}} D} \cdot \frac{1 + 2k_3}{3k_3}, \quad (3)$$

где $k_{0,38}$ – коэффициент, связанный с распределением нагрузок по длине линии электропередачи;

$W_{0,38}$ – объем электроэнергии, передаваемой по линии;

N – количество рассматриваемых отходящих линий в сети 0,38 кВ;

d_n – удельное значение потребляемой электроэнергии, на трансформаторной подстанции;

$\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент реактивной мощности;

l_{Σ} – общая протяженность линии электропередачи напряжением 0,38 кВ;

$s_{г\text{ср}}$ – средняя величина сечения проводов на головном участке линии;

D – период времени, для которого ведется расчет;

k_3 – коэффициент, характеризующий заполнение графика нагрузки.

Как видим, при проведении расчетов необходимо располагать подробной информацией о конструктивных показателях рассматриваемой линии электропередачи (длина, сечение проводов, количество отходящих от магистрали участков), а также данными, характеризующими нагрузку. Такой метод целесообразно использовать для сложной разветвленной сети напряжением 0,38 кВ со значительным числом отходящих линий (более 100) при наличии достаточного объема исходной информации, что является его недостатком и ограничивает возможные области применения.

Более удобным в инженерной практике является метод расчета потерь, учитывающий величину потерь напряжения в начале и конце рассматриваемого фидера. Отличительной особенностью его является простота получения исходной информации и проведения расчетов, поскольку необходимые данные о потере напряжения в нескольких точках сети можно получить оперативно в кратчайшие сроки. Проблемным здесь является выбор периода времени или специальное создание режима максимальной нагрузки.

Рассмотрение методических положений для проведения расчетов с использованием такого метода удобно начинать с составлением ситуационной схемы рассматриваемого участка сети (рис. 2).

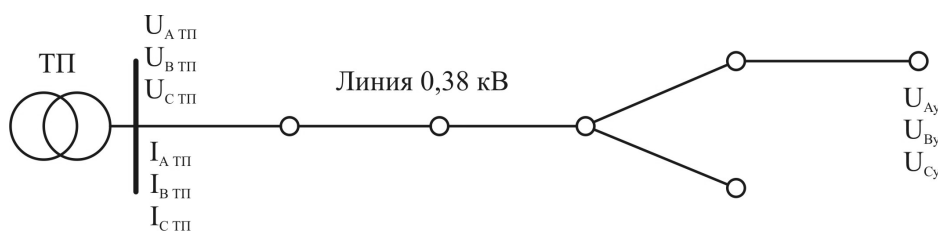


Рисунок 2 – Схема участка сети

После проведения необходимых замеров величины фазных напряжений на шинах трансформаторной подстанции и в конце рассматриваемой линии электропередачи можно перейти к обработке полученных данных. Вначале следует определить относительную величину потери напряжения по следующей формуле:

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{U_{\text{ср ТП}}} 100 = \frac{U_{\text{ср ТП}} - U_{\min}}{U_{\text{ср ТП}}} 100, \quad (4)$$

где $U_{\text{ср ТП}}$ – среднее значение величины напряжения на шинах трансформаторной подстанции;

$U_{\min}$ – минимальное значение напряжения в конце магистральной линии электропередачи при режиме максимальной нагрузки.

Далее используется эмпирическая формула для расчета потерь электроэнергии следующего вида [4]:

$$\Delta W = 0,7k_{\text{нер}} \Delta U \frac{\tau}{T_{\max}}, \quad (5)$$

где $k_{\text{нер}}$ – коэффициент неравномерности нагрузки.

Отличительной особенностью электрических сетей напряжением 0,38 кВ сельскохозяй-

ственного назначения является наличие значительной неравномерности нагрузок по фазам, которая учитывается с помощью коэффициента неравномерности, определяемого по выражению

$$k_{\text{нр}} = 3 \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{(I_A + I_B + I_C)^2} \left(1 + 1,5 \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}} \right) - \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}}, \quad (6)$$

где $(I_A + I_B + I_C)$ – токи нагрузки фаз;

$$k_{\text{нр}} = 3 \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{(I_A + I_B + I_C)^2} \left(1 + 1,5 \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}} \right) - \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}}, \quad (7)$$

где $(I_A + I_B + I_C)$ – измеренные токи нагрузки фаз;

$\frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}}$ – отношение сопротивления нулевого

провода к сопротивлению фазного провода.

При отсутствии данных о токовой нагрузке фаз линии электропередачи для определения соотношения $\frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}}$ можно воспользоваться сле-

дующими рекомендациями: для линий электропередачи с $\frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}} = 1$, $k_{\text{нр}} = 1,13$, а для линий

$$с \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{ф}}} = 2 - k_{\text{нр}} = 1,2 \text{ [5].}$$

При этом для определения сопротивления нулевого и фазного провода можно использовать справочные данные.

Что касается соотношения τ/T_{max} в выражении (5), то здесь также имеется два варианта его установления: можно воспользоваться графиком на рисунке 1, если известно значение $\cos \varphi$ нагрузки, или данными, приводимыми в таблице.

Таблица – Соотношение τ/T_{max}

$T_{\text{max}}, \text{ч}$	2000	3000	4000	5000	6000
τ/T_{max}	0,46	0,52	0,6	0,72	0,77

Покажем возможность использования предлагаемого математического аппарата для проведения инженерных расчетов по определению потерь напряжения в электрических сетях напряжением 0,38 кВ.

Допустим, что мы располагаем данными по величине напряжения в фазах трехфазной линии электропередачи: на шинах трансформаторной подстанции и в конце линии, а также имеем величину токовой нагрузки на шинах подстанции (рис. 3).

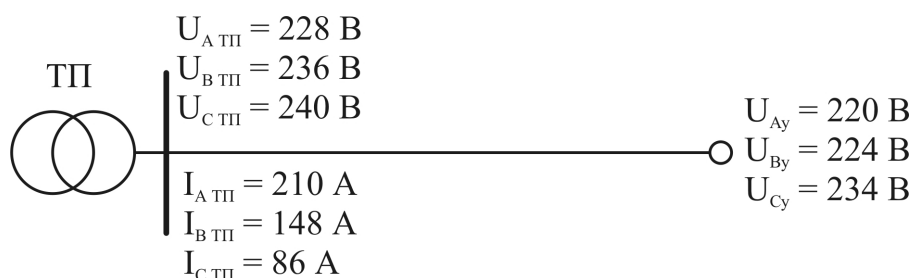


Рисунок 3 – Схема участка сети с исходными данными для расчета

Линия выполнена алюминиевым проводом одинакового сечения для фазных и нулевого провода. Установлено, что время использования максимальной нагрузки $T_{\text{max}} = 4000$ ч. Необходимо определить величину потерь электроэнергии при заданных исходных данных о значениях напряжения и токовой нагрузки в сети.

Расчет будем выполнять в следующей последовательности:

1. Вначале рассчитаем величину среднего значения напряжения на шинах трансформаторной подстанции:

$$U_{\text{ср ТП}} = \frac{U_{A \text{ ТП}} + U_{B \text{ ТП}} + U_{C \text{ ТП}}}{3} = \frac{228 + 236 + 240}{3} = 234 \text{ В.}$$

2. Затем установим там же величину потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{U_{\text{ср ТП}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{ср ТП}}} 100 = \frac{234 - 220}{234} = 6 \text{ \%}.$$

3. По формуле (7) определим коэффициент неравномерности нагрузки:

$$k_{\text{нр}} = 3 \frac{210^2 + 148^2 + 86^2}{(210 + 148 + 86)^2} (1 + 1,5 \cdot 1) - 1,5 \cdot 1 = 1,29.$$

4. И наконец, используя базовую формулу (5) для расчета потерь электроэнергии, оценим значения потерь электроэнергии на участке сетикобщее количество, поставляемому потребителям: $\Delta W = 0,7 k_{\text{нр}} \Delta U \frac{\tau}{T_{\text{max}}} = 0,7 \cdot 1,29 \cdot 6 \cdot 0,6 = 3,25 \text{ \%}$.

Как видим, предлагаемый математический аппарат по расчету потерь электроэнергии как в сельских электрических сетях напряжением 10 кВ, так и в сетях напряжением 0,38 кВ не является сложным и инженерно-технический персонал предприятий может с успехом его использовать в практике эксплуатационного обслуживания электросетевого оборудования.

Литература

1. Шведов Г. В., Сипачева О. В., Савченко О. В. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям. М. : Издательский дом МЭИ, 2013.
2. Реконструкция и техническое перевооружение распределительных электрических сетей / В. Я. Хорольский, А. В. Ефанов, В. Н. Шемякин, А. М. Исупова. СПб. : Лань, 2021.
3. Лыкин А. В. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях. Новосибирск : НГТУ, 2013.
4. Хорольский В. Я., Таранов М. А., Ефанов А. В. Экономия электроэнергии в сельских электроустановках. СПб. : Лань, 2017.
5. Техничко-экономическая оценка эффективности энергосберегающих мероприятий в сельских электрических сетях / В. Я. Хорольский, И. В. Атанов, А. В. Ефанов, А. Б. Ершов. Ставрополь : АГРУС, 2018.

References

1. Shvedov G. V., Sipacheva O. V., Savchenko O. V. Losses of electricity during its transport via electric networks. M. : Publishing House of the MEI, 2013.
2. Reconstruction and technical re-equipment of distribution electric networks / V. Ya. Khorolsky, A. V. Efanov, V. N. Shemyakin, A. M. Isupova. SPb. : Lan, 2021.
3. Lykin A. V. Energy saving and energy efficiency improvement in electric networks. Novosibirsk : NSTU, 2013.
4. Khorolsky V. Ya., Taranov M. A., Efanov A. V. Saving electricity in rural electrical installations. SPb. : Lan, 2017.
5. Technical and economic assessment of the efficiency of energy-saving measures in rural electric networks / V. Ya. Khorolsky, I. V. Atanov, A. V. Efanov, A. B. Ershov. Stavropol : AGRUS, 2018.

УДК 619:615.33:619:616.2

**В. А. Беляев, В. Н. Шахова, О. Э. Французов, Н. А. Гвоздецкий,
Е. С. Кастарнова****Belyaev V. A., Shakhova V. N., Frantsuzov O. E., Gvozdetsky N. A., Kastarnova E. S.**

УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕРАПИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

DEVICES AND SYSTEMS FOR THE DELIVERY OF ANTIBACTERIAL DRUGS IN THE THERAPY OF THE RESPIRATORY TRACT

Обоснованием для ингаляционного введения препаратов служит необходимость максимально увеличить доставку этих лекарств к целевому месту инфекции (т. е. в дыхательные пути) и ограничить вероятность системных побочных эффектов. На эффективность фармакокинетики лекарственных веществ в очаг воспаления и, в свою очередь, на качество лечения существенно влияет конструкция устройства, способная эту доставку и осуществлять. Эффективность достижения терапевтической концентрации антибактериальных средств путем аэрозольного распыления в значительной степени зависит от технических характеристик ингалятора или распылителя. С целью интенсификации терапии респираторных заболеваний жвачных было сконструировано, апробировано и запатентовано устройство (Пат. №2752051) для ингаляционного введения газовых смесей, аэрозолей и прочих подобных лекарственных форм. Устройство включает маску, в которой конструктивные особенности учитывают возрастные особенности телят и позволяют осуществлять ингаляционное введение лекарственных препаратов, изготовлена она при помощи 3D-прототипирования, с последующей послойной распечаткой на трехмерном принтере из ударопрочной и химически нейтральной пластмассы (политрифторхлорэтилена). Также в устройство входит автономный компрессионный полуавтоматический ингалятор с системой подачи аэрозоля лекарственного раствора. Ингалятор образует аэрозоль с частицами в диапазоне от 20 до 100 мкм, которые способны проникать в полости различного диаметра.

Для установления возможности использования данного комплекса в терапии респираторных заболеваний телят были проведены сравнительные исследования, где параллельно с существующей схемой лечения использовалось и ингаляционное введение химиотерапевтических средств.

Ключевые слова: ингаляционные антибиотики, устройство, маска, аэрозольная доставка, ингаляционное введение, дыхательные пути.

The rationale for inhaled administration of drugs is the need to maximize the delivery of these drugs to the target site of infection (i.e., into the respiratory tract) and limit the likelihood of systemic side effects. The effectiveness of the pharmacokinetics of drugs into the focus of inflammation and, in turn, the quality of treatment is significantly affected by the design of the device capable of delivering and carrying out this delivery. The effectiveness of achieving the therapeutic concentration of antibacterial agents by aerosol spraying largely depends on the technical characteristics of the inhaler or sprayer. In order to intensify the therapy of respiratory diseases of ruminants, a device was designed, tested and patented (Patent № 2752051) for the inhalation administration of gas mixtures, aerosols and other similar dosage forms. The device includes a mask in which the design features take into account the age characteristics of calves and allows for the inhalation administration of drugs, it is made using 3D-prototyping, followed by layer-by-layer printing on a three-dimensional printer made of impact-resistant and chemically neutral plastic (polytrifluoroethylene). Also, the device includes an autonomous, compression, semi-automatic inhaler with an aerosol delivery system of a medicinal solution. The inhaler forms an aerosol with particles in the range from 20 to 100 microns, which are able to penetrate into cavities of various diameters.

To establish the possibility of using this complex in the treatment of respiratory diseases of calves, comparative studies were conducted, where, in parallel with the existing treatment regimen, inhaled administration of chemotherapeutic agents was also used.

Key words: inhaled antibiotics, device, mask, aerosol delivery, inhalation administration, respiratory tract.

Беляев Валерий Анатольевич –
доктор ветеринарных наук, профессор кафедры
терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4911-6491
Тел.: 8-928-313-73-06
E-mail: valstavvet@yandex.ru

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

Belyaev Valery Anatolyevich –
Doctor of Veterinary Sciences, Professor
of the Department of Therapy and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code:4911-6491
Tel.: 8-928-313-73-06
E-mail: valstavvet@yandex.ru

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

Франсузов Олег Эдуардович –

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет»
г. Элиста
Тел.: 8-909-750-41-11
E-mail: frantsuzov1965@yandex.ru

Гвоздецкий Николай Алексеевич –

кандидат биологических наук, старший преподаватель
кафедры эпизоотологии и микробиологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9139-8280
Тел.: 8-963-382-28-33
E-mail: nikolay140890@mail.ru

Кастарнова Елена Сергеевна –

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

Frantsuzov Oleg Eduardovich –

Candidate of Veterinary Sciences,
Associate Professor of the Department
of Therapy and Pharmacology
«Kalmyk State University»
Elista
Tel.: 8-909-750-41-11
E-mail: frantsuzov1965@yandex.ru

Gvozdetsky Nikolay Alekseevich –

Candidate of Biological Sciences,
Senior Lecturer of the Department
of Epizootology and Microbiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7991-4900
Tel.: 8-963-382-28-33
E-mail: nikolay140890@mail.ru

Kastarnova Elena Sergeevna –

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

Первоначальной мотивацией для изучения ингаляционного пути введения были высокие показатели неэффективности лечения, о которых сообщалось при внутримышечных введениях аминокликозидов или в комбинации с другими антибиотиками для лечения лекарственно-устойчивых грамотрицательных бактерий у интубированных пациентов и пациентов с трахеостомией [1].

Обоснованием для ингаляционного введения антибиотиков служит необходимость максимально увеличить доставку лекарств к целевому месту инфекции (т.е. в дыхательные пути) и ограничить вероятность системных побочных эффектов. Аэрозольная доставка антибиотиков впервые была разработана в 1940-х годах, но широкое использование ингаляционных антибиотиков было затруднено отсутствием надежных систем распыления для эффективной доставки в дыхательные пути, следовательно, достижения терапевтической концентрации. Большинство ранних рецептов состояли из антибиотиков, предназначенных для парентерального введения, плохо переносились пациентами из-за гиперосмолярности и добавления консервантов, которые вызывали раздражение бронхов и бронхоспазм. Значительный терапевтический прогресс произошел в 1990-х годах, когда был опробован аэрозольный тобрамицин [2].

Первые исследования ингаляционных антибиотиков были сосредоточены на аминокликозидах, в частности тобрамицине, гентамицине и амикацине, которые были выбраны из-за их ограниченной способности абсорбироваться через эпителий, а значит – создавать высокие концентрации в месте инфекции и минимизировать системную токсичность [3].

На эффективность фармакокинетики лекарственных веществ в очаг воспаления и, в свою очередь, на качество лечения существенно влияет конструкция устройства, способная эту доставку и осуществлять. Эффективность достижения терапевтической концентрации антибактериальных средств путем аэрозольного распыления в значительной степени зависит от технических характеристик ингалятора или распылителя. Распространенными типами приборов такого плана в гуманной медицине являются струйные распылители, вибрационные сетчатые приборы для ингаляционных процедур и ультразвуковые распылители. Об использовании струйного распылителя и распылителя с вибрирующей сеткой в литературе сообщалось неоднократно начиная с 1950-х годов [4].

Эти приборы, несмотря на долгую историю и большой опыт применения, как правило, не показывают должную стабильность в вопросах доставки лекарственных веществ. В зависимости от конструкции распылителя (например, мундштук, аэрозольная маска, маска с клапаном) эффективность доставки лекарственных веществ колеблется в диапазоне от 7 % до 35 %, в то время как концентрация данных препаратов в самом устройстве может достигать 75 %, при этом большая часть препарата осаждается в самом распылителе [5].

Ультразвуковые ингаляторы, хотя и являются более эффективными, чем струйные распылители, имеют большой остаточный объем и не совсем подходят для распыления вязких составов [6].

Поскольку эффективность доставки лекарственных веществ сильно зависит от координации пациента (способности его определенное время находиться в покое), техническая составляющая ингалятора, позволяющая решать

эту проблему, является сложной задачей для некоторых видов сельскохозяйственных животных. Например, телят достаточно трудно удерживать на месте без движения в течение нескольких минут [7].

В последние десятилетия на рынке появились ингаляторы, имеющие гораздо более сложный дизайн и конструкцию, содержащую, например, микропроцессор, и работающие только тогда, когда достигается предварительно запрограммированная комбинация расхода и объема лекарственного вещества [8].

Диспергирование и улавливание порошка представляет собой сложное явление, достигаемое рядом механизмов, таких как сила сопротивления, столкновение частиц с частицами, столкновение агломерата с устройством и турбулентность, возникающая при вдохе [9].

Конструкция устройства играет решающую роль в этих механизмах и, следовательно, в производительности рассеивания. В последнее время начали появляться активные диспергирующие устройства, которые активно распыляют порошковые ингаляционные композиции с помощью источника энергии для получения аэрозоля перед вдохом. Поскольку порошковый аэрозоль генерируется устройством, вместо усилия пациента на вдохе, эти ингаляторы обеспечивают повышенную точность дозирования с воспроизводимым образованием аэрозоля независимо от силы дыхания. Образовавшееся аэрозольное облако удерживается в камере введения [7].

Важно понимать неразрывную и сложную взаимосвязь между выбором способа введения лекарственного препарата, системой доставки, с помощью которой будет произведен этот процесс, составом лекарственного средства и мобильностью применяемого устройства. Эффективность доставки и характер осаждения частиц в легких могут существенно отличаться в зависимости от условий, в которых происходит лечение. Контрастное поведение одной и той же рецептуры в разных условиях доставки дает возможность определить различную интенсивность взаимодействия между компонентами лекарственного препарата. Активность попадания лекарственного средства для ингаляционного применения не может быть напрямую переведена на все возможные устройства и настройки доставки [8].

Следующим этапом при ингаляционном введении лекарственных средств является выбор вспомогательных веществ, который зависит от многих факторов и влияет на фармакокинетику препаратов. Следовательно, для достижения оптимальных результатов терапии, предусматривающей введение лекарственных веществ через дыхательные пути, важно учитывать и состав препарата, и возможности устройства, и способность их совместного использования. Крайне важно рассмотреть детали каждого компонента в трио и взаимодействия между ними тщательно, в процессе разработки, что-

бы определить оптимальную систему доставки в легкие [9].

Растет интерес к разработке противомикробной терапии респираторных патологий. В настоящее время остаются открытыми вопросы клинической эффективности антибактериальных препаратов, в том числе использование ингаляционных антибиотиков для уничтожения патогенной микрофлоры у животных с инфекциями верхних и нижних дыхательных путей. Аэрозольные формы антибиотиков были изучены в качестве альтернативы или дополнения к внутримышечным введениям антибиотиков у животных с пневмонией, вызванной грамотрицательными бактериями [2].

С целью интенсификации терапии респираторных заболеваний сотрудниками кафедры терапии и фармакологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» было сконструировано, апробировано и запатентовано устройство [10] для ингаляционного введения газовых смесей, аэрозолей и прочих подобных лекарственных форм.

Маска изначально несла в себе конструктивные особенности, учитывающие возрастные особенности телят и позволяющие осуществлять ингаляционное введение лекарственных препаратов (рис. 1). Изготовлена при помощи 3D-прототипирования, с последующей послойной распечаткой на трехмерном принтере из ударопрочной и химически нейтральной пластмассы (политрифторхлорэтилена).

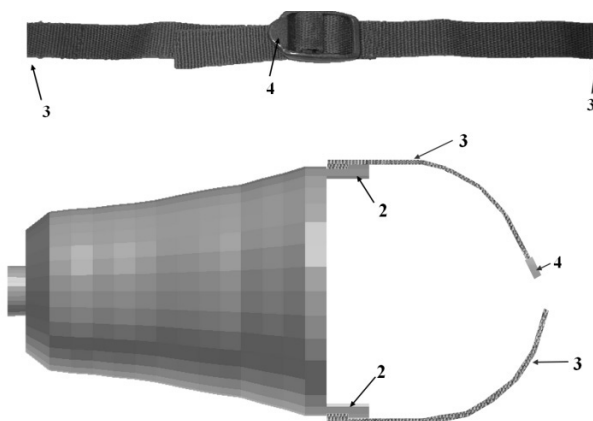


Рисунок 1 – Ингаляционная маска, вид сверху

Также был разработан автономный компрессионный полуавтоматический ингалятор с системой подачи аэрозоля лекарственных растворов (рис. 2). Ингалятор образует аэрозоль с частицами в диапазоне от 20 до 100 мкм, которые способны проникать в полости различного диаметра.

Для установления возможности использования данного комплекса в терапии респираторных заболеваний телят были проведены сравнительные исследования, где параллельно с существующей схемой лечения использовалось и ингаляционное введение химиотерапевтических средств.

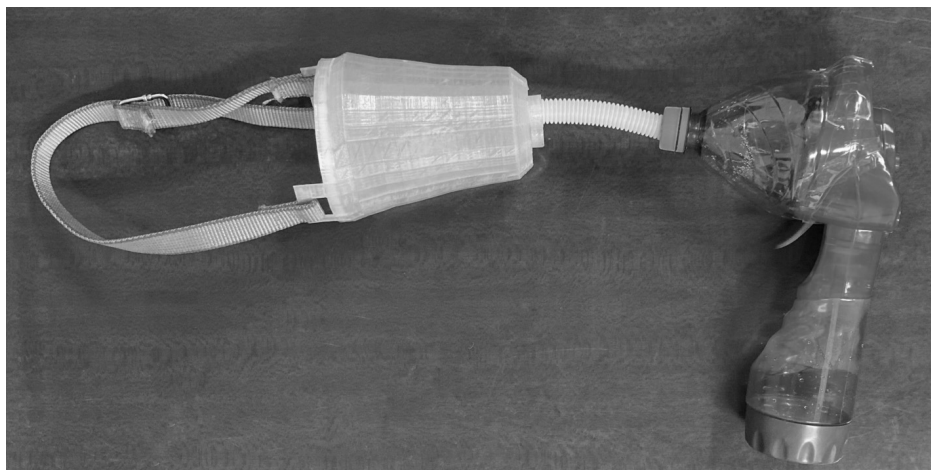


Рисунок 2 – Автономный компрессионный полуавтоматический ингалятор с системой подачи аэрозоля заданной дисперсности

Литература

1. Kuhn R. J. Formulation of aerosolized therapeutics // Chest. 2001. № 120. P. 94–98.
2. Efficacy of aerosolized tobramycin in patients with cystic fibrosis / B. W. Ramsey, H. L. Dorkin, J. D. Eisenberg, R. L. Gibson, I. R. Harwood, R. M. Kravitz, D. V. Schidlow, R. W. Wilmott, S. J. Astley, M. A. McBurnie // N. Engl. J. Med. 1993. № 328. P. 1740–1746.
3. Cystic Fibrosis Inhaled Tobramycin Study Group. Intermittent administration of inhaled tobramycin in patients with cystic fibrosis / B. W. Ramsey, M. S. Pepe, J. M. Quan, K. L. Otto, A. B. Montgomery, J. Williams-Warren, K. M. Vasiljev, D. Borowitz, C. M. Bowman, B. C. Marshall // N. Engl. J. Med. 1999. № 340. P. 23–30.
4. Bradley S. Quon, Christopher H. Goss, Bonnie W. Ramsey. Inhaled antibiotics for lower airway infections // Thorac Soc. 2014. № 11(3). P. 425–434.
5. Rose L. M., Neale R. Development of the first inhaled antibiotic for the treatment of cystic fibrosis // Sci. Transl. Med. 2010. № 2. P. 4.
6. Hudson R., Olson B. Blair Inhaled antibiotics for gram-negative respiratory infections // Future Med. Chem. 2011. № 3 (13). P. 1663–1677.
7. Society of Infectious Diseases Pharmacists Aerosolized Antimicrobials Task Force. Consensus summary of aerosolized antimicrobial agents: application of guideline criteria / J. Le, E. D. Ashley, M. M. Neuhauser, J. Brown, C. Gentry, M. E. Klepser, A. M. Marr, D. Schiller, J. N. Schwiesow, S. Tice, H. L. Vanden Bussche, G. C. Wood // Insights from the Society of Infectious Diseases Pharmacists. Pharmacotherapy. 2010. № 30 (6). P. 562–584.
8. Lung deposition and efficiency of nebulized amikacin during Escherichia coli pneumonia in ventilated piglets / I. Goldstein, F. Wallet, A. Nicolas-Robin, F. Ferrari, C.-H. Marquette,

References

1. Kuhn R. J. Formulation of aerosolized therapeutics // Chest. 2001. № 120. P. 94–98.
2. Efficacy of aerosolized tobramycin in patients with cystic fibrosis / B. W. Ramsey, H. L. Dorkin, J. D. Eisenberg, R. L. Gibson, I. R. Harwood, R. M. Kravitz, D. V. Schidlow, R. W. Wilmott, S. J. Astley, M. A. McBurnie // N. Engl. J. Med. 1993. № 328. P. 1740–1746.
3. Cystic Fibrosis Inhaled Tobramycin Study Group. Intermittent administration of inhaled tobramycin in patients with cystic fibrosis / B. W. Ramsey, M. S. Pepe, J. M. Quan, K. L. Otto, A. B. Montgomery, J. Williams-Warren, K. M. Vasiljev, D. Borowitz, C. M. Bowman, B. C. Marshall // N. Engl. J. Med. 1999. № 340. P. 23–30.
4. Bradley S. Quon, Christopher H. Goss, Bonnie W. Ramsey. Inhaled antibiotics for lower airway infections // Thorac Soc. 2014. № 11(3). P. 425–434.
5. Rose L. M., Neale R. Development of the first inhaled antibiotic for the treatment of cystic fibrosis // Sci. Transl. Med. 2010. № 2. P. 4.
6. Hudson R., Olson B. Blair Inhaled antibiotics for gram-negative respiratory infections // Future Med. Chem. 2011. № 3 (13). P. 1663–1677.
7. Society of Infectious Diseases Pharmacists Aerosolized Antimicrobials Task Force. Consensus summary of aerosolized antimicrobial agents: application of guideline criteria / J. Le, E. D. Ashley, M. M. Neuhauser, J. Brown, C. Gentry, M. E. Klepser, A. M. Marr, D. Schiller, J. N. Schwiesow, S. Tice, H. L. Vanden Bussche, G. C. Wood // Insights from the Society of Infectious Diseases Pharmacists. Pharmacotherapy. 2010. № 30 (6). P. 562–584.
8. Lung deposition and efficiency of nebulized amikacin during Escherichia coli pneumonia in ventilated piglets / I. Goldstein, F. Wallet, A. Nicolas-Robin, F. Ferrari, C.-H. Marquette,

- J.-J. Rouby // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002. № 166. P. 1375–1381.
9. Weers J. Inhaled antimicrobial therapy – barriers to effective treatment // Drug Deliv. Rev. 2015. № 85. P. 24–43.
10. Пат. 2752051 Российская Федерация, МПК A01D 7/00. Устройство для проведения ингаляционных процедур у сельскохозяйственных животных / В. А. Беляев, В. С. Никулин, Р. Р. Кочкаров, И. И. Науменко, В. Н. Шахова, Н. А. Гвоздецкий, И. В. Беляев ; заявитель и патентообладатель СтГАУ. № 2019141207 ; заявл. 08.12.2020; опубл. 22.07.2021. Бюл. № 25.
- J.-J. Rouby // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2002. № 166. P. 1375–1381.
9. Weers J. Inhaled antimicrobial therapy – barriers to effective treatment // Drug Deliv. Rev. 2015. № 85. P. 24–43.
10. Patent 2752051 Russian Federation, IPC A01D 7/00. Device for conducting inhalation procedures in farm animals / V. A. Belyaev, V. S. Nikulin, R. R. Kochkarov, I. I. Naumenko, V. N. Shakhova, N. A. Gvozdetsky, I. V. Belyaev ; applicant and patent holder of the SSAU. № 2019141207; application 08.12.2020; publ. 22.07.2021, Bul. № 25.

Р. А. Жилин, Е. Н. Любченко, И. П. Короткова, А. А. Кожушко, Д. В. Капралов
Zhilin R. A., Lyubchenko E. N., Korotkova I. P., Kozhushko A. A., Kapralov D. V.

ВЛИЯНИЕ НА СТРУКТУРЫ ОРГАНИЗМА ЭВОЛЮЦИОННЫХ СИЛ НА ПРИМЕРЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА АМУРСКОГО ТИГРА (*PANTHERA TIGRIS ALTAICA*)

THE INFLUENCE OF EVOLUTIONARY FORCES ON THE STRUCTURES OF THE ORGANISM ON THE EXAMPLE OF A MORPHOLOGICAL STUDY OF THE HEART OF THE AMUR TIGER (*PANTHERA TIGRIS ALTAICA*)

В процессе работы с анатомическим материалом, поступающим в Центр диагностики болезней животных ФГБОУ ВО Приморская ГСХА в порядке судебных экспертиз, была выявлена характерная особенность, заключающаяся в отличиях в строении органов животных, обитающих в естественных условиях и содержащихся в неволе. Эволюционные силы отражаются на приспособленности животных к выживанию в дикой природе, оттачивая приспособительные особенности и отменяя всё лишнее. Изучая ранее опубликованные труды, относительно представленной темы, можно отметить, что сердце животных в естественной среде обитания стройное, с сильной левой половиной и относительно слабой правой. Как правило, трабекулярные структуры у таких животных сглажены, максимально «встроены» в стенки камер сердца. Не часто можно обнаружить перекидные перекладины, как элемент миоэндокардиальных образований у диких животных. Однако для внутренних структур сердца человека и domesticированных видов животных это далеко не редкость. Есть мнение, что дополнительные мышечно-трабекулярные элементы, такие как: мышечные перекидные перекладины; дополнительные сосочковые мышцы; гребешковые мышцы предсердий, располагающиеся этажной сетью – принимают участие в усилении сердечных сокращений и создании закрученного потока крови, обеспечивая ее поступательно-вращательное движение. Этот процесс можно считать приспособительной реакцией на снижение физической активности в процессе эволюции вида, формируемой от рождения и до смерти организма. В процессе патологоанатомических вскрытий нами было исследовано сердце самки амурского тигра в возрасте четырёх лет, выросшей в неволе, с отличительными особенностями миоэндокардиальных образований по сравнению с другими особями этого вида.

Ключевые слова: амурский тигр, морфология сердца, структуры эндокарда, эволюционные силы.

In the process of working with anatomical material coming to the Center for the Diagnosis of Animal Diseases of the Primorskaya State Agricultural Academy, in the order of forensic examinations, a characteristic feature was revealed, consisting in differences in the structure of the organs of animals living in natural conditions and kept in captivity. Evolutionary forces are reflected in the adaptability of animals to survive in the wild, honing adaptive features and dismissing everything superfluous. Studying previously published works on the presented topic, it can be noted that the heart of animals in their natural habitat is slender, with a strong left half and a relatively weak right. As a rule, the trabecular structures in such animals are smoothed, maximally «embedded» in the walls of the chambers of the heart. It is not often possible to detect folding crossbars as an element of myoendocardial formations in wild animals. However, for the internal structures of the human heart and domesticated animal species, this is far from uncommon. There is an opinion that additional muscular-trabecular elements, such as: muscle crossbars; additional papillary muscles; scallop muscles of the atria, located in a floor network, take part in strengthening heart contractions and creating a swirling blood flow, ensuring its translational and rotational movement. This process can be considered an adaptive reaction to a decrease in physical activity during the evolution of the species, formed from birth to death of the organism. In the course of pathoanatomic autopsies, we examined the heart of a female Amur tiger aged four years, who grew up in captivity, with distinctive features of myoendocardial formations compared to other individuals of this species.

Key words: Amur tiger, morphology of the heart, endocardial structures, evolutionary forces.

Жилин Руслан Алексеевич –
кандидат ветеринарных наук, доцент института
животноводства и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО «Приморская государственная
сельскохозяйственная академия»
г. Уссурийск
РИНЦ SPIN-код: 1716-2799
Тел.: 8-902-489-92-06
E-mail: zhilin.r@mail.ru

Любченко Елена Николаевна –
кандидат ветеринарных наук, доцент института
животноводства и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО «Приморская государственная
сельскохозяйственная академия»
г. Уссурийск
РИНЦ SPIN-код: 7439-1729
Тел.: 8-914-072-82-96
E-mail: LyubchenkoL@mail.ru

Zhilin Ruslan Alekseevich –
Candidate of Veterinary Science,
Associate Professor of the Institute of Animal Husbandry
and Veterinary Medicine
FSBEI HE «Primorskaya State Agricultural Academy»
Ussuriysk
RSCI SPIN-code: 1716-2799
Tel.: 8-902-489-92-06
E-mail: zhilin.r@mail.ru

Lyubchenko Elena Nikolaevna –
Candidate of Veterinary Science,
Associate Professor of the Institute of Animal Husbandry
and Veterinary Medicine
FSBEI HE «Primorskaya State Agricultural Academy»
Ussuriysk
RSCI SPIN-code: 7439-1729
Tel.: 8-914-072-82-96
E-mail: LyubchenkoL@mail.ru

Короткова Ирина Павловна –

кандидат ветеринарных наук, доцент института животноводства и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Уссурийск
Тел.: 8-914-072-82-96
E-mail: Korotkovaira@mail.ru

Кожушко Александр Анатольевич –

кандидат биологических наук, доцент института животноводства и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Уссурийск
Тел.: 8-924-238-33-03
E-mail: shurban.12@mail.ru

Капралов Дмитрий Валентинович –

старший преподаватель института животноводства и ветеринарной медицины
ФГБОУ ВО «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Уссурийск
Тел.: 8-914-651-66-69
E-mail: d-kapralov@bk.ru

Korotkova Irina Pavlovna –

Candidate of Veterinary Science,
Associate Professor of the Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine
FSBEI HE «Primorskaya State Agricultural Academy»
Ussuriysk
Tel.: 8-914-072-82-96
E-mail: Korotkovaira@mail.ru

Kozhushko Alexander Anatolyevich –

Candidate of Biological Science,
Associate Professor of the Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine
FSBEI HE «Primorskaya State Agricultural Academy»
Ussuriysk
Tel.: 8-924-238-33-03
E-mail: shurban.12@mail.ru

Kapralov Dmitry Valentinovich –

Senior Lecturer of the Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine
FSBEI HE «Primorskaya State Agricultural Academy»
Ussuriysk
Tel.: 8-914-651-66-69
E-mail: d-kapralov@bk.ru

Сердце, являясь центральным органом сердечно-сосудистой системы млекопитающих, закономерно является объектом исследования со стороны многих исследователей-морфологов. Многие параметры морфометрии и деятельности сердца разных представителей фауны были выявлены и описаны [1–3]. Однако ещё немало видов не изучены достаточно с морфологической точки зрения.

Также некоторые авторы в своих трудах отмечают отличительные черты в строении диких и домашних животных разных видов, одомашненных и обитающих в естественной среде представителей одного вида [4].

Мир диких кошек Дальнего Востока России поистине уникален, мы стремимся изучить морфологию видов с точки зрения физиологии, а также патологии [5]. В нашей работе мы изучаем трупы диких животных, однако встречаются и особи той же видовой принадлежности, но содержащиеся в условиях зоосадов и зоопарков. Так, в декабре 2014 года была вскрыта взрослая, четырёхлетняя женская особь амурского тигра, павшая вследствие механической асфиксии. Животное не было изъято из естественных условий обитания, а с детства содержалось в вольере зоопарка, так как родилось от такой же тигрицы, всю жизнь проведшей в неволе.

Имея в наличии данные морфометрических параметров сердца представителей подвидов *Panthera tigris altaica* [6], мы получили возможность провести сравнительный анализ этого органа у животных, находящихся в разных условиях обитания. Нами ранее уже были накоплены морфометрические данные о сердцах «диких» амурских тигров. Для сравнения были подобраны органы взрослых животных, также самок, примерно того же возраста и близкие по массе.

Цель – дать сравнительную характеристику морфометрических параметров сердца особей

амурского тигра, находящихся в разных условиях обитания.

Для сравнения особенностей формирования внутренних структур сердца мы изучили сердце самки тигра амурского, всю жизнь содержавшейся в ограниченных условиях в зоопарке. Труп животного был предоставлен для вскрытия в Центр диагностики болезней животных ФГБОУ ВО «Приморская ГСХА».

Сердце извлекали согласно указаниям по взятию и препарированию [6]. Осуществляли фото- и видеофиксацию процесса при помощи цифровой фотокамеры. Морфометрию структур сердца проводили с использованием металлической гибкой линейки и штангенциркуля с шагом измерения 0,01 см. Возраст животного определён со слов персонала зоопарка. Параметры и особенности строения структур органа приведены в сравнении с таковыми у группы взрослых животных, обитавших в дикой среде.

После извлечения, изоляции и очистки от остатков крови сердце было подвергнуто измерению линейных параметров.

Приведены данные таких морфологических составляющих сердца, как: створки атриовентрикулярных клапанов, сухожильные струны, основные и дополнительные сосочковые мышцы, элементы трабекулярной сети желудочков; гребешковые мышцы предсердий.

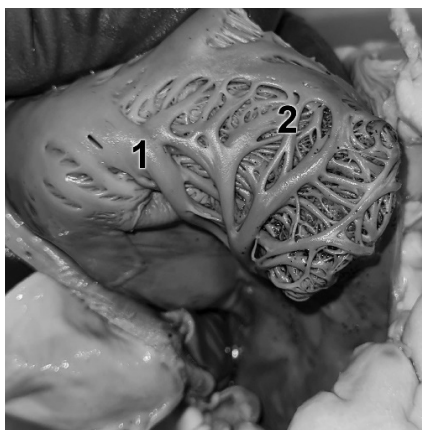
Индекс сердца составил 73,73 % и соответствует эллипсоидной форме, что соответствует нормам у взрослых особей амурского тигра [6]. Относительная масса органа 0,38 %. Этот же показатель у группы диких взрослых особей составил 0,42 %.

Толщина стенки левого желудочка амурского тигра в естественных условиях обитания $17,17 \pm 2,81$; правого – $5,73 \pm 2,27$ мм. У животного в неволе эти показатели составили 12,1 и 4,03 мм соответственно.

Толщина стенки правого предсердия уступает показателям левого у животных в воле: правое предсердие – $1,56 \pm 0,6$ и левое $2,34 \pm 0,16$ мм. У зоопарковой особи эти показатели: 1,43 и 1,35 мм соответственно, разница незначительна, но в пользу правой камеры.

При изучении внутренних структур предсердий исследуемой особи нами обнаружена яркая особенность – строение гребешковых

мышц. На поверхности ушка правого предсердия они множественны, расположены разнонаправленно и образуют густую 2–3-этажную сеть. Количество гребешковых мышц I порядка – 5, II порядка – 16 единиц, что в целом соответствует числовым показателям и у диких амурских тигров. Мышцы периферического слоя являются обособленными от стенки в срединной части (рис. 1).



А



Б

Рисунок 1 – Внутренняя поверхность ушка правого предсердия: А – амурского тигра, содержавшегося в неволе; Б – амурского тигра естественных условий обитания; 1 – гребешковые мышцы первого порядка; 2 – гребешковые мышцы второго порядка

Площадь внутренней поверхности левого предсердия меньше, чем правого. Эта особенность прослеживается у животных из естественной среды обитания и у зоопарковой особи. В левом предсердии сердца самки, содержавшейся в неволе, не выявлено свободно расположенных перекидных гребешковых мышц, как в правом. Насчитано 5 единиц мышц I и 9 – II порядка. Эти числовые показатели укладываются в видовые нормы [6].

Внутренняя архитектура желудочков более сложна, она включает в себя: фиброзные кольца соответствующих атриовентрикулярных клапанов с эластично прикреплёнными к ним створками; элементы трабекулярно-сосочкового аппарата (септомаргинальные и мясистые трабекулы, сосочковые мышцы, сухожильные струны).

Вариабельность внутренних структур желудочков. Внутриполостные пристеночные образования, с которыми мы встречались в процессе работы с сердцами амурских тигров естественного обитания, отличаются сглаженностью форм. Мясистые трабекулы прилежат к стенкам желудочков. Эта особенность проявляется у животных с возрастом, у молодых животных миоэндокардиальный рельеф более выражен [6].

Изучая сердце особи из зоопарка, мы столкнулись с такими образованиями, как мышечные перекидные перекладки – образования, которые как в левом, так и в правом желудочке осуществляют пристеночную связь между разноотдалёнными друг от друга точками на трабекулярном миокарде, а равно и между ними и фиброзными кольцами клапанов [7].

Мышечные перекидные перекладки особенно хорошо выражены в правом желудочке исследуемой особи. Это крупные, округлого или овального сечения валики, расположенные параллельно продольной оси сердца, соединяющие фиброзное кольцо соответствующего атриовентрикулярного клапана со стенкой желудочка.

Септомаргинальные трабекулы правого желудочка: у самки из зоопарка краниальная трабекула имела размеры $7,78$ на $2,22$ мм, каудальная – $5,53$ на $1,0$ мм; у особей естественной среды обитания соответственно: первая – $7,08 \pm 0,37$ на $2,98 \pm 0,99$ мм, вторая – $4,52 \pm 0,66$ на $1,14 \pm 0,02$ мм.

Основных сосочковых мышц – три: большая, малая и подартериальная. Размерные данные распределились следующим образом: наиболее крупная – малая ($24,0$ мм в длину и $4,02$ мм в диаметре), большая ($23,03$ на $6,15$ мм) и наименьшие размеры имеет подартериальная ($14,65$ на $6,6$ мм). В то время как у диких амурских тигров: большая – $21,9 \pm 2,8$ на $8,35$; малая – $13,79 \pm 3,08$ на $6,03 \pm 2,87$; подартериальная – $5,49 \pm 0,62$ на $5,63 \pm 0,96$ мм, типично размерный ряд распределяется в следующем порядке: большая, малая, подартериальная. Также обращает на себя внимание количество дополнительных сосочковых мышц в правом желудочке. Их количество шесть, все они принадлежат медиальной стенке. Основные сосочковые мышцы имеют цилиндрическую форму, дополнительные – конусовидную (рис. 2).

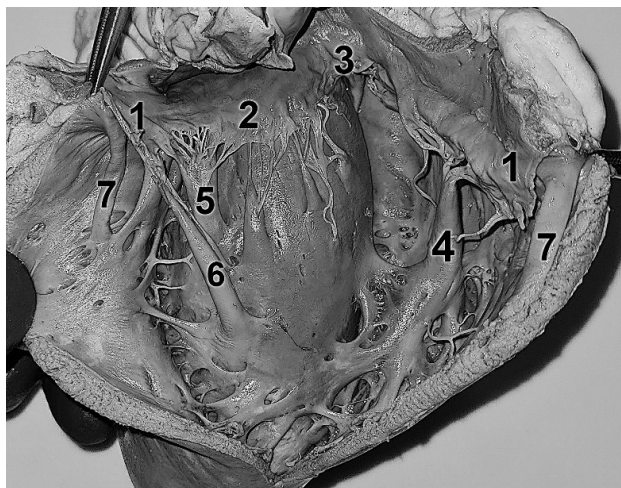


Рисунок 2 – Миоэндокардиальные образования правого желудочка самки амурского тигра, содержащейся в зоопарке: 1 – пристенная створка; 2 – перегородочная створка; 3 – угловая створка; 4 – большая сосочковая мышца; 5 – малая сосочковая мышца; 6 – дополнительная перегородочная сосочковая мышца; 7 – мышечные перекидные перекладыны

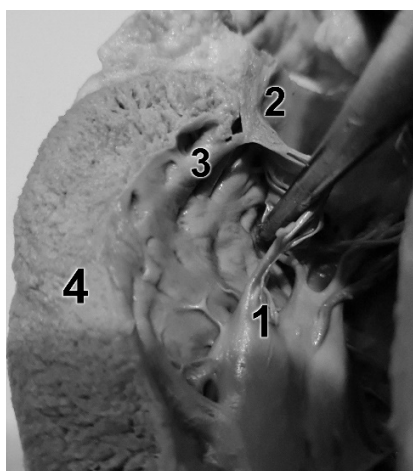
Архитектоника левого желудочка особи из зоопарка также имеет свои выдающиеся особенности. Миоэндокардиальные образования, в частности мясистые трабекулы, отличаются выраженностью структуры, в то время как у диких особей они сглажены. Кроме этого, количество их превышает среднестатистическое, так: краниальной стенке принадлежит перекладын – 9, перемычек – 12; каудальной – 8 и 10; медиальной – 7 и 7 единиц соответственно. Какие данные мы можем наблюдать у диких особей относительно данных структур? Это: краниальная стенка – 5 и 3–4; каудальная – 4–5 и 3; медиальная – 6 и 5 единиц соответственно.

Септомаргинальные трабекулы представлены тонкими сухожильными хордами (краниальная – 19,0 на 1,32; каудальная – 21,75 на 1,4 мм), между основаниями основных сосочковых

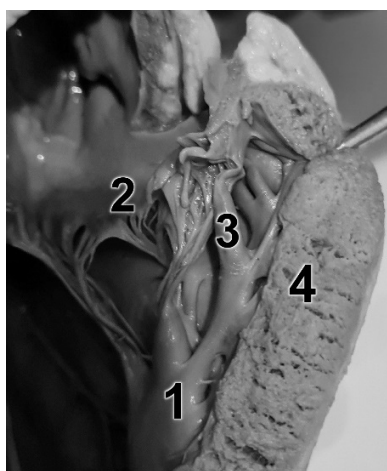
мышц желудочка и выстилкой перегородки – многократно ветвящиеся в точках прикрепления. В этом отношении исследуемая особь не отличается от своих сородичей из дикой среды, их соответствующие структуры имеют параметры: краниальная – $15,46 \pm 2,74$ на $1,1 \pm 0,24$ и каудальная – $20,56 \pm 2,4$ на $0,8 \pm 0,24$ мм.

Основных сосочковых мышц левого желудочка – две. Статистически подпредсердная сосочковая мышца цилиндрической формы – 67 %, и 33 % принадлежат сложной неопределённой форме у исследованных нами ранее животных. Такое же процентное распределение форм и у второй основной сосочковой мышцы – подушковой. То есть можно сказать, что цилиндрическая форма превалирует у этих образований. У изученного нами зоопаркового животного обе основные сосочковые мышцы мощные, сложной неопределённой формы, подпредсердная – с двумя головками, подушковая – с тремя. Размерные данные у зоопарковой самки таковы: подпредсердная – в длину 21,5 и в ширину 18,6 мм, подушковая – 19,8 на 17,1 мм. У диких особей: подпредсердная $24,43 \pm 1,56$ в длину и $14,1 \pm 0,89$ в ширину, подушковая $28,03 \pm 4,25$ на $16,32 \pm 0,61$ мм.

В левом желудочке амурского тигра стандартно выделяют две основные сосочковые мышцы, эти образования крупные, с широким основанием. Они несут всю нагрузку по предотвращению выворачивания створок клапана, посредством множества сухожильных струн, расположенных между их внутренней поверхностью и головками сосочковых мышц. В отличие от правого желудочка, в котором дополнительные сосочковые мышцы часты, в левом у диких особей, в процессе работы с материалом, их мы находили редко. Однако при изучении миоэндокардиальных образований у животного в неволе мы выявили группу дополнительных мелких сосочковых мышц. Это относительно мелкие мышцы, локализирующиеся между основанием перегородочной створки и подпредсердной сосочковой мышцей и основанием пристенной створки и подушковой сосочковой мышцей (рис. 3).



А



Б

Рисунок 3 – Дополнительные сосочковые мышцы левого атриовентрикулярного клапана: А – комплекс перегородочная створка – подпредсердная сосочковая мышца; Б – комплекс пристенная створка – подушковая сосочковая мышца; 1 – основные сосочковые мышцы; 2 – створки клапана; 3 – дополнительные сосочковые мышцы; 4 – стенка левого желудочка

Сравнительный анализ наличия данных образований у животных одного вида, но обитающих в разных условиях, даёт основание предполагать, что их наличие у особи с низкой физической нагрузкой и отсутствие у диких является следствием адаптационных изменений.

Таким образом, из проведённых исследований можно вывести следующие результаты: индекс сердца амурского тигра соответствует эллипсоидной форме, это характерно и для особей в естественных условиях обитания, и в неволе.

Относительная масса сердца у особи в неволе меньше, чем у диких сородичей. Показатели левого желудочка животных, обитавших в естественных условиях, абсолютно превышают таковые у зоопарковой тигрицы, это же касается и соотношения толщин правого желудочка.

У животного зоопаркового содержания миоэндокардиальные образования камер сердца (гребешковые мышцы предсердий, мясистые трабекулы) хорошо выражены, имеют вид сетей. У животных из естественной среды обитания эти элементы сглажены. Сосочково-трабекулярный комплекс совместно с мышечными перекардинами формирует закрученный поток

крови, обеспечивает поступательно-вращательное движение [5].

Выявлены элементы трабекулярной сети – перекардные мышечные перекардины, обычные для человека и уникальные для амурского тигра. Этот факт, очевидно, объясняется более низкой физической нагрузкой, чем у животных, обитающих в естественных условиях обитания.

Количество сосочковых мышц у амурского тигра вариабельно. Кроме основных, обнаруживаются и дополнительные. В составе правого атриовентрикулярного клапана они обнаруживаются почти всегда, однако в левом до этого они нам не встречались. Сердце особи зоопаркового содержания отличалось значительным количеством дополнительных сосочковых мышц. Длина и диаметр сосочковых мышц у особей, в том числе и хорошо изученных диких, вариабельны.

Существенные различия в архитектонике внутренних структур предсердий и желудочков объясняются принадлежностью исследованных амурских тигров к разным экологическим группам. На данный фактор влияют: двигательная активность, климатические условия и кормовая база.

Литература

1. Данников С. П., Квочко А. Н. Морфометрические показатели сердца нутрий в постнатальном онтогенезе // Международный вестник ветеринарии. 2021. № 3. С. 168–173.
2. Тарасевич В. Н., Рядинская Н. И. Особенности строения трехстворчатого клапана сердца у байкальской нерпы // Морфология. 2020. Т. 153, № 2–3. С. 208.
3. Tarasevich V. N. Morphological features of the venous bed of the heart of the Baikal seal // Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources : international Scientific-Practical Conference (FIES 2021). 2021. Vol. 37. P. 00061.
4. Чиркова Е. Н. Морфология сердца и его внутренних структур млекопитающих разных экологических групп : дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 165 с.
5. Жилин Р. А. Некоторые аспекты в изменении структур клапанного аппарата сердца амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) при бородавчатом эндокардите // Вестник ИРГСХА. 2021. № 103. С. 125–133.
6. Жилин Р. А. Морфологические параметры сердца диких кошачьих Приморского края : дис. ... канд. вет. наук. Улан-Удэ, 2017. 145 с.
7. Степанчук А. П. Морфометрические исследования миоэндокардиальных образований желудочков сердца в норме // Вестник проблем биологии и медицины. 2012. Вып. 3, Т. 2 (95). С. 174–178.
8. Тайгузин Р. Ш. Возрастная и сравнительная морфология внутренних структур сердца млекопитающих : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Омск, 1998. С. 10–20.

References

1. Dannikov S. P., Kvochko A. N. Morphometric parameters of the nutria heart in postnatal ontogenesis // International Bulletin of Veterinary Medicine. 2021. № 3. P. 168–173.
2. Tarasevich V. N., Ryadinskaya N. I. Features of the structure of the tricuspid heart valve in the Baikal seal // Morphology. 2020. Vol. 153, № 2–3. P. 208.
3. Tarasevich V. N. Morphological features of the venous bed of the heart of the Baikal seal // Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources : international Scientific-Practical Conference (FIES 2021). 2021. Vol. 37. P. 00061.
4. Chirkova E. N. Morphology of the heart and its internal structures of mammals of different ecological groups: dissertation of the Candidate of Biological Sciences. Orenburg, 2009. 165 p.
5. Zhilin R. A. Some aspects in changing the structures of the valvular apparatus of the Amur tiger heart (*Panthera tigris altaica*) in warty endocarditis // Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy. 2021. № 103. P. 125–133.
6. Zhilin R. A. Morphological parameters of the heart of wild cats of Primorsky Krai : dissertation of the Candidate of Veterinary Sciences. Ulan-Ude, 2017. 145 p.
7. Stepanchuk A. P. Morphometric studies of normal myoendocardial formations of the ventricles of the heart // Bulletin of Problems of Biology and Medicine. 2012. Iss. 3, Vol. 2 (95). P. 174–178.
8. Taiguzin R. S. Age and comparative morphology of the internal structures of the mammalian heart : abstract of the dissertation of the Doctor of Biological Sciences / Omsk, 1998. P. 10–20.

УДК 591.441:636.987

Н. Н. Садыкова, С. М. Завалеева, Е. Н. Чиркова, О. Н. Аладина, О. Н. Бровина
Sadykova N. N., Zavaleeva S. M., Chirkova E. N., Aladina O. N., Brovina O. N.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТОПОГРАФИЯ СЕЛЕЗЁНКИ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

COMPARATIVE TOPOGRAPHY OF THE VERTEBRATES SPLEEN

Проведено исследование по выявлению сравнительной топографии селезёнки позвоночных животных у следующих видов животных: щуки обыкновенной *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), окуня речного *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), линя *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), жабы зеленой *Bufo viridis* (Laur., 1768), лягушки озерной *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), лягушки остромордой *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), гадюки степной, или западной степной гадюки *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835), черепахи болотной *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), ящерицы прыткой *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758), цесарки обыкновенной *Numida meleagris* (Linnaeus, 1758), кряквы, или кряковой утки *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758), перепела *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758), свинки морской *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758), бобра обыкновенного, или речного *Castor fiber* (Linnaeus, 1758), кролика европейского, или дикого кролика *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), серой крысы *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), мыши домовая *Mus musculus* (Linnaeus, 1758). Выявлено смещение данного органа с центральной и правой части тела у низших животных в левую под желудок (у птиц под железистый) – у высших. Впервые описана топография исследуемого органа у видов в период физиологической зрелости: окуня речного *Perca fluviatilis*, линя *Tinca tinca*, лягушки озерной *Pelophylax ridibundus*, лягушки остромордой *Rana arvalis*, жабы зеленой *Bufo viridis*, гадюки степной *Vipera ursinii*, ящерицы прыткой *Lacerta agilis*, черепахи болотной *Emys orbicularis*. Полученные данные существенно дополняют имеющиеся представления о сравнительной топографии селезёнки позвоночных животных.

Ключевые слова: селезёнка, сравнительная топография, морфология, позвоночные животные, физиологическая зрелость.

A study was conducted to identify the comparative topography of the spleen of vertebrates in the following animal species: common pike *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), perch *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), tench *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), green toad *Bufo viridis* (Laur., 1768), lake frog *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), sharp-faced frog *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), steppe viper, or western steppe viper *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835), marsh turtle *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), lizard nimble *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758), common guinea fowl *Numida meleagris* (Linnaeus, 1758), mallard, or mallard duck *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1758), quail *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758), guinea pig *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758), beaver, or river *Castor fiber* (Linnaeus, 1758), rabbit European or wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), gray rat *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), house mouse *Mus musculus* (Linnaeus, 1758). The displacement of this organ from the central and right part of the body in lower animals to the left under the stomach (in birds under the glandular) in higher animals was revealed. The topography of the studied organ was described for the first time in species during physiological maturity: perch *Perca fluviatilis*, tench *Tinca tinca*, lake frog *Pelophylax ridibundus*, sharp-faced frog *Rana arvalis*, green toad *Bufo viridis*, steppe viper *Vipera ursinii*, lizard nimble *Lacerta agilis*, marsh turtle *Emys orbicularis*. The data obtained significantly complement the existing ideas about the comparative topography of the spleen of vertebrates.

Key words: spleen, comparative topography, morphology, vertebrates, physiological maturity.

Садыкова Наталья Николаевна –

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

Завалеева Светлана Михайловна –

доктор биологических наук, профессор кафедры биологии и почвоведения ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
г. Оренбург
РИНЦ SPIN-код: 6917-2068
Тел.: 8(353)237-24-80
E-mail: z.svetlana50@yandex.ru

Чиркова Елена Николаевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и почвоведения ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
г. Оренбург

Sadykova Natalia Nikolaevna –

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

Zavaleeva Svetlana Mikhailovna –

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of biology and soil science FSBEI HE «Orenburg State University»
Orenburg
RSCI SPIN-code: 6917-2068
Tel.: 8(353)237-24-80
E-mail: z.svetlana50@yandex.ru

Chirkova Elena Nikolaevna –

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of biology and soil science FSBEI HE «Orenburg State University»
Orenburg

РИНЦ SPIN-код: 7407-7449
Тел.: 8(353)237-24-80
E-mail: nnnmem@mail.ru

Аладина Ольга Николаевна –
преподаватель факультета среднего
профессионального образования
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный
университет»
г. Оренбург
Тел.: 8-922-858-01-96
E-mail: lelik-aladina90@mail.ru.

Бровина Оксана Николаевна –
преподаватель
ГАПОУ «Ташлинский политехнический техникум»
с. Ташла, Ташлинский район, Оренбургская область
Тел.: 8-922-539-93-84
E-mail: brovina.oxana@yandex.ru

RSCI SPIN-code: 7407-7449
Tel.: 8(353)237-24-80
E-mail: nnnmem@mail.ru

Aladina Olga Nikolaevna –
Teacher of the Faculty of Secondary
Vocational Education
FSBEI HE «Orenburg State University»
Orenburg
Tel.: 8-922-858-01-96
E-mail: lelik-aladina90@mail.ru

Brovina Oksana Nikolaevna –
Teacher
SAPEI «Tashli Polytechnic College»
Tashla, Tashli district, Orenburg region
Tel.: 8-922-539-93-84
E-mail: brovina.oxana@yandex.ru

Селезёнка является многофункциональным органом, в ней происходит образование лимфоцитов, выполняет фагоцитарную функцию, поддерживает иммунный и реологический гомеостаз, является депо крови. Она одна из первых реагирует на изменения внутренней и внешней среды организма, изменяет свою структуру при различных заболеваниях.

Выявлению морфометрических характеристик данного органа у позвоночных животных посвящены исследования зарубежных и отечественных учёных [1], благодаря которым накоплены сведения о видовых особенностях строения селезёнки: рыб [2]; земноводных [3]; пресмыкающихся [4]; птиц [5]; млекопитающих [6]. Однако работ, посвящённых сравнительной топографии данного органа, не так-то много [1]. Хотя топографическое расположение органов и систем у здоровых животных в период физиологической зрелости – это одна из важнейших морфометрических характеристик организма позвоночного для любого исследования, которая даёт понятие о норме или патологии. Поэтому выявление закономерностей сравнительной топографии селезёнки позвоночных животных разных сред обитания является одной из актуальных задач настоящего времени.

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

Работа выполнена на базе лаборатории физиологии растений, человека и животных кафедры биологии и технологической безопасности Бузулукского гуманитарно-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

Объектами исследования послужили селезёнки позвоночных животных в возрасте физиологической зрелости, по три образца каждого вида: щуки обыкновенной *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), окуня речного *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), линя *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), жабы зелёной *Bufo viridis* (Laur., 1768), лягушки озёрной *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771), лягушки остромордой *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), гадю-

ки степной, или западной степной гадюки *Vipera ursinii* (Bonaparte, 1835), черепахи болотной *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), ящерицы прыткой *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758), цесарки обыкновенной *Numida meleagris* (Linnaeus, 1758), кряквы, или кряковой утки *Anas platyrhynchos* (Linnaeus, 1756), перепела *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758), свинки морской *Cavia porcellus* (Linnaeus, 1758), бобра обыкновенного, или речного *Castor fiber* (Linnaeus, 1758), кролика евразийского, или дикого кролика *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758), серой крысы *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), мыши домовая *Mus musculus* (Linnaeus, 1758).

Возраст рыб определялся по чешуе, земноводных и пресмыкающихся – по длине и массе тела, у птиц и кроликов – по данным фермеров Ташлинского и Илекского районов Оренбургской области, у грызунов – по документам из государственного бюджетного учреждения «Ташлинское районное управление ветеринарии» и по зубам.

После общего наркоза животным производили вскрытие брюшной полости, визуально осматривали органы на наличие патологий, затем определяли топографию селезёнки.

При проведении экспериментальной части исследования придерживались протоколов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (European Communities Council Directive (86/609/EEC)).

В результате исследований выявлено, что у щуки обыкновенной *Esox lucius* селезёнка находится в месте перехода желудка в двенадцатиперстную кишку (первый изгиб кишечника) (рис. 1), ближе к дорсальной поверхности животного в центре тела, что совпадает с данными Н. Н. Карташева и соавторов (1981). В центральной части тела ближе к дорсальной поверхности, рядом с желудком в петле кишечника лежит исследуемый орган у окуня речного *Perca fluviatilis*. Вытянута и смещена немного влево – у линя *Tinca tinca*, ближе к дорсальной поверхности, рядом с петлями кишечника, краиниальный край граничит с печенью, каудальный с плавательным пузырём.



Рисунок 1 – Топография селезёнки щуки обыкновенной *Esox lucius*:

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

Топографические исследования показали расположение селезёнки жабы зеленой *Bufo viridis* возле кишечника, ближе к дорсальной поверхности в центральной части тела, каудальный край граничит с левым яичником. У лягушки озерной *Pelophylax ridibundus*, наоборот, ближе к вентральной, правая и левая стороны граничат с яичниками, у лягушки остромордой *Rana arvalis* – также возле кишечника, но на одинаковом расстоянии от вентральной и дорсальной поверхностей.



Рисунок 2 – Топография селезёнки черепахи болотной *Emys orbicularis*:

1 – печень; 2 – желудок; 3 – кишечник;
4 – селезёнка

Селезёнка гадюки степной, или западной степной гадюки *Vipera ursinii* располагается рядом с кишечником, ближе к каудальному краю животного, к дорсальной стороне тела, немного смещена в правую сторону. У черепахи болотной *Emys orbicularis* – в центральной части, также в петлях кишечника, ближе к дорсальной стороне (рис. 2). У ящерицы прыткой *Lacerta agilis* лежит в петлях тонкого кишечника, но ближе к вентральной стороне тела рептилии, немного смещена в правую сторону.

Исследуемый орган всех птиц подвешен на брыжейке с левой стороны под железистым желудком ближе к дорсальной поверхности тела позвоночного, каудальный край исследуемого органа граничит с петлями тонкого кишечника.

Селезёнка свинки морской *Cavia porcellus* лежит с левой стороны под желудком, примерно на равном расстоянии от дорсальной и вентральной поверхности тела. У кролика она находится сверху под поясницей, занимая переднюю часть левого подвздоха, между левой почкой и задним краем свода желудка [7]. Исследуемый орган бобра обыкновенного, или речного *Castor fiber*, серой крысы *Rattus norvegicus* и мыши домовая *Mus musculus* находится с левой стороны, латеральнее желудка.

Таким образом, от холоднокровных до теплокровных позвоночных идёт смещение селезёнки с центральной и правой части тела животного в левую под желудок (у птиц под железистым).

Полученные топографические данные по конкретным видам животных: окуня речного, линя, лягушки озерной, жабы зелёной, лягушки остромордой, гадюки степной, ящерицы прыткой, черепахи болотной, бобра обыкновенного, или речного описаны впервые. У птиц многие авторы указывают расположение селезёнки на границе между железистым и мышечным желудком [8], что не противоречит результатам наших исследований. У млекопитающих наши данные совпадают с данными Т. Я. Вишневецкой [9], которая также указывает топографическое расположение селезёнки с левой стороны рядом с желудком, описывая данный орган у следующих видов: лошади *Equus ferus caballus*,

свиньи *Sus scrofa domesticus*, крупного рогатого скота *Bos taurus taurus*, овцы *Ovis aries*, козы *Capra hircus*, собаки *Canis lupus familiaris*, кошки *Félis silvestris catus*, лисицы *Vulpes vulpes*, хорька *Mustela*, зайца-русака *Lepus europaeu*. Полу-

ченные в результате исследований топографические характеристики селезёнки дополняют имеющиеся представления о сравнительной топографии данного органа у позвоночных животных.

Литература

1. Udriou I., Sgura A. The Phylogeny of the Spleen // The Quarterly Review of Biology. 2017. № 92 (4). P. 411–443.
2. Yan Y. F., Yang J. Y., Lin J. Y. Enzyme activity and morphological change in the spleens of crucian carp in the Yongcheng coal mine subsidence area, China // Genet. Mol. Res. 2016. № 15 (2).
3. Aniline-induced nitrosative stress in rat spleen: proteomic identification of nitrated proteins / X. Fan, J. Wang, K. V. Soman [et al.] // Toxicol. Appl. Pharmacol. 2011. № 255 (1). P. 103.
4. Butler M. W., Ligon R. A. Interactions between Biliverdin, Oxidative Damage, and Spleen Morphology after Simulated Aggressive Encounters in Veiled Chameleons // PLoS One. 2015. № 10 (9).
5. Immune-related gene expression in the kidneys and spleens of goslings infected with goose nephritic astrovirus / W. Wu, S. Qiu, H. Huan [et al.] // Poult. Sci. 2021. № 100 (4).
6. Sayre R. S., Spaulding K. A. Formulation of a standardized protocol and determination of the size and appearance of the spleen in healthy cats // J. Feline Med. Surg. 2014. № 16 (4). P. 326.
7. Садыкова Н. Н. Морфология и кровоснабжение селезёнки кролика в возрастном аспекте : дис. ... канд. биол. наук. Саранск, 2014. С. 10.
8. Zhyla M. I. Evaluation of morphofunctional state of Turkey immune organs in clinical trials of the preparation «Bioton» // Биология животных. 2016. Т. 18, № 3. С. 30–35.
9. Вишневская Т. Я. Морфофункциональное обоснование адаптационной пластичности селезёнки животных (экспериментально-морфологическое исследование) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Москва, 2015. 36 с.

References

1. Udriou I., Sgura A. The Phylogeny of the Spleen // The Quarterly Review of Biology. 2017. № 92 (4). P. 411–443.
2. Yan Y. F., Yang J. Y., Lin J. Y. Enzyme activity and morphological change in the spleens of crucian carp in the Yongcheng coal mine subsidence area, China // Genet. Mol. Res. 2016. № 15 (2).
3. Aniline-induced nitrosative stress in rat spleen: proteomic identification of nitrated proteins / X. Fan, J. Wang, K. V. Soman [et al.] // Toxicol. Appl. Pharmacol. 2011. № 255 (1). P. 103.
4. Butler M. W., Ligon R. A. Interactions between Biliverdin, Oxidative Damage, and Spleen Morphology after Simulated Aggressive Encounters in Veiled Chameleons // PLoS One. 2015. № 10 (9).
5. Immune-related gene expression in the kidneys and spleens of goslings infected with goose nephritic astrovirus / W. Wu, S. Qiu, H. Huan [et al.] // Poult. Sci. 2021. № 100 (4).
6. Sayre R. S., Spaulding K. A. Formulation of a standardized protocol and determination of the size and appearance of the spleen in healthy cats // J. Feline Med. Surg. 2014. № 16 (4). P. 326.
7. Sadykova N. N. Morphology and blood supply of the rabbit spleen in the age aspect : dissertation of the Candidate of Biological Sciences. Saransk, 2014. P. 10.
8. Zhyla M. I. Evaluation of morphofunctional state of Turkey immune organs in clinical trials of the preparation «Bioton» // Animal biology. 2016. Vol. 18, № 3. P. 30–35.
9. Vishnevskaya T. Ya. Morphofunctional substantiation of adaptive plasticity of the spleen of animals (experimental morphological study) : abstract of the dissertation of the Doctor of Biological Sciences. Moscow, 2015. 36 p.

УДК 619:615.995.428:636.2

Д. А. Тарануха, Б. М. Багамаев, М. М. Мамбетов, Э. В. Горчаков**Taranukha D. A., Bagamaev B. M., Mambetov M. M., Gorchakov E. V.**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АКАРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ЭКТОПАРАЗИТОЗАХ

THE EFFECTIVENESS OF ACARICIDAL DRUGS IN ECTOPARASITOSIS

Представлены экспериментальные исследования испытаний химических препаратов для борьбы с клещами, относящихся к группе пиретроидов. Пурофен и эктопор – препараты синтетического происхождения. Тестовые акарологические испытания проведены на изолированных особях *Psoroptes cuniculi* и *Psoroptes bovis* всех фаз развития. В полевых условиях пурофен и эктопор применены на маллофагах *Bovicola bovis*. После постановки и проведения эксперимента эффективная концентрация использовалась согласно рекомендованной по инструкции: пурофен – 10 мл на 250 кг живой массы и эктопор – 1 мл на 5 кг живой массы. Для обработки был использован метод поливания на холку. Оба препарата показали отличную эффективность в лабораторных условиях, а также хороший терапевтический эффект в полевых условиях. Практические исследования осуществлялись на поголовье крупного рогатого скота в возрасте 1,0–1,2 года с массой тела до 100 кг. Сформировав несколько групп для исследования, опытное поголовье животных обработали двукратно с интервалом 19–21 дней. Показано, что примененные двукратно препараты на крупном рогатом скоте при паразитарных дерматитах (псороптоз, маллофагоз) обладают хорошей терапевтической эффективностью.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, инвазионные поражения, псороптоз, маллофагоз, эктопаразитозы, пурофен, эктопор.

The article presents experimental studies of trials of acaricidal drugs from the group of synthetic pyrethroids. Previously, the preparations were tested in laboratory conditions on isolated *Psoroptes cuniculi* mites and on mites of all phases of *Psoroptes bovis* development. In production conditions, the preparations were tested on mallophages of *Bovicola bovis*. Based on the conducted tests, the effectiveness of acaricidal drugs was determined. After setting up and conducting the experiment, the effective concentration was used according to the recommended instructions: purofen – 10 ml per 250 kg of live weight and ectopor – 1 ml per 5 kg of live weight. For processing, the method of watering on the withers was used. Both drugs have shown excellent efficacy in the laboratory, as well as a good therapeutic effect in the field. Practical studies were carried out on cattle under the age of 1.0–1.2 years with a live weight of up to 100 kg. Having formed several groups for the study, the experimental animal population was treated twice with an interval of 19–21 days. It has been shown that the drugs used for psoroptosis and mallophagosis of cattle with double use have good therapeutic efficacy.

Key words: cattle, invasion, psoroptosis, mallophagosis, ectoparasitoses, purofen, ectopore.

Тарануха Денис Александрович –
соискатель кафедры терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»,
начальник управления ветеринарии Ставропольского
края
г. Ставрополь
Тел.: 8-905-414-29-35
E-mail: dtaranuha@mail.ru

Багамаев Багама Манапович –
доктор ветеринарных наук, профессор кафедры
терапии и фармакологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6414-7165
Тел.: 8-928-285-0245
E-mail: bagamaev60@mail.ru

Мамбетов Мурадин Мухамедович –
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры агрономии и лесного дела
ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная
академия»
г. Черкесск
РИНЦ SPIN-код: 1522-1890
Тел.: 8-928-392-00-10
E-mail: mambetovvard@mail.ru

Горчаков Эдуард Владимирович –
кандидат химических наук, доцент кафедры
терапии и фармакологии

Taranukha Denis Alexandrovich –
Applicant of the Departments of Therapy
and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»,
Head of the Veterinary Department of the Stavropol
Territory
Stavropol
Тел.: 8-905-414-29-35
E-mail: dtaranuha@mail.ru

Bagamaev Bagama Manapovich –
Doctor of Veterinary Sciences,
Professor of the Department of Therapy
and Pharmacology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 6414-7165
Tel.: 8-928-285-0245
E-mail: bagamaev60@mail.ru

Mambetov Muradin Mukhamedovich –
Doctor of Agricultural Sciences,
Professor of the Department of Agronomy
and Forestry
FSBEI HE «North Caucasian State Academy»
Cherkessk
RSCI SPIN-code: 1522-1890
Tel.: 8-928-392-00-10
E-mail: mambetovvard@mail.ru

Gorchakov Eduard Vladimirovich –
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
of the Department of Therapy and Pharmacology

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6861-9970
Тел.: 8-918-800-8318
E-mail: gorchakovedvard@mail.ru

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 6861-9970
Tel.: 8-918-800-8318
E-mail: gorchakovedvard@mail.ru

Проблема эктопаразитозов продолжает оставаться значимой и не теряет своей актуальности в настоящее время [1, 2], заметно это даже при сокращении поголовья животных. Связано это с тем, что в маленьких стадах происходит быстрое выявление зараженных животных по сравнению со стадами с большим поголовьем. Большая численность приводит к тому, что очаг не выявляется сразу с обострением данной инвазии. Для профилактики и лечения заболевания с признаками поражения кожного покрова, в частности дерматитов паразитарного происхождения, идет постоянный поиск новых химиопрепаратов, удовлетворяющих ветеринарную службу и предпринимателей [3]. Данные препараты должны отвечать определенным требованиям, в частности обладать хорошими терапевтическими свойствами, эффективным воздействием на эктопаразитов.

Одним из основных критериев для благополучного роста и развития хозяйств по эктопаразитозам является постоянное и плановое проведение профилактических мероприятий. Однако мониторинг ситуации по эктопаразитозам не всегда позволяет предотвратить возникновение инвазии и правильно использовать акарицидные препараты [4].

В последнее время на фармацевтический рынок ветеринарных препаратов поступает огромное количество различных акарицидов из разнообразных химических групп [5, 6]. Поэтому становится затруднительным сделать выбор из перечня представленных препаратов. Как известно, в большинстве случаев токсичность препарата показывает и его лучшую эффективность. Многие препараты для лучшего терапевтического эффекта даются в больших дозировках, что приводит к постепенному депонированию в органах и тканях теплокровных, а следовательно, приводит к резистентности паразитов, так как малые количества действующего вещества негубительны для них. Данный недостаток имеет место при применении их у дойного поголовья скота и связан с тем, что препараты секретируются с молоком, что недопустимо в производстве молочной продукции, а также изменение окислительного стресса [7, 8]. Число препаратов против эктопаразитов, которые не имеют недостатков, описанных выше, и рекомендованы для применения на КРС и МРС, незначительно. В настоящее время проводится переоценка уже известных препаратов по их эффективности и малой токсичности с использованием скрининга веществ [3].

Целью нашего исследования было испытание пурофена и эктопора – препаратов из группы синтетических пиретроидов на эффективность и токсичность при эктопаразитозах на крупном рогатом скоте.

Данные препараты ранее были использованы на мелком рогатом скоте при паразитозах, однако столь значимых результатов не показали ввиду особого шерстного покрова [3].

В лабораторных условиях был проведен эксперимент на изолированных клещах *Psoroptes cuniculi* и в полевых условиях на клещах *Psoroptes bovis* и маллофаге *Bovicola bovis*. Препараты пурофен и эктопор показали хорошую эффективность против данных паразитов.

Для осуществления эксперимента были отобраны животные в возрасте до 1,0–1,2 года с массой тела до 100 кг. Обработка животных была проведена двукратно с интервалом 19–21 день.

Пурофен наносили методом поливания тонкой струйкой по позвоночнику от холки до крестца с помощью дозатора шприца Жане, дозировка составила 10 мл по действующему веществу на одну голову.

Эктопор применялся аналогично пурофену в дозировке по действующему веществу 1 мл на 5 кг массы тела животного.

Для проведения эксперимента нам была любезно предоставлена площадка на территории фермерского хозяйства «ИП Магомедзапиров М. А.», зарегистрированного в Ипатовском районе Ставропольского края. При осмотре стада проводили отбор молодых животных, близких по массе тела – около 100 кг, в возрастном интервале 1,0–1,2 года с явными признаками поражения кожного покрова. Из числа отобранных животных сформировали 3 группы по 5 голов. У телят, из которых были сформированы группы, выявлено поражение кожного и шерстного покрова в области шеи, лопаток, спины, крестца и корня хвоста. Замечено, что некоторые животные имели не только старые очаги поражения, но и свежие, что говорило об интенсивном перезаражении данных особей. На единичных особях поражения кожного и шерстного покрова достигали до 35–40 % поверхности. Инвазированные телята проявляли признаки беспокойства, вызванного интенсивным зудом в местах поражения, особенно он усиливался при попадании влаги. При микроскопии соскобов кожи обнаружены живые клещи всех фаз развития *Psoroptes bovis* и маллофаги *Bovicola bovis*. Как уже было описано выше, обработка животных была проведена двукратно с интервалом 21 дней.

Проведя осмотр по стандартным ветеринарно-клиническим правилам, установили, что после обработки у животных происходило снижение беспокойства, связанного с интенсивностью зуда в местах поражения. Соответственно животные становились более спокойными. У животных, получивших определенную дозировку, не наблюдали каких-либо значи-

тельных изменений в клиническом статусе ни сразу после обработки, ни по истечении нескольких дней [9–11].

После обработки препаратами, использованными в наших исследованиях, проведено взятие биоптатов в виде соскобов для выяснения парализующего их действия на эктопаразитов (табл.).

Таблица – Эффективность действия препаратов на эктопаразитов

Группа	Препарат/ ДВ на особь (мл)	Кол-во (гол.)	Результат исследования (дни)				
			3	7	14	24	38
1 группа	Пурофен 10 мл на голову	5	+	+	–	–	–
2 группа	Эктопор 1 мл на 5 кг	5	+	+	+	–	–
3 группа – контроль		5	+	+	+	+	+

Примечание: «+» – результат отрицательный, болезнь прогрессировала;
«–» – результат положительный, животные выздоровели.

Как видно из таблицы, при исследовании соскобов на третий день после применения препарата наружно микроскопия показала, что у животных первой и второй опытных групп большую часть клещей представляли мертвые особи и лишь одиночные живые попадали в поле зрения. При повторном исследовании соскобов через семь и 14 дней, перед повторной обработкой опытных животных в поле зрения попали единичные особи. Так как в наличии имелись живые особи, на 19–21 день было проведено повторное применение препарата наружно. После повторной обработки на третьи сутки было осуществлено взятие соскобов, которое показало, что живых паразитов не наблюдается. У животных контрольной группы, на которых не применялись пурофен и эктопор, в соскобах при микроскопии имелись многочисленные живые особи в разных фазах развития. В клиническом исследовании выяснилось, что происходит прогрессирование заболевания, формирование новых очагов поражения, наблюдались неунимающийся зуд, а также наличие струпьев и корок. На старых участках выявлено уплотнение кожного покрова с частичным облысением.

На основании лабораторно-полевых испытаний пурофена и эктопора можно заключить,

что данные препараты в количественном соотношении: 10 мл на 250 кг и 1 мл на 5 кг животного соответственно – согласуются с дозировками, прописанными в инструкции. Данные препараты из семейства пиретроидных веществ показали хорошую терапевтическую эффективность методом полива при псороптозе и маллофагозе крупного рогатого скота. Полное выздоровление животных наступало при двукратном применении препаратов с интервалом 19–21 день. Для быстрого заживления кожного покрова в третьей группе применили специально разработанную мазь [12].

Для активного развития отрасли скотоводства необходимо в первую очередь проведение профилактических ветеринарных мероприятий с целью недопущения возникновения распространения заболеваний кожного покрова различной этиологии. Во-вторых, необходимо обеспечение поголовья соответствующими кормовыми угодьями и помещениями для стойлового периода. В-третьих, необходим контроль за перемещением и перегруппированием поголовья овец. Соблюдение данных правил повысит экономический выход данной отрасли животноводства [13].

Литература

1. Акбаев Р. М., Василевич Ф. И., Багамаев Б. М. Особенности эпизоотического процесса при псороптозе, маллофагозе и сифункулятозе жвачных животных // Российский ветеринарный журнал. 2015. № 3. С. 8–10.
2. Багамаев Б. М., Василевич Ф. И. Патогенез при дерматитах паразитарной этиологии овец // Ветеринария и кормление. 2017. № 6. С. 33–35.
3. Устаров Р. Д. Сравнительное изучение современных акарицидных препаратов при псороптозе коз в условиях Прикаспийского

References

1. Akbaev R. M., Vasilevich F. I., Bagamaev B. M. Features of the epizootic process in psoroptosis, mallophagosis and siphunculosis of ruminants. // Russian Veterinary Journal. 2015. № 3. С. 8–10.
2. Bagamaev B. M., Vasilevich F. I. Pathogenesis in dermatitis of parasitic etiology of sheep // Veterinary medicine and feeding. 2017. № 6. С. 33–35.
3. Ustarov R. D. Comparative study of modern acaricidal drugs for psoroptosis of goats in the conditions of the Caspian region of the

- региона РФ // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2019. Т. 238. URL: <https://readera.org/142219918>. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-238-2-211-215
4. Improving the diagnosing dermatitis parasitic etiology methods of carnivorous animals / B. M. Bagamaev, N. P. Zorina, P. V. Krikun, J. V. Dyachenko, V. V. Mikhaylenko // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10, № 1. P. 1684–1688.
 5. Application of Sustainable Natural Resources in Agriculture: Acaricidal and Enzyme Inhibitory Activities of Naphthoquinones and Their Analogs against *Psoroptes cuniculi* / Shang Xiao-Fei, Liu Ying-Qian, Guo Xiao, Miao Xiao-Lou, Chen Cheng [et al.] // Scientific Reports. 2018. Vol. 8, Article number: 1609. URL: [https://www.nature.com/search?q=s41598-018-19964-0&journal=\(articles/s41598-018-19964-0\)](https://www.nature.com/search?q=s41598-018-19964-0&journal=(articles/s41598-018-19964-0))
 6. Acaricidal activity of extract from *Eupatorium adenophorum* against the *Psoroptes cuniculi* and *Sarcoptes scabiei* in vitro / X. Nong, C. Fang, J. Wang [et al.] // Veterinary parasitology. 2012. Vol. 187, № 1–2. P. 345.
 7. The effects of ivermectin or doramectin treatment on some antioxidant enzymes and the level of lipid peroxidation in sheep with natural sarcoptic scap / S. Y. Gurgoze, T. Sahin, M. Sevgili, Z. Ozkutlu, S. T. Ozan // J. Vet. Med. (Yüzüncü Yı Univ). 2003. Vol. 14. P. 30–34.
 8. Evaluation of oxidative stress in sheep infected with *Psoroptes ovis* using total antioxidant capacity, total oxidant status, and malondialdehyde level / M. S. Aktas, F. M. Kandemir, A. Kirbas, B. Hanedan, M. A. Aydin // Journal of Veterinary Research. Vol. 61, Issue 2. 1 June 2017. P. 197–201.
 9. Гематологические показатели крупного рогатого скота при паразитарных дерматитах / Р. К. Курбанов, Б. М. Багамаев, Э. В. Горчаков, Н. А. Гвоздецкий // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15, № 3. С. 101–106.
 10. Показатели крови при дерматитах паразитарной этиологии у телят / П. В. Крикун, К. Т. Узеирова, Б. М. Багамаев, С. П. Скляр // Вестник АПК Ставрополья. 2016. № 3 (23). С. 74–77.
 11. Биохимические изменения в крови крупного рогатого скота при клещевой инвазии / Э. В. Горчаков, М. Р. Айгубов, П. В. Крикун, Б. М. Багамаев // Ветеринария и кормление. 2020. № 1. С. 16–18.
 12. Local treatment of burn wounds in animals using a new nanocomponent ointment / N. Fedota, E. Gorchakov, B. Bagamaev [et al.] // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 135. P. 01084.
 13. Багамаев Б. М., Зорина Н. П. Особенности проявления дерматитов овец в Северно-Кавказском регионе // Вестник АПК Ставрополья. 2014. № 1 (13). С. 143–145.
 - Russian Federation // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2019. Vol. 238. URL: <https://readera.org/142219918>. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-238-2-211-215
 4. Improving the diagnosing dermatitis parasitic etiology methods of carnivorous animals / B. M. Bagamaev, N. P. Zorina, P. V. Krikun, J. V. Dyachenko, V. V. Mikhaylenko // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. Vol. 10, № 1. P. 1684–1688.
 5. Application of Sustainable Natural Resources in Agriculture: Acaricidal and Enzyme Inhibitory Activities of Naphthoquinones and Their Analogs against *Psoroptes cuniculi* / Shang Xiao-Fei, Liu Ying-Qian, Guo Xiao, Miao Xiao-Lou, Chen Cheng [et al.] // Scientific Reports. 2018. Vol. 8, Article number: 1609. URL: [https://www.nature.com/search?q=s41598-018-19964-0&journal=\(articles/s41598-018-19964-0\)](https://www.nature.com/search?q=s41598-018-19964-0&journal=(articles/s41598-018-19964-0))
 6. Acaricidal activity of extract from *Eupatorium adenophorum* against the *Psoroptes cuniculi* and *Sarcoptes scabiei* in vitro / X. Nong, C. Fang, J. Wang [et al.] // Veterinary parasitology. 2012. Vol. 187, № 1–2. P. 345.
 7. The effects of ivermectin or doramectin treatment on some antioxidant enzymes and the level of lipid peroxidation in sheep with natural sarcoptic scap / S. Y. Gurgoze, T. Sahin, M. Sevgili, Z. Ozkutlu, S. T. Ozan // J. Vet. Med. (Yüzüncü Yı Univ). 2003. Vol. 14. P. 30–34.
 8. Evaluation of oxidative stress in sheep infected with *Psoroptes ovis* using total antioxidant capacity, total oxidant status, and malondialdehyde level / M. S. Aktas, F. M. Kandemir, A. Kirbas, B. Hanedan, M. A. Aydin // Journal of Veterinary Research. Vol. 61, Issue 2. 1 June 2017. P. 197–201.
 9. Hematological parameters of cattle with parasitic dermatitis / R. K. Kurbanov, B. M. Bahamaev, E. V. Gorchakov, N. A. Gvozdetsky // Russian Parasitological journal. 2021. Vol. 15, № 3. С. 101–106.
 10. Blood parameters in dermatitis of parasitic etiology in calves / P. V. Krikun, K. T. Uzeirova, B. M. Bahamaev, S. P. Sklyarov // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2016. № 3 (23). P. 74–77.
 11. Biochemical changes in the blood of cattle during tick infestation / E. V. Gorchakov, M. R. Aigubov, P. V. Krikun, B. M. Bahamaev // Veterinary medicine and feeding. 2020. № 1. С. 16–18.
 12. Local treatment of burn wounds in animals using a new nanocomponent ointment / N. Fedota, E. Gorchakov, B. Bagamaev [et al.] // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 135. P. 01084.
 13. Bahamaev B. M., Zorina N. P. Features of the manifestation of sheep dermatitis in the North Caucasus region // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2014. № 1 (13). С. 143–145.

УДК 636.082.2

**Л. Г. Моисейкина, Н. В. Чимидова, А. В. Убушиева, Р. Д. Сангаджиев,
Д. А. Кугультинова****Moiseykina L. G., Chimidova N. V., Ubushieva A. V., Sangadzhiev R. D., Kugultinova D. A.**

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОДБОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДЕКСА АНТИГЕННОГО СХОДСТВА

AN EFFECTIVE METHOD OF SELECTION USING THE ANTIGENIC SIMILARITY INDEX

Для сохранения и улучшения генетического потенциала животных необходимо проводить современную селекцию. На сегодняшний день в Республике Калмыкия в животноводстве эффективно используются иммуногенетические исследования. При выборе методов разведения необходимо учитывать генетическую совместимость, так как она влияет не только на оплодотворяемость, но и на наличие эмбриональной смертности, аборт, количество мертворожденных, осложнения после отелов и сохранность телят в первые месяцы жизни.

Целью являлось выявление наиболее эффективного способа подбора с учетом индекса генетического сходства. Материалом для лабораторных исследований являлись образцы крови крупного рогатого скота калмыцкой породы. Выявление наиболее эффективного способа подбора с учетом индекса генетического сходства показало наименьшее количество родительских пар в низких (0,0–0,30) и высоких (0,61–0,90) индексах антигенного сходства: ООО «Агрофирма Адучи» – 24 пары (16 %) и 48 пар (32 %), АО «Сарпа» – 17 пар (11 %) и 21 пара (14 АО ПЗ им. А. Чапчаева – 15 пар (10 %) и 9 пар (6 %), ООО «Агробизнес» – 8 пар (5 %) и 7 пар (5 %) соответственно.

Подбор родительских пар с индексом антигенного сходства 0,31–0,60 позволяет получить бычков с наибольшей живой массой.

Из показателей, характеризующих разницу между бычками, имеющими разный индекс генетического сходства, следует, что надо отдавать предпочтение по живой массе в возрасте 15 месяцев, так как основная реализация идет по живой массе в этом возрасте. Разница по живой массе бычков в возрасте 15 месяцев с индексом 0,31–0,60 достоверна и может служить критерием отбора.

Применение подбора с использованием индекса антигенного сходства родителей является одним из резервов повышения продуктивности скота калмыцкой породы.

Ключевые слова: калмыцкий скот, антигены, индекс антигенного сходства, продуктивность, среднесуточный прирост, отбор, подбор.

Modern breeding is necessary to preserve and improve the genetic potential of animals. To date, immunogenetic studies are effectively used in animal husbandry in the Republic of Kalmykia. When choosing breeding methods, it is necessary to take into account genetic compatibility, since it affects not only fertilization, but also the presence of embryonic mortality, abortions, the number of stillbirths, complications after calving and the safety of calves in the first months of life.

The aim was to identify the most effective method of selection, taking into account the index of genetic similarity. Blood samples of Kalmyk cattle were the material for laboratory studies. The identification of the most effective method of selection, taking into account the index of genetic similarity, revealed the smallest number of parent pairs in the low (0.0–0.30) and high (0.61–0.90) indices of antigenic similarity and amounted to: LLC «Agrofirma Aduchi» – 24 pairs (16 %) and 48 pairs (32 %), JSC «Sarpa» – 17 pairs (11 %) and 21 pairs (14 JSC Breeding Plant A. Chapchaev – 15 pairs (10 %) and 9 pairs (6 %), LLC «Agribusiness» – 8 pairs (5 %) and 7 pairs (5 %), respectively.

When selecting parent pairs with an antigenic similarity index of 0.31–0.60, it allows you to get bulls with the highest live weight.

Of the indicators characterizing the difference between bulls having a different index of genetic similarity, preference should be given by live weight at the age of 15 months, since the main implementation is by live weight at this age. The difference in the live weight of bulls at 15 months of age with an index of 0.31–0.60 is reliable and can serve as a selection criterion.

Key words: Kalmyk cattle, antigens, antigenic similarity index, productivity, average daily growth, selection, selection.

Моисейкина Людмила Гучаевна –
доктор биологических наук, профессор кафедры
биотехнологии и животноводства
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б. Б. Городовикова»
г. Элиста
РИНЦ SPIN-код: 2722-8980
Тел.: 8-905-409-07-84
E-mail: turdumatovbm@mail.ru

Чимидова Надежда Васильевна –
кандидат биологических наук, старший
преподаватель кафедры биотехнологии
и животноводства
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б. Б. Городовикова»
г. Элиста
РИНЦ SPIN-код: 3221-7432
Тел.: 8-937-462-01-11
E-mail: nadezhdashchimidova@yandex.ru

Moiseikina Ludmila Guchaevna –
Doctor of Biological Sciences, Professor
of the Department of Biotechnology and Animal Husbandry
FSBEI HE «Kalmyk State University
named after B. B. Gorodovikov»
Elista
RSCI SPIN-code: 2722-8980
Tel.: 8-905-409-07-84
E-mail: turdumatovbm@mail.ru

Chimidova Nadezhda Vasilievna –
Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer
of the Department of Biotechnology
and Animal Husbandry
FSBEI HE «Kalmyk State University
named after B. B. Gorodovikov»
Elista
RSCI SPIN-code: 3221-7432
Tel.: 8-937-462-01-11
E-mail: nadezhdashchimidova@yandex.ru

Убушиева Алтана Вадимовна –

ассистент кафедры биотехнологии
и животноводства
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б. Б. Городовикова»
г. Элиста
РИНЦ SPIN-код: 7219-0185
Тел.: 8-999-670-14-48
E-mail: ameli-altanas@mail.ru

Сангаджиев Роман Дааваевич –

ассистент кафедры биотехнологии
и животноводства
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б. Б. Городовикова»
г. Элиста
РИНЦ SPIN-код: 4738-3212
Тел.: 8-937-468-81-11
E-mail: romich312@mail.ru

Кугультинова Деляш Анатольевна –

ассистент кафедры технологий производства
и переработки сельскохозяйственной продукции
ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
им. Б. Б. Городовикова»
г. Элиста
Тел.: 8-961-842-33-84
E-mail: hulha4eva2012@yandex.ru

Ubushieva Altana Vadimovna –

Assistant of the Department of Biotechnology
and Animal Husbandry
FSBEI HE «Kalmyk State University
named after B. B. Gorodovikov»
Elista
RSCI SPIN-code: 7219-0185
Tel.: 8-999-670-14-48
E-mail: ameli-altanas@mail.ru

Sangadzhiev Roman Daavaevich –

Assistant of the Department of Biotechnology
and Animal Husbandry
FSBEI HE «Kalmyk State University
named after B. B. Gorodovikov»
Elista
RSCI SPIN-code: 4738-3212
Tel.: 8-937-468-81-11
E-mail: romich312@mail.ru

Kugultinova Delyash Anatolyevna –

Assistant of the Departments of Technologies
of Production and Processing of Agricultural Products
FSBEI HE «Kalmyk State University
named after B. B. Gorodovikov»
Elista
Tel.: 8-961-842-33-84
E-mail: hulha4eva2012@yandex.ru

Калмыцкий скот является брендом Республики Калмыкия, и основная продукция животноводства основана на производстве мраморной говядины [1]. Калмыцкая порода является единственной отечественной породой, численность которой в России составляет более 50 % от мясного поголовья [2].

Проблемам разведения калмыцкого скота посвящен ряд работ В. Э. Баринова [3], И. Ф. Горлова и др. [4], Ф. Г. Каюмова [5], значительное место отведено подбору в работах А. К. Натырова [6], Л. Г. Моисейкиной [7].

В последние годы значительную роль играют иммуногенетические исследования, в частности индексы антигенного сходства.

При выборе методов разведения необходимо учитывать генетическую совместимость, так как она влияет не только на оплодотворяемость, но и на наличие эмбриональной смертности, аборт, количество мертворожденных, осложнения после отелов и сохранность телят в первые месяцы жизни [8].

Высокий индекс генетического сходства указывает на незначительное разнообразие, а низкий – на значительное генотипическое разнообразие.

При низком генетическом сходстве животных наблюдается эффект гетерозиса. Доказано, если родители отличаются большим разнообразным набором в крови антигенов, то увеличивается выживаемость приплода [9].

Согласно данным исследований выявлено, что независимо от внутривидовых типов наибольшее количество вариантов родительских пар находилось в пределах от 0,21 до 0,60.

Целью исследования было выявление наиболее эффективного способа подбора с учетом индекса генетического сходства.

Группы крови определялись в сертифицированной лаборатории РНПЦ по воспроизводству сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «КалмГУ им. Б. Б. Городовикова» по 30 антигенам по общепринятой методике. Исследования проводились в четырех племенных заводах: ООО «Агрофирма Адучи», АО «Сарпа», АО ПЗ им. А. Чапчаева, ООО «Агробизнес».

Индекс антигенного сходства родителей (ИАС) рассчитывали по следующей формуле:

$$a = \frac{S}{n1 + n2 - S},$$

где S – число сходных антигенов у быков и коров;

n1 – число выявленных антигенов у быков;

n2 – число выявленных антигенов у коров.

Животные были распределены по индексу антигенного сходства родителей на группы 0–30; 0,31–0,60; 0,61–1,00. Каждая группа взвешивалась в возрасте 205 дней, 12 месяцев, 15 месяцев; по результатам был рассчитан среднесуточный прирост в разные возрастные периоды. Нами был сделан анализ подбора с использованием групп крови в четырех племенных заводах Республики Калмыкия. По данным иммуногенетического анализа групп крови быков и коров выявлены индексы антигенного сходства в пределах от 0 до 1 (рис.).

Анализ распределения возможных вариантов родительских пар выявил, что максимальное количество вариантов находилось в пределах 0,31–0,60 и составило: у родителей в варианте подбора ООО «Агрофирма Адучи» – 102 пары (68 %), АО «Сарпа» – 112 пар (75 %), АО ПЗ им. А. Чапчаева – 126 пар (84 %), ООО «Агробизнес» – 135 пар (90 %).

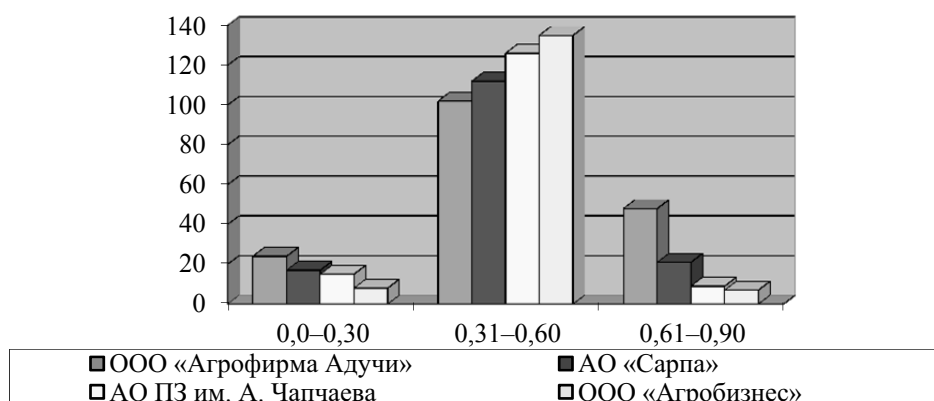


Рисунок – Варианты родительских пар в зависимости от величины ИАС

Значительно меньшее количество родительских пар наблюдается в низких (0,0–0,30) и высоких (0,61–0,90) индексах антигенного сходства: ООО «Агрофирма Адучи» – 24 пары (16 %) и 48 пар (32 %); АО «Сарпа» – 17 (11 %) и 21 пара (14 %); АО ПЗ им. А. Чапчаева – 15 (10 %) и 9 пар

(6 %); ООО «Агробизнес» – 8 (5 %) и 7 пар (5 %) соответственно.

По полученным данным было изучено влияние величины индекса генетического сходства родительских пар на живую массу потомства (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика живой массы бычков, полученных от родительских пар с разным индексом генетического сходства

Величина индекса	Живая масса, кг			
	n	205 дней	12 мес.	15 мес.
ООО «Агрофирма Адучи»				
0,0–0,30	12	188,1±5,2	308,1±5,2	358,3±6,1
0,31–0,60	48	201,8±6,3	325,1±6,3 [*]	380,5±6,8 [*]
0,61–0,90	20	187,6±4,2	306,9±4,2	359,8±4,6
Итого	80	196,2±5,5	318,0±5,5	372,0±6,1
АО «Сарпа»				
0,0–0,30	6	180,6±5,2	299,2±4,7	385,0±5,8
0,31–0,60	53	203,1±6,3 ^{xx}	319,3±4,3 ^{xx}	404,1±6,2 [*]
0,61–0,90	23	180,1±4,2	298,5±4,9	384,5±5,1
Итого	82	195±5,5	312±4,5	397,2±5,9
АО ПЗ им. А Чапчаева				
0,0–0,30	17	176,2±5,2	293,7±5,3	357,4±5,4
0,31–0,60	57	191,2±6,3 [*]	314,2±5,1 ^{xx}	375,2±5,7 [*]
0,61–0,90	7	175,1±4,2	292,9±4,7	357,9±5,1
Итого	81	185,1±5,5	308,0±5,1	370±5,6
ООО «Агробизнес»				
0,0–0,30	6	184,6±5,2	305,1±5,2	363,3±5,3
0,31–0,60	60	210,3±6,3 ^{xxx}	334,2±4,5 ^{xxx}	392,1±5,4 ^{xxx}
0,61–0,90	20	186,9±4,2	307,6±4,3	364,2±4,6
Итого	86	201±5,5	322±4,5	380±5,2

Примечание: ^{*} – P>0,95; ^{xx} – P>0,99; ^{xxx} – P>0,999.

Сравнительный анализ живой массы бычков в возрасте 205 дней, 12 мес. и 15 мес. показал, что продуктивные качества животных зависят от индекса генетического сходства родителей.

Наибольшая живая масса выявлена у бычков, полученных от родителей с индексом антигенного сходства 0,31–0,60, разница между потомками с индексом 0,0–0,30 и 0,61–0,90 составила в возрасте 205 дней в ООО «Агро-

фирма Адучи» 13,7 и 14,2 кг, АО «Сарпа» – 22,5 и 23 кг (P>0,99), АО ПЗ им. А. Чапчаева – 15 и 16,1 кг (P>0,95) и ООО «Агробизнес» – 25,7 и 23,4 кг (P>0,999). В возрасте 12 месяцев разница по живой массе составила: в ООО «Агрофирма Адучи» – 17 и 18,2 кг (P>0,95), АО «Сарпа» – 20,1 и 20,8 кг (P>0,99), АО ПЗ им. А. Чапчаева – 20,5 и 21,3 кг (P>0,99) и ООО «Агробизнес» – 29,1 и 26,6 кг (P>0,999). В 15 месяцев эти показатели со-

ставили в ООО «Агрофирма Адучи» – 22,2 и 20,7 кг ($P>0,95$), АО «Сарпа» – 19,1 и 19,6 кг ($P>0,95$), АО ПЗ им. А. Чапчаева – 17,8 и 17,3 кг ($P>0,95$) и ООО «Агробизнес» – 28,8 и 27,2 кг ($P>0,999$).

В целом анализ живой массы показал, что животные ООО «Агробизнес» имели наибольшую разницу по распределению с учетом индекса генетического сходства родителей ($P>0,999$). Бычки АО «Сарпа» в возрасте 15 мес. имели самую большую живую массу, однако разница между потомками от родителей с раз-

ным индексом генетического сходства хоть и была достоверной, но значительно меньше, чем в ООО «Агробизнес».

Таким образом, можно сделать вывод, что подбор родительских пар с индексом антигенного сходства 0,31–0,60 позволяет получить бычков с наибольшей живой массой.

По результатам взвешивания были высчитаны среднесуточные приросты бычков, полученных от разных вариантов спаривания (табл. 2).

Таблица 2 – Среднесуточные приросты бычков с разным индексом генетического сходства

Величина индекса	ООО «Агрофирма Адучи»			АО «Сарпа»			АО ПЗ им. А. Чапчаева			ООО «Агробизнес»		
	0–8 мес.	0–15 мес.	8–15 мес.	0–8 мес.	0–15 мес.	8–15 мес.	0–8 мес.	0–15 мес.	8–15 мес.	0–8 мес.	0–15 мес.	8–15 мес.
0,0–0,30	679	740	809	646	800	976	629	716	789	662	809	852
0,31–0,60	733	789	841	742	842	957	692	778	862	671	841	867
0,61–0,90	675	744	819	646	799	971	627	715	790	665	819	866

Анализ среднесуточных приростов бычков, полученных от родителей с разным индексом генетического сходства, выявил существенное преимущество молодняка с индексом антигенного сходства (ИАС) в диапазоне 0,31–0,60.

Анализ данных показал, что среднесуточный прирост живой массы различается как по периодам роста, так и хозяйствам. Так, наивысшими были показатели бычков от отбивки до 15-мес. возраста – от 976 до 789 г. Самые низкие показатели были в период от рождения до отбивки – 627–742 г.

Самый высокий прирост от отбивки до 15 мес. показали бычки АО «Сарпа» – 957–976 г, самый низкий имели бычки АО ПЗ им. А. Чапчаева – 789–862 г.

Распределение среднесуточных приростов в разрезе индексов генетического сходства выявило некоторые противоречия. Так, у бычков с индексом 0,31–0,60 в АО «Сарпа» среднесуточный прирост был несколько ниже, чем у сверстников с более низким и более высоким индексом. У остальных групп сохранилась тенденция к более высоким показателям у бычков со средним индексом генетического сходства. Наибольшую разницу показали бычки АО ПЗ им. А. Чапчаева (72–73 г), наименьшую – бычки ООО «Агробизнес» (1–15 г).

Таким образом, мы делаем вывод, что из показателей, характеризующих разницу между бычками, имеющими разный индекс генетического сходства, следует отдавать предпочтение по живой массе в возрасте 15 мес., так как основная реализация идет по живой массе в

этом возрасте. Разница по живой массе бычков в 15-мес. возрасте с индексом 0,31–0,60 достоверна и может служить критерием отбора.

Выявление наиболее эффективного способа подбора с учетом индекса генетического сходства показало наименьшее количество родительских пар в низких (0,0–0,30) и высоких (0,61–0,90) индексах антигенного сходства и составило: ООО «Агрофирма Адучи» – 24 (16 %) и 48 пар (32 %), АО «Сарпа» – 17 (11 %) и 21 пара (14 %), АО ПЗ им. А. Чапчаева – 15 (10 %) и 9 пар (6 %), ООО «Агробизнес» – 8 (5 %) и 7 пар (5 %) соответственно.

Подбор родительских пар с индексом антигенного сходства 0,31–0,60 позволяет получить бычков с наибольшей живой массой.

Из показателей, характеризующих разницу между бычками, имеющими разный индекс генетического сходства, следует, что надо отдавать предпочтение по живой массе бычкам в возрасте 15 месяцев, так как основная реализация идет по живой массе в этом возрасте. Разница по живой массе бычков в 15-мес. возрасте с индексом 0,31–0,60 достоверна и может служить критерием отбора.

В результате проведенных исследований были получены результаты, которые позволяют утверждать, что наиболее предпочтительными являются животные, полученные от родителей с индексом генетического сходства 0,31–0,60. Применение подбора с использованием индекса антигенного сходства родителей является одним из резервов повышения продуктивности скота калмыцкой породы.

Литература

- Аджаев В. И. Калмыцкая порода мясного скота // Вестник мясного скотоводства. Оренбург. 2010. № 63 (3). С. 24–34.
- Амерханов Х. А. Нормы оценки племенных качеств крупного рогатого скота мяс-

References

- Adjaev V. I. Kalmyk breed of beef cattle // Bulletin of beef cattle breeding. Orenburg. 2010. № 63 (3). P. 24–34.
- Amerkhanov H. A. Norms for assessing the breeding qualities of cattle of the meat

- ного направления продуктивности. Москва, 2010. 32 с.
3. Повышение племенных качеств калмыцкого скота на основе эффективности использования выдающихся быков-производителей в естественной случке / В. Э. Баринов, Н. В. Манджиев, Ф. Г. Каюмов и др. // Вестник мясного скотоводства. Оренбург. 2017. № 4 (100). С. 48–56.
 4. Горлов И. Ф., Ранделин Д. А., Натиров А. К. Эффективность выращивания на мясо бычков специализированных мясных пород // Вестник Калмыцкого университета. 2013. № 3 (19). С. 14–20.
 5. Повышение мясной продуктивности и качества мяса калмыцкой породы методом вводного скрещивания / Ф. Г. Каюмов, А. В. Кудашева, Н. А. Калашников, Т. М. Сидихов // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1 (89). С. 38–44.
 6. Оценка эффективности отрасли специализированного мясного скотоводства в условиях Республики Калмыкия / А. К. Натиров, Б. К. Болаев, У. Э. Горяев и др. // Актуальные вопросы развития отечественного мясного скотоводства в современных условиях : материалы международной науч.-практ. конф. Орал, Республика Казахстан, 2014. С. 27–29.
 7. Современные биотехнологии маркерной селекции сельскохозяйственных животных / Л. Г. Моисейкина, Н. А. Зиновьева, П. М. Кленовицкий и др. Изд-во Калмыцкого университета, 2015. 210 с.
 8. Гридина С. Л., Шаталина О. С. Влияние подбора и степени генетического сходства родителей на воспроизводительную способность крупного рогатого скота уральского типа // Аграрный вестник Урала. 2011. № 2 (81). С. 34–35.
 9. Мурзина Т. В., Зорина И. Г. Влияние величины индекса генетического сходства родителей на продуктивность их потомства // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 1. С. 6–8.
 - direction of productivity. Moscow, 2010. 32 p.
 3. Improving the breeding qualities of Kalmyk cattle on the basis of the effectiveness of the use of outstanding bulls-producers in natural mating / V. E. Barinov, N. V. Mandzhiev, F. G. Kayumov et al. // Bulletin of meat cattle breeding. Orenburg. 2017. № 4 (100). P. 48–56.
 4. Gorlov I. F., Randelin D. A., Natyrov A. K. The efficiency of raising specialized meat breeds of bulls for meat // Bulletin of the Kalmyk University. 2013. № 3 (19). P. 14–20.
 5. Increasing meat productivity and quality of meat of the Kalmyk breed by the method of introductory crossing / F. G. Kayumov, A. V. Kudasheva, N. A. Kalashnikov, T. M. Sidikhov // Bulletin of beef cattle breeding. 2015. № 1 (89). P. 38–44.
 6. Evaluation of the effectiveness of the specialized beef cattle breeding industry in the conditions of the Republic of Kalmykia / A. K. Natyrov, B. K. Bolaev, U. E. Goryaev et al. // Topical issues of the development of domestic beef cattle breeding in modern conditions : materials of the international scientific and practical conference. Oral, Republic of Kazakhstan, 2014. P. 27–29.
 7. Modern biotechnologies of marker breeding of farm animals / L. G. Moiseikina, N. A. Zinovieva, P. M. Klenovitsky et al. Publishing house of the Kalmyk University, 2015. 210 p.
 8. Gridina S. L., Shatalina O. S. The influence of the selection and degree of genetic similarity of parents on the reproductive ability of cattle of the Ural type // Agrarian Bulletin of the Urals. 2011. № 2 (81). P. 34–35.
 9. Murzina T. V., Zorina I. G. The influence of the value of the index of genetic similarity of parents on the productivity of their offspring // Sheep, goats, wool business. 2018. № 1. P. 6–8.

Т. Г. Зеленская, А. А. Коровин, Ю. А. Безгина, С. В. Окрут, И. О. Лысенко

Zelenskaya T. G., Korovin A. A., Bezgina Ju. A., Okrut S. V., Lysenko I. O.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ КАК УСЛОВИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

NEW TECHNOLOGIES IN CROP PRODUCTION AS A CONDITION FOR ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

Начало XXI века характеризовалось резко возросшим негативным антропогенным влиянием на окружающую среду, на которое наложились не до конца изученные в плане глобальных последствий климатические, геополитические и научно-технические процессы. В настоящее время выход из ситуации видится в переходе на цифровую экономику, снижении использования углеводородного сырья в энергетике, промышленности, транспорте, роботизации производства. Однако за этими излишне оптимистичными заявлениями мало кто обращает внимание на заявления экологов и почвоведов, которые приводят данные о прогрессирующем снижении плодородия и деградации почв. Кроме того, в последние десятилетия сельскохозяйственное производство уверенно вошло в пул опасных экологических производств и активно стремится в лидеры. Применяемые в растениеводстве технологии сопровождаются прогрессивной деградацией почв, что представляет угрозу экологической и продовольственной безопасности. Систематическое применение удобрений и пестицидов постепенно приводит к снижению плодородия почв, способствует угнетению ее естественных восстановительных функций вследствие негативного воздействия на биоту. Основная причина заключается в том, что сама природа исключена из процесса самовосстановления. Современные методы повышения плодородия и очистки почв от загрязнителей весьма дорогостоящи и малоэффективны. В настоящее время контроль за антропогенным воздействием способствует замедлению процессов деградации, но не позволяет надеяться на полное восстановление окружающей среды ввиду значительного кумулятивного воздействия загрязняющих веществ. Требуется переход на экологически чистые технологии, одними из которых являются вермикомпостирование и вермиремедиация. Данные технологии просты в исполнении, отличаются высокой эффективностью в повышении урожайности и восстановлении плодородия почв.

Ключевые слова: почвы, деградация, экологическая безопасность, продовольственная безопасность, биоремедиация.

The beginning of the 21st century was characterized by a sharply increased negative anthropogenic impact on the environment, which was superimposed by climatic, geopolitical, scientific and technical processes that were not fully studied in terms of global consequences. Currently, a way out of the situation is seen in the transition to a digital economy, reducing the use of hydrocarbons in energy, industry, transport, and robotization of production. However, behind these overly optimistic statements, few people pay attention to the statements of ecologists and soil scientists who provide data on a progressive decline in soil fertility and degradation. In addition, in recent decades, agricultural production has confidently entered the pool of hazardous environmental industries and is actively striving to become a leader. The technologies used in crop production are accompanied by progressive soil degradation, which poses a threat to environmental and food security. The systematic use of fertilizers and pesticides gradually leads to a decrease in soil fertility, contributes to the inhibition of its natural restorative functions due to the negative impact on biota. The main reason is that nature itself is excluded from the process of self-healing. Modern methods of increasing fertility and cleaning soils from pollutants are very expensive and ineffective. At present, the control of anthropogenic impact helps to slow down the processes of degradation, but does not allow us to hope for a complete restoration of the environment due to the significant cumulative impact of pollutants. A transition to environmentally friendly technologies is required, one of which is vermicomposting and vermiremediation. These technologies are simple to implement, highly effective in increasing yields and restoring soil fertility.

Key words: soils, degradation, environmental safety, food security, bioremediation.

Зеленская Тамара Георгиевна –

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

Коровин Андрей Анатольевич –

доктор медицинских наук, профессор кафедры
экологии и ландшафтной архитектуры
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8999-2899
Тел.: 8(8652)71-72-50
E-mail: ak53935@rambler.ru

Zelenskaya Tamara Georgievna –

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor,
Head of the Department of ecology
and landscape architecture
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9292-9970
Tel.: 8-905-446-71-51
E-mail: tamara.zelenskaya2016@yandex.ru

Korovin Andrey Anatolievich –

Doctor of Medical Sciences,
Professor of the Department of ecology
and landscape architecture
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 8999-2899
Tel.: 8(8652)71-72-50
E-mail: ak53935@rambler.ru

Безгина Юлия Александровна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры химии и защиты растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1535-9636
Тел.: 8(8652)35-59-66
E-mail: khzr@yandex.ru

Окрут Светлана Васильевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры
экологии и ландшафтной архитектуры
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2734-6692
Тел.: 8-928-264-93-89
E-mail: s0kr@yandex.ru

Лысенко Изольда Олеговна –

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

Bezgina Juliya Aleksandrovna –

Candidate of Agricultural Sciences,
associate Professor of the Department of chemistry
and plant protection
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 1535-9636
Tel.: 8(8652)35-59-66
E-mail: khzr@yandex.ru

Okrut Svetlana Vasilievna –

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department of ecology
and landscape architecture
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 2734-6692
Tel.: 8-928-264-93-89
E-mail: s0kr@yandex.ru

Lysenko Izolda Olegovna –

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

Длительное бесконтрольное использование экологически небезопасных технологий производства и потребления на рубеже XXI века привело к значительному загрязнению атмосферы, поверхностных водных объектов и почв [1, 2], что негативно сказалось на продовольственной безопасности не только развивающихся, но и промышленно развитых стран мира.

Из хозяйственного оборота выведены значительные территории, загрязненные нефтепродуктами и тяжелыми металлами [3]. Бесконтрольное применение удобрений и ядохимикатов в погоне за сиюминутной выгодой не только привело к снижению плодородия почв, но и способствовало угнетению ее естественных восстановительных функций вследствие негативного воздействия на биоту [4]. Как показала практика, применяемые методы повышения плодородия и очистки почв от загрязнителей весьма дорогостоящи и малоэффективны [5]. Человечество неуклонно движется к глобальному экологическому кризису, одним из признаков которого является истощение плодородия почв, что неуклонно приведет к острой нехватке экологически чистых продуктов питания, а возможно, и к голоду в планетарном масштабе. Повсеместно учеными фиксируется деградация почв, при этом восстановительные технологии, основанные на внесении минеральных и органических удобрений, не в состоянии переломить негативную динамику.

Настало время пересмотреть взгляды по данному вопросу и признать в качестве основного метода восстановления плодородия и очистки почв способы, основанные на применении биотехнологий, показавших хорошие результаты в

условиях экспериментов [6–8], но не могущие пробиться в широкое сельхозпроизводство, так как это приведет к нарушению сложившейся многомиллиардной бизнес-системы.

Причина сложившейся ситуации заключается в том, что сама природа, ее мощный восстановительный потенциал нередко исключены из технологии возрождения, а именно – из круговорота минеральных и органических веществ. Отсюда следует наиболее значимая задача, стоящая перед человечеством, – сохранение биоразнообразия в максимально возможном состоянии, что предполагает необходимость учета воздействия на биоту при любых планируемых и реализованных проектах. Вместе с тем исторически сложившиеся биогеоценозы дают человеку подсказки и возможности для предотвращения нежелательных биохимических процессов как на отдельных территориях, так и в глобальном масштабе. Там, где в результате необдуманных антропогенных воздействий произошла деградация окружающей среды, при грамотном и последовательном управлении природными процессами можно добиться восстановления состояния окружающей среды, возродить ранее обитавшие на этой территории виды животных и растений.

В настоящее время проблема биологического выживания человечества стоит как никогда остро. И причиной тому является не только угроза термоядерной войны. Нет единого мнения об изменениях климата на планете и их последствиях. Осознание близости экологической катастрофы заставляет ученых активно разрабатывать, а практиков – внедрять природоохранные технологии, но действующая экономическая модель капиталистического общества, которое толерантно называют «ин-

дустриальное», активно этому препятствует. Поэтому вопросы реальной адаптации общества к изменениям, как уже наблюдаемым, так и предполагаемым в будущем, становятся все более актуальными.

Проблемы экологической и продовольственной безопасности стоят не только перед развивающимися странами. Резкий прирост народонаселения в развитых странах за счет притока мигрантов при уменьшающемся потенциале природных ресурсов требует скорейших изменений технологического уклада и пересмотра действующей экономической парадигмы, которая, безусловно, устарела. Это способствует все возрастающему напряжению социальной обстановки в мире, в том числе России, заставляет искать пути выхода и также требует ясной политики в области развития сельских территорий, совершенствования инфраструктуры и агробизнеса.

Использование почвы для производства продуктов земледелия имеет важное значение. Развитие процессов деградации почвы может быть результатом воздействия природных или антропогенных факторов. К природным факторам, которые могут привести к деградации почвы, можно отнести особенности рельефа, климатические факторы (воздействие ветра, температуры, осадков). К антропогенным факторам развития деградации почв чаще всего относят промышленную и хозяйственную застройку, разработку карьеров, интенсивный выгул скота, чрезмерное орошение.

В результате таких процессов, как выщелачивание и природная эрозия, почвенный покров с течением времени развивается и видоизменяется естественным образом. В областях с ненарушенной естественной растительностью такие изменения, как правило, происходят очень медленно и оказывают небольшое воздействие на способность почвы поддерживать продуктивность.

Однако естественные процессы могут ускоряться на территориях, используемых человеком для сельскохозяйственных целей, вызывая серьезные изменения биологических, химических и физических свойств почвы. Сельское хозяйство напрямую связано с использованием природных ресурсов. Интенсивное развитие сельского хозяйства оказывает влияние на окружающую среду, которое проявляется в виде отрицательных экстерналий, т. е. действует по принципу бумеранга).

Из многочисленных видов загрязнителей почв остановимся на следующих загрязнителях, антропогенная и техногенная природа которых общепризнана. Это нефть и нефтепродукты, тяжелые металлы, пестициды, гербициды, иные ядохимикаты сельскохозяйственного назначения и их производные, образующиеся в результате деятельности, временного, климатического и биоорганического распада.

Основные почвенные процессы, такие как минерализация и дыхательная активность, за-

медляются в почве, загрязненной углеводородами. Кроме того, подавляются процессы азотфиксации и нитрификации, снижается способность почвы к самоочищению и самовосстановлению, снижается ее биологическая ценность, флора и фауна поврежденной территории обеднены в результате загрязнения почвы нефтепродуктами.

Для аграрного сектора экономики России наиболее значимы следующие направления использования «зеленых» технологий.

Во-первых, это восстановление плодородия почв – главного богатства и основы экономической и продовольственной безопасности. Применяемые в настоящее время замещающие технологии основаны на массовом внесении в почвы удобрений, пестицидов и других агрохимикатов искусственного происхождения, которые зачастую чужды как объектам почвенных биогеоценозов, так и конечным потребителям, прежде всего человеку. Временный эффект повышения урожайности сопровождается деградацией почв и снижением естественного потенциала возрождения плодородия. Разработанные и используемые для восстановления плодородия почв препараты широкого спектра действия, содержащие микрофлору (микробиологические концентраты серии ЭМ (эффективные микроорганизмы) – Байкал-ЭМ-1, Тамир и другие, не получили широкого применения по причине высокой стоимости. При этом необходимо учесть, что в почве микроорганизмы образуют сложный биоценоз.

Вторым важным фактором является загрязнение окружающей среды отходами сельхозпроизводства растительного и животного происхождения, притом что данные виды отходов могут выступать ценнейшим сырьем.

Третьим пунктом выступает необходимость в условиях импортозамещения существенного снижения себестоимости мясомолочной продукции при увеличении общего объема производства. Использование технологий животноводства, основанных на стойловом содержании в условиях континентального климата России, требует значительных средств на отопление животноводческих комплексов. Также требуются специализированные корма для быстрой прибавки массы. Все это приводит к значительному увеличению себестоимости продукции.

Вместе с тем широко известны технологии, позволяющие не только решить вышеуказанные проблемы, но и получить существенную экономическую выгоду. К ним относятся вермикомпостирование, вермиремедиация и другие, основанные на использовании дождевых червей и насекомых в качестве основы производственного процесса [4, 6, 7].

Биогумус (вермикомпост), вырабатываемый червями из биомассы растительного и животного происхождения, является отличным органическим удобрением, способствующим повышению урожайности и восстановлению плодородия почв. Вермиремедиация, в кото-

рой для восстановления органически и химически загрязненных почв используют дождевых червей, может быть охарактеризована как экологически чистая и эффективная [4, 6]. Дождевые черви являются оптимальным вариантом, так как в результате жизнедеятельности обеспечивают аэрацию, разрыхление субстрата, выделяют биологически активные вещества, способствующие эффективной работе микроорганизмов. Данный симбиоз благоприятствует выживанию обоих видов, что способствует воссозданию биоценозов с относительно стабильным видовым составом, устойчивым к различным видам загрязнения почв.

Мудрая природа разделила живые организмы по приоритетам. Так, червям отведена роль переработки перепревшего навоза. Кроме этого, черви и отдельные виды насекомых могут выступать сырьем для переработки в корма и кормовые добавки, ведь в их мясе содержится значительно больше легко усваиваемого белка, чем в говядине, свинине и мясе птицы. А саранча, на борьбу с которой ежегодно выделяются значительные средства, помимо этого, содержит ценный хитин.

Ведение бизнеса по производству биогумуса и биомассы из червей и насекомых не требует дорогостоящего оборудования и расходных

материалов. Обилие сырья и неограниченные потребности рынка делают бизнес высокорентабельным и долгосрочно стабильным.

Таким образом, разработка новой экологической парадигмы является следствием неадекватного антропогенного воздействия на окружающую среду. Современные технологии ведут человечество к краху. Только решительный поворот в сторону природоохранных технологий, и в первую очередь биотехнологий, основанных на законах природы и использующих весь потенциал биологической адаптации и трансформации, позволит придать социально-экономическому развитию общества вектор на сохранение и преумножение материальных благ без ущерба для окружающей среды.

Внедрение «зеленых технологий» сопровождается заменой экологической парадигмы, которая заключается в изменении основного принципа производства и жизнедеятельности человека: от «взять от природы» на «совместно с природой» [9]. Естественно, данный переход осуществляется тяжело, так как требует не только ломки технологического уклада, но и самого сознания человека, который внезапно из «покорителя природы» ощутил себя органической частью, вынужденной для выживания подчиниться фундаментальным законам.

Литература

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 256 с.
2. Химико-экологическое качество воды и донных отложений реки Валуй Белгородской области / Т. В. Олива, Л. А. Манокхина, Е. Ю. Колесниченко и др. // Успехи современного естествознания. 2020. № 12. С. 145–150.
3. Нефтезагрязнение почв как одно из наиболее распространенных явлений техногенного воздействия на окружающую среду / С. Х. Лифшиц, Ю. С. Глязнецова, О. Н. Чалая, И. Н. Зуева // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования : материалы XI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному Дню Земли и 100-летию заповедной системы России. 2016. С. 58–60.
4. Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction / D. Garcia-Segura, I. M. Castillo-Murrieta, F. Martinez-Rabelo et al. // Geoderma. 2018. P. 180–189.
5. Slyusarevsky A. V., Zinnatshina L. V., Vasilyeva G. K. Comparative environmental and economic analysis of methods for the remediation of oil-contaminated soils by in situ bioremediation and mechanical soil replacement // Ecology and Industry of Russia. 2018. № 22(11). P. 40–45.

References

1. On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2020: State report. Moscow : Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2021. 256 p.
2. Chemical-ecological quality of water and bottom sediments of the Valuy River in the Belgorod Region / T. V. Oliva, L. A. Manokhina, E. Yu. Kolesnichenko et al. // Successes of Modern Natural Science. 2020. № 12. P. 145–150.
3. Oil pollution of soils as one of the most widespread phenomena of technogenic impact on the environment / S. Kh. Lifshits, Yu. S. Glyaznetsova, O. N. Chalaya, I. N. Zueva // Geography and geoecology in the service of science and innovative education : materials of the XI International scientific-practical conference dedicated to the World Earth Day and the 100th anniversary of the Russian nature reserve system. 2016. P. 58–60.
4. Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction / D. Garcia-Segura, I. M. Castillo-Murrieta, F. Martinez-Rabelo et al. // Geoderma. 2018. P. 180–189.
5. Slyusarevsky A. V., Zinnatshina L. V., Vasilyeva G. K. Comparative environmental and economic analysis of methods for the remediation of oil-contaminated soils by in situ bioremediation and mechanical soil replacement // Ecology and Industry of Russia. 2018. № 22(11). P. 40–45.

6. Bioremediation, biostimulation, and bioaugmentation: a review / G. O. Adams, P. T. Fufeyin, S. E. Okoro, I. Ehinomen // Environ Bioremediation Biodegrad. 2015. № 3. P. 28–39.
7. Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture / S. A. Bhat, S. Singh, J. Singh et al. // Bioresour. Technol. 2018. № 252. P. 172–179.
8. Korelskiy D. S., Strizhenok A. V., Ismailova D. V. Development and justification of the method of biotechnological reclaiming of oil-contaminated land // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2020. № 15(3). P. 342–353.
9. Сажин Ю. Б. О новой экономической парадигме и не только // Контроллинг. 2020. № 3 (77). С. 24–33.
6. Bioremediation, biostimulation, and bioaugmentation: a review / G. O. Adams, P. T. Fufeyin, S. E. Okoro, I. Ehinomen // Environ Bioremediation Biodegrad. 2015. № 3. P. 28–39.
7. Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture / S. A. Bhat, S. Singh, J. Singh et al. // Bioresour. Technol. 2018. № 252. P. 172–179.
8. Korelskiy D. S., Strizhenok A. V., Ismailova D. V. Development and justification of the method of biotechnological reclaiming of oil-contaminated land // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2020. № 15(3). P. 342–353.
9. Sazhin Yu. B. About the new economic paradigm and not only // Controlling. 2020. № 3 (77). P. 24–33.

УДК 631.82:633.15:631.559(470.62/.67)

**А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, Е. В. Голосной, С. А. Коростылев,
А. И. Подколзин****Ozheredova A. Yu., Esaulko A. N., Golosnoy E. V., Korostylev S. A., Podkolzin A. I.**

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ФОСФОРА, КАЛИЯ И СЕРЫ В ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS ON THE DYNAMICS OF THE CONTENT OF MOBILE FORMS OF PHOSPHORUS, POTASSIUM AND SULFUR IN LEACHED CHERNOZEM AND CORN PRODUCTIVITY IN THE CONDITIONS OF UNSTABLE HUMIDIFICATION ZONE OF THE CENTRAL CAUCASUS

Представлены материалы по влиянию различных форм минеральных удобрений, выпускаемых компанией «ФосАгро», на динамику содержания в 0–20 см слое чернозема выщелоченного подвижных форм фосфора, калия, серы и урожайность кукурузы на зерно в 2020–2021 гг.

В ходе проведения исследований было установлено, что все изучаемые в опыте минеральные удобрения по сравнению с контрольным вариантом способствовали увеличению агрохимических показателей почвенного плодородия, таких как: подвижный фосфор – на 3,6–5,3 мг/кг, подвижный калий – на 1–16 мг/кг и подвижная сера – на 0,3–0,7 мг/кг. Установлена прямая зависимость между уровнем агрохимических показателей и урожайностью кукурузы на зерно, в зависимости от марки применяемых удобрений прибавка составила 1,25–2,3 т/га.

Максимальное содержание подвижного фосфора в среднем за два года исследований на черноземе выщелоченном было отмечено на варианте с внесением APALQUA NP 11:37 (N_9P_{30}) – 32,1 мг/кг, подвижного калия – APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) $N_{30}P_{30}K_{30}(S_{20})$ – 258 мг/кг, подвижной серы – APAVIVA NP(S) 16:20(12) $N_{24}P_{30}(S_{18})$ и APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) $N_{30}P_{30}K_{30}(S_{20})$ – 7,3 мг/кг. В среднем за два года проведения исследований максимальную урожайность кукурузы на зерно удалось получить при внесении сульфаммофоса марки APAVIVA NP(S) 16:20(12) – 5,04 т/га.

Ключевые слова: минеральные удобрения, чернозем выщелоченный, кукуруза на зерно, марка, содержание подвижных форм фосфора, серы, калия, урожайность.

The article presents materials on the influence of various forms of mineral fertilizers produced by PhosAgro on the dynamics of the content of mobile forms of phosphorus, potassium, sulfur in a 0–20 cm layer of leached chernozem and the yield of corn for grain in 2020–2021.

During the research, it was found that all the mineral fertilizers studied in the experiment, compared with the control variant, contributed to an increase in agrochemical indicators of soil fertility, such as: mobile phosphorus – by 3.6–5.3 mg/kg, mobile potassium – by 1–16 mg/kg and mobile sulfur – by 0.3–0.7 mg/kg. The direct relationship between the level of agrochemical indicators and the yield of corn for grain, depending on the brand of fertilizers used, the increase was 1.25–2.3 t/ha.

The maximum content of mobile phosphorus on average for two years of research on leached chernozem was canceled on the variant with the addition of APALQUA NP 11:37 (N_9P_{30}) – 32.1 mg/kg, mobile potassium – APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) $N_{30}P_{30}K_{30}(S_{20})$ – 258 mg/kg, mobile sulfur – APAVIVA NP(S) 16:20(12) $N_{24}P_{30}(S_{18})$ and APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) $N_{30}P_{30}K_{30}(S_{20})$ – 7.3 mg/kg. On average, over two years of research, the maximum yield of corn for grain was obtained by applying sulfoammophos of the APAVIVA NP(S) brand 16:20(12) – 5.04 t/ha.

Key words: mineral fertilizers, leached chernozem, corn for grain, grade, content of mobile forms of phosphorus, sulfur, potassium, yield.

Ожередова Алена Юрьевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»

г. Ставрополь

РИНЦ SPIN-код: 3968-8440

Тел.: 8-968-266-06-25

E-mail: alena.gurueva@mail.ru

Ozheredova Alena Yurevna –

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of agrochemistry
and plant physiology

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol

RSCI SPIN-code: 3968-8440

Tel.: 8-968-266-06-25

E-mail: alena.gurueva@mail.ru

Есаулко Александр Николаевич –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
РАН, декан факультета агробиологии и земельных
ресурсов и факультета экологии и ландшафтной
архитектуры, профессор кафедры агрохимии
и физиологии растений

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»

г. Ставрополь

Esaulko Aleksandr Nikolaevich –

Doctor of Agricultural Sciences,
Professor of the RAS, Dean of the Faculty
of agrobiology and land resources and the Faculty
of ecology and landscape architecture,
Professor of Department of agrochemistry
and plant physiology

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol

РИНЦ SPIN-код: 5497-6339
Тел.: 8-962-400-41-95
E-mail: aesaulko@yandex.ru

Голосной Евгений Валерьевич –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
заведующий кафедрой агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9886-2593
Тел.: 8-962-456-24-86
E-mail: golosnoi@mail.ru

Коростылев Сергей Александрович –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7724-0126
Тел.: 8-906-462-16-92
E-mail: korostylev16@mail.ru

Подколзин Анатолий Иванович –

доктор биологических наук, профессор кафедры
агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2101-8968
Тел.: 8-962-449-56-57
E-mail: podkolzin-17@mail.ru

RSCI SPIN-code: 5497-6339
Tel.: 8-962-400-41-95
E-mail: aesaulko@yandex.ru

Golosnoy Evgeny Valeryevich –

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Head of the Department
of agrochemistry and plant physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9886-2593
Tel.: 8-962-456-24-86
E-mail: golosnoi@mail.ru

Korostylev Sergey Alexandrovich –

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of agrochemistry
and plant physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7724-0126
Tel.: 8-906-462-16-92
E-mail: korostylev16@mail.ru

Podkolzin Anatoly Ivanovich –

Doctor of Biological Sciences,
Professor of the Department of agrochemistry
and plant physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 2101-8968
Tel.: 8-962-449-56-57
E-mail: podkolzin-17@mail.ru

Одной из самых ценных сельскохозяйственных культур считается кукуруза, ее можно отнести к группе как зерновых, так и кормовых, технических, лекарственных культур [1]. Посевные площади под кукурузой в России на 2021 год составили 2973 тыс. га, ее средняя урожайность достигла 4,9 т/га. Ставропольский край входит в ТОП-20 регионов по объему производства культуры. Так, здесь кукурузу выращивают на площади 137 тыс. га, а средняя урожайность составляет 5,3 т/га [2, 3].

В современных условиях ведения сельского хозяйства необходимо сокращение производственных затрат при возделывании растениеводческой продукции. Наиболее эффективным средством повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур считаются минеральные удобрения, ценовая политика на которые достаточно высока, в связи с чем возникает необходимость рационального использования минеральных удобрений для получения высокой урожайности с достаточной окупаемостью [4, 5].

Самым рациональным способом внесения минеральных удобрений под кукурузу является припосевное [6, 7]. Припосевное внесение минеральных удобрений способствует созданию оптимального режима питания растений в начальный период развития [8, 9].

С каждым годом внедряются в производство новые гибриды кукурузы, что говорит о том, что возникает необходимость дифференцированного подхода к разработке системы удобрения с учетом биологии растения, особенностей

питания на данном типе почвы, в данных климатических условиях. В связи с этим цель наших исследований заключалась в определении влияния минеральных удобрений при возделывании кукурузы на зерно на динамику содержания подвижных форм фосфора, калия, серы в черноземе выщелоченном, урожайность культуры в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

Экспериментальные исследования проводились на землепользовании опытной станции учебно-опытного хозяйства Ставропольского ГАУ в период с 2020 по 2021 год.

Почвенный покров места проведения исследований представлен черноземом выщелоченным мощным малогумусным тяжелосуглинистым. Перед закладкой опыта данные агрохимического анализа показали, что почвы имеют среднюю обеспеченность органическим веществом (5,2–5,3 %) и макроэлементами ($N-NO_3$ – 19–33 мг/кг, P_2O_5 – 29–43 мг/кг, K_2O – 250–264 мг/кг), содержание подвижной серы – среднее (6,9–7,2 мг/кг), реакция почвенного раствора нейтральная (6,1–6,5 ед.) [10]. Территория землепользования хозяйства расположена в зоне недостаточного увлажнения Ставропольского края. Среднегодовое количество осадков по многолетним данным составляет 551 мм, сумма активных температур находится в пределах 3000–3200 °С, ГТК составляет 1,1–1,3 [10].

Годы исследований кардинально отличались между собой по сумме выпавших осадков и температурному режиму. В 2020 году количество осадков составило 377,8 мм, что ока-

залось ниже среднегодовой нормы на 173,2 мм. Сумма осадков, выпавших в 2021 году (912,2 мм), превысила в 2,4 раза 2020 год и в 1,7 раза многолетнюю норму.

В годы проведения исследований температурный режим превышал среднегодовую температуру в 2020 году на 2,2 °С, в 2021 году – на 1,4 °С. Гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову в 2020 году составил 0,68, что относится по шкале к зоне сухого земледелия, а в 2021 году – 1,80, к зоне избыточного увлажнения или зоне дренажа. Оптимальными климатическими условиями для растений кукурузы за два года исследований оказались условия 2021 года со среднегодовыми показателями осадков 912,2 мм, температуры – 10,6 °С.

Опыт был заложен методом организованных повторений, площадь делянки 0,2 га, площадь опыта – 3,0 га. Повторность опыта трехкратная. Объект исследований – кукуруза на зерно гибрид SY Chorintos. Предмет исследований – минеральные удобрения. Опыт однофакторный, представлен фактором А – удобрения. Схема опыта: 1) контроль (без удобрений); 2) APALQUA NP 11:37 – 80 кг/га – N_9P_{30} ; 3) APAVIVA NP(S) 16:20(12) – 150 кг/га – $N_{24}P_{30}(S_{18})$; 4) APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) – 200 кг/га – $N_{30}P_{30}K_{30}(S_{20})$; 5) APAVIVA NP(S) 14:40(7) + Zn 1,1 – 75 кг/га $N_{11}P_{32}(S_6)$.

Гибрид кукурузы SY Chorintos (Syngenta) – ФАО 290 среднеранний. Все марки применяемых минеральных удобрений выпускаются компанией «ФосАгро». Макроудобрения применялись при посеве, за исключением ЖКУ, которое вносилось под предпосевную культивацию. Предшественником являлась озимая пшеница.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия в почве определялось по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205–

91), подвижной серы – по методу ЦИНАО (ГОСТ 26490–85). Учет урожая проводили методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур 1989 года [10–12].

Несомненно, при изучении эффективности применения фосфорсодержащих минеральных удобрений на первый план выходят результаты содержания в почве подвижного фосфора в период вегетации растений кукурузы. На вариантах с внесением минеральных удобрений по сравнению с контролем увеличивалось среднее по опыту содержание подвижного фосфора в слое почвы 0–30 см на 3,6–5,3 мг/кг. Максимальное содержание подвижного фосфора в почве обеспечило внесение жидкого комплексного удобрения марки APALQUA NP 11:37 в дозе 80 кг/га – 32,1 мг/кг, что достоверно превышало вариант с внесением комплексного универсального удобрения марки APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) в дозе 200 кг/га – на 1,7 мг/кг и несущественно варианты с внесением сульфаммофоса марки APAVIVA NP(S) 16:20(12) в дозе 150 кг/га и комплексного универсального удобрения марки APAVIVA NP(S) 14:40(7) + Zn 1,1 в дозе 75 кг/га на 0,2–0,4 мг/кг (табл. 1).

На всех вариантах опыта, где применялись минеральные удобрения, было внесено практически одинаковое количество фосфора 30–32 кг/га д.в., а вот азота использовалось от 9 до 30 кг/га в д.в., в связи с чем на вариантах с большими дозами азотных удобрений наблюдалось снижение в почве содержания подвижного фосфора за счет формирования более мощной биомассы растений кукурузы. Возможно, свою роль сыграл мезоэлемент – сера и микроэлемент цинк, которые оказали положительное влияние на биометрические показатели растений изучаемого гибрида кукурузы.

Таблица 1 – Динамика содержания подвижного фосфора (мг/кг) в слое почвы 0–30 см в посевах кукурузы в зависимости от минеральных удобрений (среднее за 2020–2021 гг.)

Удобрения, А	Сроки отбора, В				А, НСР ₀₅ = 1,17
	До посева	5–7 пар листьев	Цветение	Полная спелость	
Контроль	28,5	27,5	26,3	24,7	26,8
APALQUA NP 11:37 – N_9P_{30}	29,3	35,5	33,5	30,0	32,1
APAVIVA NP(S) 16:20(12) $N_{24}P_{30}(S_{18})$	29,4	35,6	33,1	29,3	31,9
APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10) $N_{30}P_{30}K_{30}(S_{20})$	28,5	34,3	32,0	26,6	30,4
APAVIVA NP(S) 14:40(7)+Zn 1,1 – $N_{11}P_{32}(S_6)$	29,0	36,0	33,4	28,4	31,7
В, НСР ₀₅ = 2,09	28,9	33,8	31,7	27,8	НСР ₀₅ = 2,85

Максимальное среднее содержание подвижного фосфора в почве отмечалось в фазу 5–7 пар листьев (33,8 мг/кг), так как согласно схеме опыта минеральные удобрения применялись при посеве, за исключением ЖКУ, которое было внесено под предпосевную культивацию. От фазы 5–7 пар листьев к фазе цветения и фазе полной спелости среднее по опыту со-

держание подвижного фосфора существенно снижалось на 2,1–6,0 мг/кг, что связано с потреблением его из почвы растениями кукурузы.

По сравнению с контрольным вариантом все изучаемые в опыте удобрения оказывали несущественное влияние на содержание подвижного калия в слое почвы 0–30 см, так как полученная разница 1–16 мг/кг находилась в интервале ошибки опыта.

Наибольшее содержание элемента в почве обеспечивало удобрение, содержащее в своем составе калий – АРАВИВА NPK(S) 15:15:15(10) в дозе 200 кг/га – 258 мг/кг, что оказалось недостоверно выше контроля – на 16 мг/кг и других изучаемых марок минеральных удобрений на 12–15 мг/кг (табл. 2).

Применение марки минерального удобрения АРАВИВА NP(S) 14:40(7) + Zn 1,1 в дозе 75 кг/

га несущественно по отношению к контролю повышало содержание подвижного калия на 1 мг/кг. Марки АРАЛИКУА NP 11:37 и АРАВИВА NP(S) 16:20(12) в дозе 80 кг/га и 150 кг/га также незначительно увеличивали содержание элемента (+ на 4 мг/кг).

В состав большинства минералов входит такой элемент, как калий.

Таблица 2 – Динамика содержания подвижного калия (мг/кг) в слое почвы 0–30 см в посевах кукурузы в зависимости от минеральных удобрений (среднее за 2020–2021 гг.)

Удобрения, А	Сроки отбора, В				А, НСР ₀₅ =18,2
	До посева	5–7 пар листьев	Цветение	Полная спелость	
Контроль	249	245	239	233	242
АРАЛИКУА NP 11:37 – N ₉ P ₃₀	250	251	245	237	246
АРАВИВА NP(S) 16:20(12) N ₂₄ P ₃₀ (S ₁₈)	250	252	244	237	246
АРАВИВА NPK(S) 15:15:15(10) N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (S ₂₀)	250	264	261	255	258
АРАВИВА NP(S) 14:40(7)+Zn 1,1 – N ₁₁ P ₃₂ (S ₆)	249	250	239	232	243
В, НСР ₀₅ =20,8	250	252	246	239	НСР ₀₅ =28,9

Однако валовое содержание элемента не характеризует то его количество, которое может быть усвоено растениями. Эта форма элемента определяется как калий, входящий в состав кристаллической решетки почвенных минералов, она практически недоступна растениям до разрушения этих минералов с высвобождением калия в усвояемую растениями форму – 30 кг/га в год. По-видимому, разрушение почвенных минералов усиливается на фоне удобрений и под хорошо развитой корневой системой растений кукурузы. Этому способствует попеременное увлажнение и высыхание почвы [13]. Чем и обосновывается описанное выше незначительное увеличение содержания подвижного калия по отношению к контролю.

В фазу 5–7 пар листьев отмечалось самое высокое содержание подвижного калия в 0–30 см слое почвы, далее происходило плавное недо-

стоверное его снижение на 6–13 мг/кг, что связано с его потреблением из почвы в максимальный период питания растениями кукурузы.

Изучаемые в опыте минеральные удобрения по сравнению с контролем несущественно на 0,2–0,7 мг/кг повышали в почве среднее содержание подвижной серы. Максимальное среднее содержание элемента – 7,3 мг/кг было зафиксировано при внесении марок минеральных удобрений – АРАВИВА NP(S) 16:20(12) в дозе 150 кг/га и АРАВИВА NPK(S) 15:15:15(10) в дозе 200 кг/га (табл. 3).

Среднее содержание подвижной серы в 0–30 см слое почвы от посева к фазе 5–7 пар листьев незначительно увеличивалось на 0,1 мг/кг, что связано с особенностями применения минеральных удобрений. В дальнейшем, начиная от фазы 5–7 пар листьев наблюдалось неуклонное снижение элемента в черноземе выщелоченном на 0,2–0,7 мг/кг.

Таблица 3 – Динамика содержания подвижной серы (мг/кг) в слое почвы 0–30 см в посевах кукурузы в зависимости от минеральных удобрений (среднее за 2020–2021 гг.)

Удобрения, А	Сроки отбора, В				А, НСР ₀₅ =0,72
	До посева	5–7 пар листьев	Цветение	Полная спелость	
Контроль	7,1	6,8	6,5	6,1	6,6
АРАЛИКУА NP 11:37 – N ₉ P ₃₀	7,1	6,9	6,7	6,3	6,8
АРАВИВА NP(S) 16:20(12) N ₂₄ P ₃₀ (S ₁₈)	7,2	7,5	7,3	7,1	7,3
АРАВИВА NPK(S) 15:15:15(10) N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (S ₂₀)	7,1	7,7	7,4	7,0	7,3
АРАВИВА NP(S) 14:40(7)+Zn 1,1 – N ₁₁ P ₃₂ (S ₆)	7,1	7,3	6,9	6,1	6,9
В, НСР ₀₅ =0,72	7,1	7,2	7,0	6,5	НСР ₀₅ =0,92

Снижение связано с тем, что в период максимального формирования биомассы растений кукурузы происходило наибольшее использование из почвы анализируемого мезоэлемента.

Все изучаемые марки удобрений по сравнению с контролем в годы проведения экспериментов существенно – на 1,25–2,3 т/га увеличивали урожайность зерна кукурузы (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние минеральных удобрений на урожайность кукурузы на зерно, т/га

Удобрения	Годы исследований		Средняя урожайность за 2020–2021 гг.
	2020	2021	
Контроль	2,37	3,10	2,74
APALQUA NP 11:37 – N ₉ P ₃₀	3,65	4,87	4,26
APAVIVA NP(S) 16:20(12) N ₂₄ P ₃₀ (S ₁₈)	4,31	5,76	5,04
APAVIVA NPK(S) 15:15:15(10)N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (S ₂₀)	3,78	4,67	4,23
APAVIVA NP(S) 14:40(7)+Zn 1,1 – N ₁₁ P ₃₂ (S ₆)	3,70	4,27	3,99
HCP ₀₅	0,44	0,56	0,52

В среднем за два года проведения исследований максимальную урожайность кукурузы на зерно удалось получить при внесении сульфаммофоса марки APAVIVA NP(S) 16:20(12) – 5,04 т/га.

Условия увлажнения оказали значительное влияние на эффективность изучаемых марок минеральных удобрений и, естественно, урожайность зерна кукурузы. Так, в засушливом 2020 г. минеральные удобрения относительно контроля увеличивали урожайность на 1,28–1,94 т/га, или на 54–82 %.

Самая высокая урожайность была сформирована в оптимальном по условиям увлажнения 2021 году – в среднем по опыту 4,53 т/га, что оказалось выше по сравнению с 2020 годом на 0,97 т/га, или на 27 %. Относительно контроля припосевное внесение фосфорсодержащих удобрений увеличивало урожайность зерна кукурузы на 1,17–2,66 т/га, или на 38–86 %.

Независимо от погодных условий во все годы исследований максимальную продуктив-

ность кукурузы обеспечило припосевное внесение сульфаммофоса марки APAVIVA NP(S) 16:20(12) – 150 кг/га – N₂₄P₃₀(S₁₈) – соответственно 4,31 и 5,76 т/га, что достоверно выше значений не только контроля, но и показателей урожайности всех удобренных вариантов.

Таким образом, все изучаемые в опыте марки минеральных удобрений, выпускаемые компанией «ФосАгро», повышали изучаемые агрохимические показатели почвенного плодородия (содержание подвижных форм фосфора на 3,6–5,3 мг/кг, серы на 0,3–0,7 мг/кг, калия на 1–16 мг/кг).

Максимальную урожайность за два года исследований (2020–2021 гг.) на черноземе выщелоченном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья формировал вариант с припосевным внесением сульфаммофоса марки APAVIVA NP(S) 16:20(12) в дозе 150 кг/га – 5,04 т/га.

Литература

1. Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н. Отзывчивость гибридов кукурузы и их родительских форм на азотное удобрение // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 4. С. 17–21.
2. Рынок кукурузы в 2021 году – тенденции и прогнозы. URL: <https://ab-centre.ru/news/rynok-kukuruzy-2021---tendencii-i-prognozy> (дата обращения: 26.02.2022).
3. Посевная площадь кукурузы на зерно в Ставропольском крае на Сельхозпортале. URL: https://xn--80ajgpcpbhkd4a4g.xn--p1ai/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=2263&area=14 (дата обращения: 26.02.2022).
4. Изменение урожайности и экономической эффективности выращивания кукурузы на зерно в результате реминерализации чернозёма выщелоченного / В. С. Цховребов, Д. В. Калугин, В. В. Кукушкина, А. А. Новиков // Энтузиасты аграрной науки : сб. ст. по матер. Всероссийской науч.-практ. конф., посвященной 100-летию кафедры почвоведения КубГАУ имени И. Т. Трубилина и 80-летию члена-корреспондента РАН Кудеярова Валерия Николаевича (Краснодар, 05–06 сентября 2019 г.) / КубГАУ

References

1. Bagrintseva V. N., Ivashenko I. N. Responsiveness of corn hybrids and their parent forms to nitrogen fertilizer // Russian Agricultural Science. 2017. № 4. P. 17–21.
2. Corn market in 2021 – trends and forecasts. URL: <https://ab-centre.ru/news/rynok-kukuruzy-2021---tendencii-i-prognozy>. (accessed date: 26.02.2022).
3. Corn market in 2021 – trends and forecasts. URL: https://xn--80ajgpcpbhkd4a4g.xn--p1ai/analiz-posevnyh-ploshhadej/?region_id=2263&area=14 (accessed date: 26.02.2022).
4. Changes in the yield and economic efficiency of growing corn for grain as a result of remineralization of leached chernozem / V. S. Tskhovrebov, D. V. Kalugin, V. V. Kukushkina, A. A. Novikov // Enthusiasts of agrarian science : collection of articles based on the materials of the All-Russian scientific and Practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Department of Soil Science of the KubGAU named after I. T. Trubilin and the 80th anniversary of Corresponding member of the Russian Academy of Sciences Valery Kudeyarov (Krasnodar, 05–06 September 2019) / KubGAU

- имени И. Т. Трубилина. Краснодар, 2019. С. 219–224.
5. Лабунцев А. В., Пасько С. В., Кравченко А. Н. Отзывчивость гибридов кукурузы на удобрение // Зерновое хозяйство России. 2012. № 5. С. 42–47.
 6. Крамарев С. М., Буряк И. Ф., Яковичина Т. Ф. Припосевное удобрение кукурузы в условиях Северной части степной зоны Украины // Агрохимия. 2004. № 11. С. 41–49.
 7. Основы производства продукции растениеводства / И. Н. Гаспарян, В. Г. Сычев, А. В. Мельников, А. С. Горохов. Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2021. 496 с.
 8. Приёмы повышения урожайности кукурузы на зерно при возделывании в условиях зоны неустойчивого увлажнения / А. Д. Смакуев, О. И. Власова, Л. В. Трубачева, Г. Р. Дорошко // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 2(54). С. 5–10.
 9. Принципы построения системы удобрения в севооборотах / А. Н. Есаулко, М. С. Сигида, А. А. Куценко [и др.] // Новое слово в науке. Молодежные чтения : сб. науч. тр. по матер. Всероссийской науч.-практ. конф. (Ставрополь, 21–23 марта 2018 г.). Ставрополь : ООО «СЕКВОЙЯ», 2018. С. 71–73.
 10. Ожередова А. Ю., Есаулко А. Н. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на показатель pH чернозема выщелоченного и урожайность озимой пшеницы в условиях Ставропольской возвышенности // Агрохимический вестник. 2020. № 5. С. 33–37.
 11. Фурсова А. Ю. Влияние систем удобрения, способов и приёмов обработки почвы на плодородие чернозёма выщелоченного и продуктивность озимой пшеницы : дис. ... канд. с.-х. наук. Ставрополь, 2015. 161 с.
 12. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии no-till в условиях Ставропольского края / А. Н. Есаулко, С. А. Коростылев, М. С. Сигида, Е. В. Голосной // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 58–62.
 13. Пчелкин В. У. Почвенный калий и калийные удобрения / В. У. Пчелкин. – М. : Колос, 1966. 335 с.
 - named after I. T. Trubilin. Krasnodar, 2019. P. 219–224.
 5. Labyntsev A. V., Pasko S. V., Kravchenko A. N. Responsiveness of corn hybrids to fertilizer // Grain farming of Russia. 2012. № 5. P. 42–47.
 6. Kramarev S. M., Buryak I. F., Yakovishina T. F. Seed fertilizer of corn in the conditions of the Northern part of the steppe zone of Ukraine // Agrochemistry. 2004. № 11. P. 41–49.
 7. Fundamentals of crop production / I. N. Gasparyan, V. G. Sychev, A. V. Melnikov, A. S. Gorokhov. St. Petersburg : Publishing House «Lan», 2021. 496 p.
 8. Methods of increasing the yield of corn for grain when cultivated in an unstable humidification zone / A. D. Smakuev, O. I. Vlasova, L. V. Trubacheva, G. R. Dorozhko // Bulletin of the Agroindustrial complex of the Upper Volga region. 2021. № 2 (54). P. 5–10.
 9. Principles of constructing a fertilizer system in crop rotations / A. N. Esaulko, M. S. Sigida, A. A. Kutsenko [et al.] // New Word in Science. Youth readings : collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (Stavropol, 21–23 March, 2018). Stavropol : SEQUOIA LLC, 2018. P. 71–73.
 10. Ozheredova A. Yu., Esaulko A. N. The influence of calculated doses of mineral fertilizers on the pH of leached chernozem and the yield of winter wheat in the conditions of the Stavropol upland // Agrochemical Bulletin. 2020. № 5. P. 33–37.
 11. Fursova A. Yu. The influence of fertilizer systems, methods and techniques of tillage on the fertility of leached chernozem and productivity of winter wheat: dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences. Stavropol, 2015. 161 p.
 12. Dynamics of soil fertility indicators in the cultivation of agricultural crops using no-till technology in the conditions of the Stavropol Region / A. N. Esaulko, S. A. Korostylev, M. S. Sigida, E. V. Golosnoy // Agrochemical Bulletin. 2018. № 4. P. 58–62.
 13. Pchelkin V. U. Soil potassium and potash fertilizers / V. U. Pchelkin. – M. : Kolos, 1966. 335 p.

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 представляется 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, заголовки статьи, аннотация и ключевые слова, сведения об авторах, телефон, E-mail, собственно текст (на русском языке), список использованных источников.
7. Таблицы представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные (с разрешением не менее 300 dpi).
8. Рисунки, чертежи и фотографии, графики (только черно-белые) – в электронном виде в формате JPG, TIF или GIF (с разрешением не менее 300 dpi) с соответствующими подписями, а также в тексте статьи, предоставленной в печатном варианте. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы.
9. Единицы измерений, приводимые в статье, должны соответствовать ГОСТ 8.417–2002 ГСИ «Единицы величин».
10. Сокращения терминов и выражений должны приводиться в соответствии с правилами русского языка, а в случаях, отличных от нормированных, только после упоминания в тексте полного их значения [например, лактатдегидрогеназа (ЛДГ)...].
11. Литература к статье оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008. Рекомендуется указывать не более 3 авторов. В тексте обязательны ссылки на источники из списка [например, [5, с. 24] или (Иванов, 2008, с. 17)], оформленного в последовательности, соответствующей расположению библиографических ссылок в тексте.

Литература (образец)

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

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 21.03.2022. Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 5, 12. Тираж 300 экз. Заказ № .

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-953000

Издательство Ставропольского государственного аграрного университета «АГРУС»,
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12. Тел/факс: (8652)35-06-94. E-mail: agrus2007@mail.ru
Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.