



# Вестник АПК Ставрополья

№ 4(48), 2022

## НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2011 года,  
4 раза в год.

Учредитель:  
ФГБОУ ВО «Ставропольский  
государственный аграрный  
университет».

Территория  
распространения:  
Российская Федерация,  
зарубежные страны.

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

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

Журнал зарегистрирован  
в Научной библиотеке в базе  
данных РИНЦ на основании  
лицензионного договора  
№ 197-06 / 2011 R от  
25 июня 2011 г.

Ответственный редактор:  
Шматько О. Н.  
Технический редактор:  
Рязанова М. Н.  
Корректор:  
Варганова О. С.

Тираж: 300 экз.  
Адрес редакции:  
355017, г. Ставрополь,  
пер. Зоотехнический, 12  
Телефон: (8652)31-59-00  
(доп. 1167 в тон. режиме);  
Факс: (8652) 71-72-04  
E-mail: vapk@stgau.ru  
WWW-страница: www.vapk26.ru

Подписной индекс  
в «Объединённый каталог.  
ПРЕССА РОССИИ».  
Газеты и журналы»: 383308

## 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)  
**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 Цвианович,** 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

№ 4(48), 2022

## SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,  
issued four in year

Founder:  
FSBEI HE «Stavropol State  
Agrarian University»

Territory of distribution:  
The Russian Federation,  
foreign countries

Registered by the Federal service  
for supervision in the sphere  
of Telecom, information  
technologies and mass  
communications  
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: 300 copies  
Correspondence address:  
355017, Stavropol, Zootechnical  
lane, 12  
Tel.: +78652315900  
(optional 1167 in tone mode)  
Fax: +78652717204  
E-mail: vapk@stgau.ru  
URL: www.vapk26.ru

Index of the subscription  
to the «Combined Catalog.  
PRESS OF RUSSIA. Newspapers  
and journals»: E83308

## EDITOR IN CHIEF

*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)

*Dorozhin 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)

*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 (Vrnjaka 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****CONTENTS****АГРОИНЖЕНЕРИЯ****AGROENGINEERING**

Л. И. Высочкина  
**ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ПОЛИВА  
ПО БОРОЗДАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ФОРМИРОВЩИКА ПОЛИВНЫХ БОРОЗД**

4

Vysochkina L. I.  
**ENSURING UNIFORM IRRIGATION ALONG  
THE FURROWS WITH THE USE OF THE IRRIGATION  
FURROW FORMER**

**ВЕТЕРИНАРИЯ****VETERINARY**

Е. В. Светлакова, В. Н. Шахова, В. А. Беляев, Н. А. Ожередова  
**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ  
ПРЕПАРАТАМ ПАТОГЕННЫХ СТАФИЛОКОККОВ  
И СТРЕПТОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ  
ОТ БОЛЬНЫХ СОБАК**

10

Svetlakova E. V., Shakhova V. N., Belyaev V. A., Ozheredova N. A.  
**SENSITIVITY TO ANTIBACTERIAL DRUGS  
OF PATHOGENIC STAPHYLOCOCCUS  
AND STREPTOCOCCIS ISOLATED  
FROM SICK DOGS**

В. И. Четвертнов, В. В. Михайленко  
**ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
ПРЕДЖЕЛУДКОВ, СЫЧУГА И ТОНКОГО  
КИШЕЧНИКА ТЕЛЯТ ПРИ КРИПТОСПОРИДИОЗЕ**

14

Chetvertnov V. I., Mikhailenko V. V.  
**PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES  
IN THE PRE-VENTRICLES, RENNENET AND SMALL INTESTINE  
OF CALVES WITH CRYPTOSPORIDIOSIS**

**ЖИВОТНОВОДСТВО****ANIMAL AGRICULTURE**

Н. Е. Орлова, М. Е. Пономарева, Л. Б. Леонтьев, И. Л. Леонтьева  
**АНАЛИЗ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ  
ПО БЕШЕНСТВУ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ЗА 2020–2021 ГГ.**

20

Orlova N. E., Ponomareva M. E., Leont'ev L. B., Leont'eva I. L.  
**ANALYSIS OF THE EPIZOOTIC SITUATION  
ON RABIES IN THE MOSCOW REGION  
FOR 2020–2021**

**РАСТЕНИЕВОДСТВО****CROP PRODUCTION**

В. В. Дридигер, А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, А. С. Войтов,  
М. В. Ряшенцева  
**ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ  
И КАЧЕСТВО ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ОРИГИНАТОРА  
ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ КУКУРУЗЫ»**

25

Dridiger V. V., Esaulko A. N., Ozheredova A. Yu., Voitov A. S.,  
Ryashentseva M. V.  
**THE INFLUENCE OF THE SEEDING RATE ON THE YIELD  
AND QUALITY OF CORN HYBRIDS OF THE ORIGINATOR  
OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC  
INSTITUTION «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF CORN»**

О. Ю. Лобанкова, В. В. Агеев, А. А. Беловолова, Н. В. Громова  
**НАНОЧАСТИЦЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ  
В АГРОХИМИИ**

30

Lobankova O. Yu., Ageev V. V., Belovolova A. A., Gromova N. V.  
**NANOPARTICLES AND NANOTECHNOLOGIES  
IN AGROCHEMISTRY**

Л. В. Мазницына, Ю. А. Безгина, О. В. Шарипова,  
М. А. Прилепин, А. В. Мурадова  
**ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ  
В ОТНОШЕНИИ ЛИСТОВЫХ ПАТОГЕНОВ  
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ЮГА РОССИИ**

35

Maznitsina L. V., Bezgina Yu. A., Sharipova O. V.,  
Prilepin M. A., Muradova A. V.  
**OPTIMIZATION OF THE STATE OF CROPS WITH REGARD  
TO LEAF PATHOGENS OF WINTER WHEAT  
IN THE SOUTH OF RUSSIA**



Л. И. Высочкина

Vysochkina L. I.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМИРОВЩИКА ПОЛИВНЫХ БОРОЗД

### ENSURING UNIFORM IRRIGATION ALONG THE FURROWS WITH THE USE OF THE IRRIGATION FURROW FORMER

Приводятся аналитические исследования режимов полива по бороздам и выведены зависимости определения длины борозды, при которой достигается заданная поливная норма. С целью обеспечения равномерности полива автором предлагается при формировании поливных борозд изменять пористость почвы по длине борозды. Для этого был использован формировщик борозд, выполняющий прикатывание начала борозды и щелевание конца борозды. Формировщик борозд состоит из нескольких секций, навешиваемых на кронштейн, который крепится к брусу пропашного культиватора. С кронштейном соединяется звено сошника с долотом и резиновым колесом. На кронштейне крепятся стойки, в которых вращаются блоки с тросом. Трос одним концом соединен с тягой, а другим концом через вращающиеся блоки – с сошником, положение долота и колеса регулируется тросовым тяговым механизмом. При проведении полива было выявлено, что струя воды по борозде, прикатанной в начале, продвигается быстрее, чем по обычной, но потом по характеру изгиба кривой добегаания воды по сформированной борозде отмечается замедление продвижения струи по участку борозды со щелью. Получен график изменения расхода в зависимости от времени полива, определена средняя скорость впитывания воды и выведена аналитическая зависимость определения поливной нормы в зависимости от объема воды, впитавшейся на  $i$ -м участке. Проведенные исследования показали, что при расходе воды в борозду 2 л/с для борозд длиной 430 метров поливная норма для сформированных борозд в 1,81 раза меньше, чем для обычных борозд.

**Ключевые слова:** полив, борозда, равномерность, щель, формировщик борозд, расход воды.

The article presents analytical studies of furrow irrigation regimes and deduces the dependencies for determining the length of the furrow, at which a given irrigation rate is achieved. In order to ensure the uniformity of irrigation, the author proposes to change the porosity of the soil along the length of the furrow when forming irrigation furrows. For this, a furrow former was used, which performs rolling the beginning of the furrow and slotting the end of the furrow. The furrow former consists of several sections hung on a bracket, which is attached to the bar of the row cultivator. An opener link with a chisel and a rubber wheel is connected to the bracket. Racks are attached to the bracket, in which blocks with a cable rotate. The cable is connected at one end to the traction, and at the other end through the rotating blocks – to the coulter, the position of the chisel and the wheel is regulated by a cable traction mechanism. During irrigation, it was found that the water jet along the furrow rolled at the beginning moves faster than along the usual one, but then, according to the nature of the curve of the curve of water running along the formed furrow, there is a slowdown in the movement of the jet along the section of the furrow with a slot. A graph of the change in consumption depending on the time of irrigation was obtained, the average rate of water absorption was determined, and an analytical dependence of the determination of the irrigation rate depending on the volume of water absorbed in the  $i$ -th plot was derived. The conducted studies have shown that at a furrow water flow of 2 l/s for furrows 430 meters long, the irrigation rate for formed furrows is 1.81 times less than for ordinary furrows.

**Key words:** irrigation, furrow, uniformity, slot, furrow former, flow rate.

**Высочкина Любовь Игоревна** – кандидат технических наук, доцент кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 3608-6717  
Тел.: 8-961-483-07-99  
E-mail: lubasha\_vis\_67@list.ru

**Vysochkina Lyubov Igorevna** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Processes and Machines in Agribusiness FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol  
RSCI SPIN-code: 3608-6717  
Tel.: 8-961-483-07-99  
E-mail: lubasha\_vis\_67@list.ru

**П**олив по бороздам является одним из распространенных способов орошения в мире, особенно в регионах с жарким климатом [1]. Основным недостатком этого способа полива является низкий коэффициент равномерности увлажнения по длине борозды. Для увеличения равномерности полива существуют разные способы, в том числе формирование борозд с прикатыванием начальной и щелеванием конечной части борозды [2, 3]. Однако для установления параметров орошения необходимо учитывать почвенно-климатические условия для конкретного хозяйства.

Существует несколько эмпирических формул для определения параметров полива по бороздам, при использовании которых необходимы данные предварительных исследований и определения физических почвенных констант: порозности влагоемкости, содержания защемленного воздуха, коэффициента фильтрации и др.

Верхние слои почвогрунтов на большинстве орошаемых полей анизотропны, а необходимые для расчетов параметры – многочисленны, малоизучены, нерайонированы, поэтому теоретические формулы в практических расчетах использовать просто невозможно.

Известны более простые эмпирические формулы, описывающие изменения процесса впитывания так же, как и теоретические формулы (А. Н. Костякова, А. И. Костикова, С. М. Кривовяз, Н. Ф. Сазыкина) [1, 4], однако смысл расчетов сохраняется только в том случае, если имеются надежные параметры коэффициентов, характеризующих впитываемость почвогрунтов.

Цель исследований заключается в повышении равномерности увлажнения по длине борозды за счет оптимизации параметров и режимов полива по сформированным бороздам.

Исходя из формулы А. Н. Костякова [1], время пуска воды в борозду равно

$$t^\alpha = \frac{x_t}{x_1}, \quad (1)$$

где  $x_t$  – длина политой борозды для любого значения условного времени;

$x_1$  – длина политой борозды за первую условную единицу времени;

$t$  – единица времени;

$\alpha$  – коэффициент из формулы А. Н. Костякова  $K_t = K_1 / t^\alpha$ .

Если нам известны  $t$  и  $\alpha$ , то можно определить отношения любых длин поливных борозд к длине борозды, политой за первую условную единицу времени. И наоборот, зная различные отношения  $\frac{x_t}{x_1}$ , определили различные значения  $t^\alpha$  и отсюда задаем  $t = 2, 3, 4, \dots, 20$  и  $\alpha = 0,31; 0,33; \dots; 0,95$ .

Для определения длины борозды воспользуемся формулой для определения средней поливной нормы:

$$m = \frac{600q t}{b \cdot x}, \quad (2)$$

где  $q$  – расход воды, л/с;

$b$  – ширина междурядий, м;

$x$  – длина борозды, м;

$m$  – заданная поливная норма, м<sup>3</sup>/га.

Отсюда получаем выражение для определения переменной длины борозды в зависимости от переменного времени, при которой соблюдается постоянство заданной поливной нормой:

$$x = \frac{600q t}{b m}. \quad (3)$$

Приравняв правые части уравнений (1) и (3), после преобразования получим значения  $t$ , при котором достигается заданная поливная норма

$$t = \left( \frac{600}{bx_1 m} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}}. \quad (4)$$

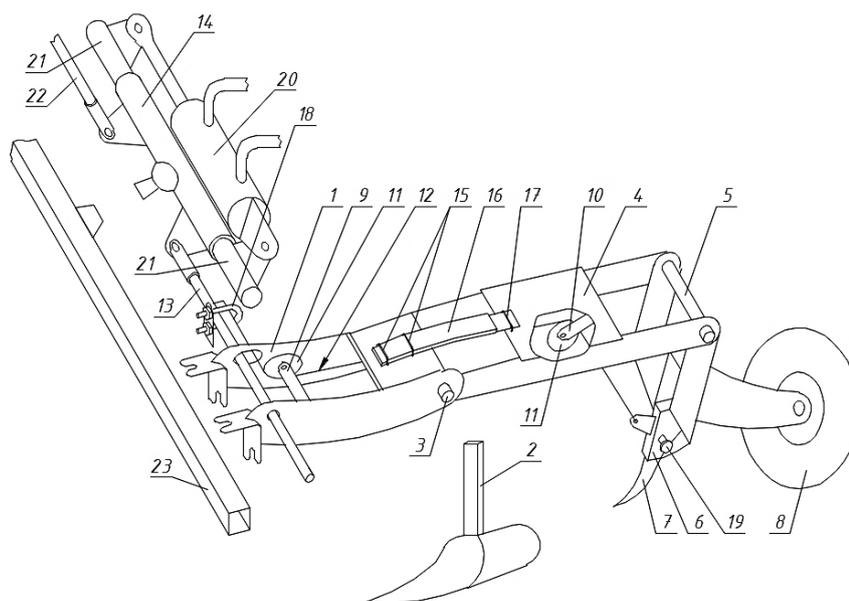
Подставляя найденное значение  $t$  в формулу (1), получим выражение для длины борозды, при которой достигается заданная поливная норма  $m$ :

$$x_m = x_1 \left( \frac{bx_1 m}{600} \right)^{\frac{1}{\alpha-1}}. \quad (5)$$

Для увеличения длины поливной борозды необходимо изменять пористость почвы по длине борозды.

Нами разработано устройство, позволяющее выполнять и прикатывание, и щелевание дна борозды за один проход.

Формировщик борозд [5] состоит из нескольких секций, навешиваемых на кронштейн (рис. 1), который угловыми стремянками крепится к брусу культиватора. С кронштейном соединяется звено сошника с долотом и резиновым колесом. На кронштейне крепятся стойки, в которых вращаются блоки с тросом. Трос одним концом соединен с тягой, а другим концом через вращающиеся блоки – с сошником.



**Рисунок 1** – Универсальная секция формировщика борозд: 1 – кронштейн; 2 – бороздодел; 3, 5 – ось; 4 – звено сошника; 6 – сошник; 7 – долото; 8 – колесо; 9 – проушина; 10 – стойка; 11 – блок; 12 – трос; 13, 22 – тяга; 14 – тяговое устройство; 15 – стремянка; 16 – рессора; 17 – скоба; 18 – хомут; 19 – винт; 20 – гидроцилиндр; 21 – ползун; 23 – брус

Регулировка усилия прижатия колеса ко дну борозды обеспечивается стремянками с помощью подкладок и натяжением троса хомутом.

Для нарезания борозд с прикатыванием ползуны тягового устройства стягиваются вместе с левой и правой тягами, к которым присоединены тросы всех звеньев. Стягивая трос, тем самым подтягивают сошник с колесом под звено сошника, которое при этом поднимается вверх, отклоняя концы рессорных пружин. Так осуществляется включение в работу прикатывающего колеса и усиление давления рессорной пружины на неё при прикатывании борозды.

Для включения в работу долота шток гидроцилиндра выдвигается, тросы каждого унифицированного звена ослабляются и под действием сил реакции опоры и сопротивления перекачивания колеса откатываются назад, а долото заглубляется в почву дна борозды.

Изучение полива по бороздам было проведено на хорошо спланированных орошаемых

участках в центральной зоне Ставропольского края, на среднесуглинистых почвах предкавказского карбонатного чернозёма с объемной массой 1,5-метрового грунта  $\gamma=1,34 \text{ т/м}^3$ , предельной полевой влагоёмкостью 25,4 % к весу сухой почвы и уровнем грунтовых вод 1,5–3 метра.

В целях выяснения влияния формирования борозд на равномерность увлажнения по их длине перед началом вегетационных поливов кукурузы были нарезаны на уклоне  $0,006^\circ$  формированные борозды, которые в начале прикатывали (до створа 340 метров), а далее производили щелевание дна борозды.

Нарезку борозд производили разработанным формировщиком борозд (рис. 2). По данным добегаания струй в бороздах до соответствующих створов определялось среднее время добегаания струй всех учетных борозд, по которым построили графики зависимостей  $x(t)$  добегаания воды для обычных и формированных борозд.



Рисунок 2 – Формирование поливных борозд

Зависимость  $x(t)$  (рис. 3) позволяет оценить ход полива каждого опыта и в сравнении друг с другом, оценить влияние формирования борозд на элементы техники полива. На этих же графиках отметили зависимости длины борозды, при которых достигается заданная поливная норма  $m$ .

Точка пересечения прямой  $m=700 \text{ м}^3/\text{га}$  с кривыми зависимостей добегаания  $x(t)$ , построенными по данным опыта, обозначает длину борозды  $x$  и время полива  $t$ , при которых достигается заданная поливная норма  $m$ . Так, из приведенного графика (рис. 3) для поливов расходом 2 л/с видно, что поливная норма  $700 \text{ м}^3/\text{га}$  при первом поливе по обычным бороздам достигается на 205 метрах, а по формированным – на 420 метрах.

Сравнивая кривые добегаания, видим, что струя воды по борозде, прикатанной в начале, продвигается быстрее, чем по обычной, но потом по характеру загиба кривой добегаания воды по формированной борозде заметно замедление продвижения струи по участку борозды со щелью.

По данным изменения различных расходов воды по створам борозд определили средние

значения расходов каждого замера трех учетных борозд и построили для каждого створа график изменения расхода в зависимости от времени полива (рис. 4). Из графика определяем среднюю скорость впитывания воды по формуле

$$K = \frac{q_b - q_n}{x \cdot b}, \quad (6)$$

где  $q_b, q_n$  – расход воды в верхнем и нижнем сечениях борозд,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

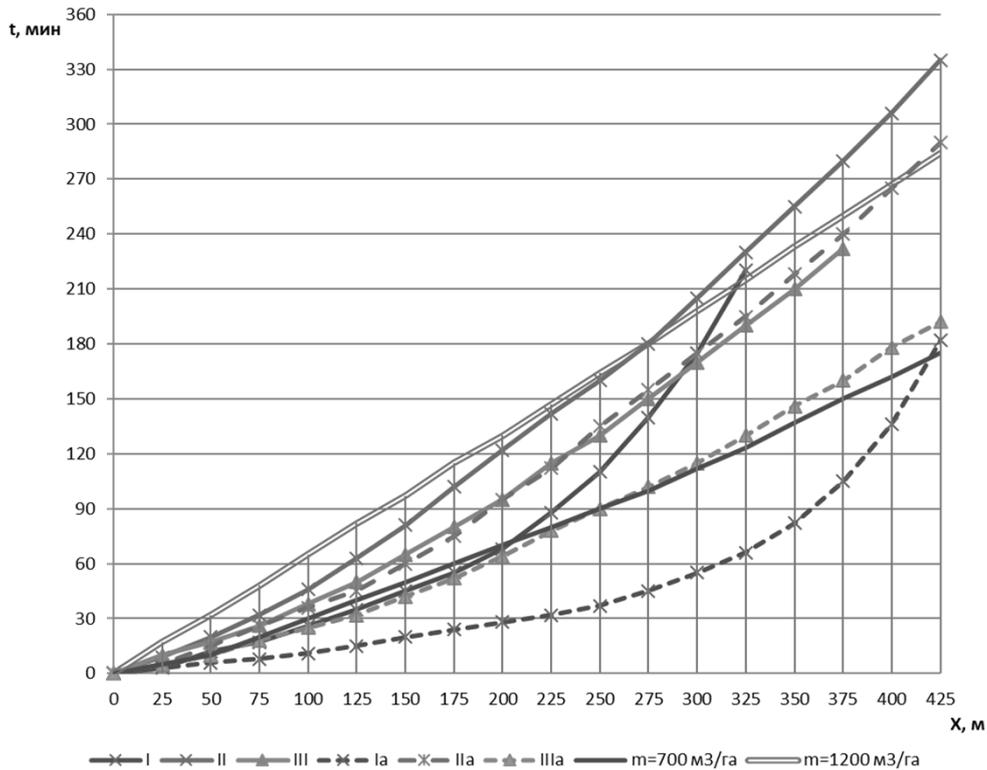
Определение фактического увлажнения по длине борозды по графику изменения расходов по створам борозд (рис. 4) выполнили путем планиметрирования соответствующих площадей, заключенных между кривыми и осью абсцисс, определили количество стока воды  $Q$  по каждому створу и объем воды, впитавшейся на определенном участке борозды, по формуле

$$V_i = Q_{i-1} - Q_i \quad (7)$$

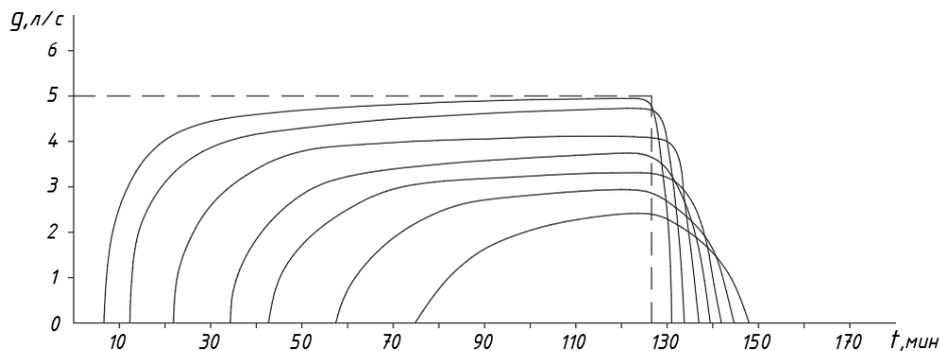
где  $V_i$  – объем воды, впитавшейся на  $i$ -м участке,  $\text{м}^3$ ;

$Q_{i-1}$  – сток воды через предыдущий створ,  $\text{м}^3$ ;

$Q_i$  – сток воды через последующий створ,  $\text{м}^3$ .



**Рисунок 3** – График добегания воды по сухой борозде ( $i = 0,006$ ;  $q = 2$  л/с): ——— обычная борозда; - - - - формированная борозда; I, II, III – первый, второй, третий вегетационные поливы



**Рисунок 4** – Изменение расходов по створам борозд во времени

По найденным  $V_i$  и известной ширине междурядья  $b$  и длине участка борозды  $x_i$  вычислили поливные нормы по формуле

$$m = \frac{10^4 \cdot V_i}{b \cdot x_i}. \quad (8)$$

При первом поливе расходом 2 л/с на заданную длину борозды (430 м) средние за два опыта поливная норма и время полива соответственно равны (табл. 1) для обычных борозд 1850 м<sup>3</sup>/га и 456 мин, для формированных борозд – 1020 и 255.

Для борозд длиной 430 метров поливная норма при поливе по формированным бороздам в 1,81 раза меньше поливной нормы, чем на обычных бороздах. Кроме того, следует отметить, что поливная норма на формированных бороздах больше на 45 % от заданной (700 м<sup>3</sup>/га).

Влияние щелевания на процесс первого полива видно из графика зависимостей времени полива от длины борозды  $t(x)$  (рис. 3). На нем хорошо видно быстрое продвижение воды по прикатанной части борозды ( $\approx 340$  м), которую струя воды преодолевает за сравнительно короткое время – 75 минут, и довольно медленное продвижение по концевой щелеванной части борозды длиной 90 метров, на продвижение воды по которой затрачено 105 минут. В результате этого замедленного продвижения воды по щелеванной части борозды по замерам расхода воды в створе 340 метров было определено, что в среднем по двум опытам в концевой 90-метровой части борозды увлажнение достигло 1870 м<sup>3</sup>/га (табл. 2), в средней – 844 и в начальной – 1050 м<sup>3</sup>/га. Как видим, концевая часть получила сравнительно большое увлажнение. Тому причиной было щелевание борозд на слишком большой длине (90 метров).

Таблица 1 – Сравнительные данные поливов по бороздам (при  $q = 2$  л/с)

№ опыта	Тип борозды	Поливная норма $m$ , м <sup>3</sup> /га	Длина борозд $x$ (заданная), м	Длина борозд при заданной $m$ , м	Поливная норма при заданной $x$ , м <sup>3</sup> /га	Время полива, мин		Время полива формирующей борозды при заданной $x_1$ , мин	Поливная норма формирующей борозды при заданной $x_1$ , м <sup>3</sup> /га
						при заданной $m$	при заданной $x$		
1	а	700	430	206	1310	85	328		
	б	700	430	550	520	224	130	220	880
2	а	1200	430	158	2870	110	720		
	б	1200	430	360	1370	260	345	345	1370
3	а	700	430	145	1480	60	370		
	б	700	430	300	890	120	223	223	890
4	а	700	430	170	2400	70	5600		
	б	700	430	530	520	217	130	290	1160
5	а	1200	430	57	4500	40	1113		
	б	1200	430	74	2300	53	570	570	2300

Примечание: а – обычные борозды; б – прикатанные борозды.

Таблица 2 – Увлажнение по длине борозд (при расходе 2 л/с)

№ опыта	Вид борозды	Фактическое распределение оросительной воды в створах			Равномерность фактического распределения воды	Увлажнение в створе борозды, в % от В.С.П.			Средняя влажность от ППВ, %	Равномерность увлажнения начала и конца борозды, %
		0–50	50–340	340–430		начало	середина	конец		
1	а	857	643	1635	191,0	22,29/ 23,15	24,66/ 23,6	23,98/ 24,95	93,1/ 94,1	107,5/ 107,8
	б	1260	823	823	65,5	22,29/ 22,87	24,66/ 23,88	23,98/ 24,4	93,1/ 93,4	107,6/ 106,7
2	а	1595	1345	1345	84,0	18,91/ 25,65	18,96/ 25,85	18,11/ 26,01	73,9/ 101,7	95,5/ 102,0
	б	3450	2790	2790	81,0	18,91/ 25,14	18,96/ 24,97	18,11/ 25,27	73,9/ 98,9	95,5/ 100,5
3	а	1130	855	855	76,3	24,08/ 26,26	23,96/ 24,36	23,84/ 25,5	94,3/ 100,6	99,3/ 97,0
	б	842	1560	1560	186	24,72/ 25,32	24,8/ 25,07	24,89/ 25,79	97,6/ 100,0	100,8/ 101,8

Дополнительные опыты с щелеванием других длин конца борозд в дальнейшем позволяют достигнуть более равномерное распределение оросительной воды.

Анализ данных неравномерности увлажнения при последующих втором и третьем поливах показал, что действие щелеванной части борозды после первого полива снижается (рис. 3). Зависимости  $t(x)$  второго и третьего поливов уже не имеют такого крутого подъема кривых вверх в конце формируемых борозд, как это наблюдалось при первом поливе.

Проведенные поливы показали, что формирование дна борозд позволяет увеличить длину поливных борозд при распределении одной и той же поливной нормы в два и более раза. Время полива и поливная норма на момент добега струи до конца заданной длины для обычных борозд в среднем по всем опытам в 1,5 раза больше, чем для формируемых.

Прикатывание начальной и щелевание концевой части борозды способствует увеличению равномерности полива по длине борозды, возможности увеличения длины поливной борозды особенно для небольших поливных норм.

### Литература

1. Костяков А. Н. Основы мелиорации. Изд. 6-е, испр. и перераб. М. : Сельхозгиз, 1975. 662 с.
2. Безбородов А. Г., Безбородов Ю. Г. Совершенствование бороздкового полива : монография. М. : РАКО АПК, 2022. 167 с.

### References

1. Kostyakov A. N. Fundamentals of melioration. Edition 6, revised and revised. M. : Selkhozgiz, 1975. 662 p.
2. Bezborodov A. G., Bezborodov Yu. G. Improvement of furrow irrigation : monograph. M. : RAKO APK, 2022. 167 p.

3. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения : справочник. М. : Росинформагротех, 2015. 264 с.
  4. Кривовяз С. М. Некоторые результаты исследований по технике полива на новых землях Голодной степи // Гидротехника и мелиорация. 1963. № 8. С. 6–7.
  5. Пат. № 2756283 Российская Федерация, МПК А01В 49/02 (2006.01). Формировщик борозд-щелей / Л. И. Высоккина. № 2021106994; заявл. 16.03.2021; опубл. 29.09.2021, Бюл. № 28.
3. Resource-saving energy-efficient environmentally friendly technologies and technical means of irrigation : reference book. M. : Rosinformagrotech, 2015. 264 p.
  4. Krivovyz S. M. Some results of research on irrigation techniques on the new lands of the Hungry Steppe // Hydraulic Engineering and Melioration. 1963. № 8. P. 6–7.
  5. Patent № 2756283C1 Russian Federation, IPC A01B 49/02 (2006.01). Groove-slot former / L. I. Vysochkina. № 2021106994; announced 03.16.2021; published 29.09.2021, Bulletin № 28.

**Е. В. Светлакова, В. Н. Шахова, В. А. Беляев, Н. А. Ожередова**

Svetlakova E. V., Shakhova V. N., Belyaev V. A., Ozheredova N. A.

## ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМ ПРЕПАРАТАМ ПАТОГЕННЫХ СТАФИЛОКОККОВ И СТРЕПТОКОККОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ БОЛЬНЫХ СОБАК

### SENSITIVITY TO ANTIBACTERIAL DRUGS OF PATHOGENIC STAPHYLOCOCCUS AND STREPTOCOCCIS ISOLATED FROM SICK DOGS

Устойчивость аэробных и анаэробных бактерий к противомикробным препаратам стала серьезной проблемой при лечении инфекций, связанных с этими микроорганизмами. Антибактериальную терапию следует начинать как можно раньше, до постановки микробиологического диагноза. Выделение и идентификация этих бактерий, а также проведение тестов на их восприимчивость довольно сложны и отнимают много времени. Поэтому получение данных, относящихся к моделям резистентности и механизмам резистентности этих бактерий, очень важно для лечения аэробных и анаэробных инфекций. Целью данной работы является определение чувствительности к антибактериальным препаратам патогенных стафилококков и стрептококков, выделенных от больных собак. Исследованию подвергались полевые штаммы условно-патогенных стафилококков и стрептококков, выделенных от больных собак в стадии обострения болезни. В ходе нашей работы была изучена степень распространенности заболеваний собак стафилококковой инфекцией в Ставропольском крае. Изучена чувствительность антибиотиков к выделенным возбудителям и степень их воздействия на культуры в течение трех лет. Выявлено, что стрептококки и стафилококки, выделенные от больных собак, высокочувствительны к байтрилу и энроксилу. Отмечалась резистентность к стрептомицину, тетрациклину и пенициллину.

**Ключевые слова:** чувствительность, антибиотики, стафилококк, стрептококк, собаки, патогенность, терапевтический эффект.

The resistance of aerobic and anaerobic bacteria to antimicrobial drugs has become a serious problem in the treatment of infections associated with these microorganisms. Antibacterial therapy should be started as early as possible, before a microbiological diagnosis is made. Isolation and identification of these bacteria, as well as conducting tests for their susceptibility, are quite complex and time-consuming. Therefore, obtaining data related to resistance models and resistance mechanisms of these bacteria is very important for the treatment of aerobic and anaerobic infections. The purpose of this work is to determine the sensitivity to antibacterial drugs of pathogenic staphylococci and streptococci isolated from sick dogs. Field strains of conditionally pathogenic staphylococci and streptococci isolated from sick dogs in the stage of exacerbation of the disease were studied. In the course of our work, the degree of prevalence of diseases of dogs with staphylococcal infection in the Stavropol Territory was studied. The sensitivity of antibiotics to isolated pathogens and the degree of their effect on cultures for three years were studied. It was revealed that streptococci and staphylococci isolated from sick dogs are highly sensitive to baibril and enroxyl. Resistance to streptomycin, tetracycline and penicillin was noted.

**Key words:** sensitivity, antibiotics, staphylococcus, streptococcus, dogs, pathogenicity, therapeutic effect.

**Светлакова Елена Валентиновна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры эпизоотологии и микробиологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь  
RSCI SPIN-код: 4981-5119  
Тел.: 8-903-416-83-55  
E-mail: alenka6121970@mail.ru

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

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

**Svetlakova Elena Valentinovna** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Epizootology and Microbiology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol  
RSCI SPIN-code: 4981-5119  
Tel.: 8-903-416-83-55  
E-mail: alenka6121970@mail.ru

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

**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

**Ожередова Надежда Аркадьевна** – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой эпизоотологии и микробиологии, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
RSCI SPIN-код: 6611-5091  
Тел.: 8-909-766-78-51  
E-mail: ogeredova-sgau@mail.ru

**Ozheredova Nadezhda Arkadyevna** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Epizootology and Microbiology  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 6611-5091  
Tel.: 8-909-766-78-51  
E-mail: ogeredova-sgau@mail.ru

**А**нтимикробные препараты используются во всем мире не только для лечения инфекционных заболеваний, но и в качестве «профилактических» средств для предотвращения инфекций, содействия росту сельского хозяйства и аквакультуры. Интенсивное и неконтролируемое использование человеком антибиотиков в медицине, ветеринарии и сельском хозяйстве, вероятно, привело к появлению и распространению устойчивых к антибиотикам бактерий в окружающей среде. Как правило, бактерии могут развивать устойчивость к антибиотикам путем спонтанных хромосомных мутаций в бактериальном геноме или путем приобретения генов устойчивости путем горизонтального переноса генов между различными видами бактерий посредством конъюгации, трансформации или трансдукции [1].

Опportunистические инфекции, вызываемые стрептококками, стафилококками, могут повреждать различные системы организма, приводя к патологическим состояниям организма. Заражение обычно происходит в питомниках, зоомагазинах и приютах для животных. Стафилококковые инфекции очень распространены, и бактерии обычно являются обитателями кожи и слизистых оболочек человека и животных. Они дифференцируются по продукции коагулазы, и коагулазоположительные являются более патогенными, чем коагулазоотрицательные стафилококки [2].

После первого случая метициллин-резистентного *Staphylococcus pseudintermedius* (MRSP), зарегистрированного в 2005 г., во всем мире было зарегистрировано больше случаев MRSP от домашних животных. Это новая проблема в ветеринарии, и она почти устойчива ко всем противомикробным препаратам, доступным для домашних животных. Однако в Китае его выделяют только у собак с пиодермией. Сообщалось об исследованиях распространенности и характеристике стафилококков в ветеринарных больницах Азии, Европы и Америки. Большую озабоченность вызывает резистентность к противомикробным препаратам бактерий, возникающих у домашних животных, из-за очень тесного контакта домашних животных с людьми. Он представляет собой серьезную угрозу для ветеринарии, а также для здоровья человека. Бактериальные гены, опосредующие устойчивость, быстро развиваются и диверсифицируются. Выявление, а также контроль устойчивости к противомикробным препаратам

важны для непрерывного эффективного лечения против патогенных микроорганизмов. Непрерывное использование противомикробных препаратов способствует развитию и распространению устойчивых к противомикробным препаратам бактерий в популяциях человека и животных [2, 3].

*S. aureus* и другие стафилококковые бактерии способны образовывать биопленку. Она представляет собой структурное объединение бактерий в закрытом самовоспроизводящемся внеклеточном матриксе. Жизненный цикл биопленки состоит из 4 процессов: 1 – прикрепление: отдельные стафилококковые бактерии заселяют поверхность; 2 – агрегация: бактерии образуют внеклеточный слой: биопленку, окружающую и связывающую их друг с другом, образуя прочное соединение с поверхностью; 3 – рост: под защитой биопленки масса растет и вызывает хроническую инфекцию; 4 – высвобождение: отдельные бактериальные клетки высвобождаются из биопленки, распространяясь производят новые колонии. В итоге биопленка является фактором риска для инфекции, она способствует высокой устойчивости бактерий к антибиотикам, а также защищает бактерии от естественной защиты организма [4].

Целью нашего исследования явилось определение чувствительности к антибактериальным препаратам патогенных стафилококков и стрептококков, выделенных от больших собак.

Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам диско-диффузионным методом является распространенным, более удобным в выполнении по сравнению с другими методами и позволяет установить факт чувствительности возбудителей, относящихся к семейству *Coccaceae*, к применяемым антибактериальным препаратам.

Исследованию подвергались полевые штаммы условно-патогенных стафилококков и стрептококков, выделенных от больших собак в стадии обострения болезни: в 2019 году – у 59; 2020 году – 28; 2021 году – 26 голов.

Чувствительность к антибиотикам проводилась согласно руководству по клинической лабораторной диагностике «Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам» (2015).

На поверхность агаризованной среды в чашки Петри вносили по 1 мл изучаемой культуры в концентрации 2 млрд мк/мл (стандарт мутности Тарасевича). Увлажняли всю поверхность среды путем покачивания и накладывали по всей

площади диски с антибиотиками (производство ООО «Нита-Фарм»). В чашке Петри диаметром 9 см помещалось 6 дисков, а с диаметром 15 см – 8 штук. Затем ставили чашки в термостат с температурой 37 °С, предварительно перевернув, во избежание формирования конденсата и через 24 часа учли результаты.

В ходе наших исследований была изучена степень распространенности заболеваний собак стафилококковой инфекцией в Ставропольском крае. Изучена чувствительность выделенных возбудителей к антибиотикам и степень их воздействия на культуры в течение трех лет (табл.).

Нами установлено, что возбудители кокковых инфекций собак встречаются в виде энзоотических вспышек и болезнь носит сезонный характер. Обострение данных заболеваний проявляется чаще всего в осенне-весенний период. Летом и зимой инфекция практически не отмечается. Так как заболевания считаются хроническими, то владельцы животных уделяют им большое внимание, и финансовое в том числе. Поэтому можно сказать, что данные хронические болезни наносят значительный экономический ущерб.

Таблица – Чувствительность бактерий к антибиотикам (мм)

Наименование антибиотика	Зона задержки роста, мм			Чувствительность к антибиотикам
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Цефотаксим	21,5±1,3	23,75±1,19	21±1,2	СЧ/СЧ/СЧ
Неомицин	14±0,84	24,5±1,23	–	СЧ/СЧ/НЧ
Тетрациклин	15±0,9	–	–	СЧ/НЧ/НЧ
Кобактан	18,8±0,94	23±1,38	23,3±1,31	СЧ/СЧ/СЧ
Байтрил	21±1,1	24,9±1,5	18,25±0,91	СЧ/ВЧ/СЧ
Интерспектин	19±1,13	19,2±0,96	20,3±1,01	СЧ/СЧ/СЧ
Пневмотил	18,2±0,92	–	–	СЧ/НЧ/НЧ
Флорокс	19±1,11	17,25±1,04	15,2±0,76	СЧ/СЧ/СЧ
Эритромицин	16,6±0,81	11±0,55	–	СЧ/МЧ/НЧ
Тилозин	16,6±0,8	14±0,84	16,2±0,97	СЧ/МЧ/МЧ
Азлоциллин	18,8±0,9	13,6±0,68	–	СЧ/МЧ/НЧ
Ципровет	–	19±1,12	15±0,9	НЧ/СЧ/МЧ
Энромокс	26,9±1,35	13±0,65	–	ВЧ/МЧ/НЧ
Интрамицин	23,7±1,19	18±0,88	18±0,85	СЧ/СЧ/СЧ
Меропенем	23,6±1,2	18±0,91	–	СЧ/СЧ/НЧ
Синулокс	17,75±1,07	19,3±0,92	21±1,26	СЧ/СЧ/СЧ
Дитрим	15±0,9	–	–	СЧ/-/-
Левифлоксацин	17,7±1,06	–	–	СЧ/-/-
Энроксил	27±1,62	21,9±1,3	21,6±1,21	ВЧ/СЧ/СЧ
Цефалотин	15,45±0,93	–	–	СЧ/НЧ/НЧ
Ципрофлоксацин	22,75±1,37	–	–	СЧ/-/-
Амоксициллин	–	11±0,66	14,6±0,88	НЧ/МЧ/СЧ
Рифампицин	14,25±0,83	–	24,5±1,47	МЧ/-/СЧ
Доксилос	15±0,81	11±0,7	13,6±0,68	МЧ/МЧ/МЧ
Офлоксацин/нофл	13,5±0,62	24,4±1,42	16,1±0,81	МЧ/СЧ/СЧ
Пенициллин	10±0,6	12±0,61	–	НЧ/МЧ/-
Линкомицин	21,75±1,2	–	–	СЧ/-/-
Цефаклор	–	17±1,1	16,6±0,8	-/СЧ/СЧ
Гентамицин	–	17,3±0,87	17,9±0,9	-/СЧ/СЧ
Марфлоксин	–	22,8±1,14	25,9±1,3	-/СЧ/ВЧ
Полимиксин	–	17±1,2	12,3±0,62	-/СЧ/МЧ
Стрептомицин	–	11,3±0,74	–	-/МЧ/-
Фуросолидон	–	16,75±0,8	16±0,82	-/СЧ/СЧ
Линковик	–	20,5±1,23	16,5±0,73	-/СЧ/СЧ

Примечание: ВЧ – высокочувствительные (зона задержки роста более 25 мм);  
СЧ – среднечувствительные (зона задержки роста 15–24 мм);  
МЧ – малочувствительные (зона задержки роста 11–14 мм);  
НЧ – нечувствительна (отсутствует зона задержки роста).

Особо опасными клиническими симптомами при стафилококковой или стрептококковой инфекции у собак являлись: мумифицирование плодов, рождение мертворожденных и нежизнеспособных щенков, кроме этого, у кобелей отмечались гнойные истечения из препуция, часто желто-зеленого цвета, а также обнаружение поражений кожи животных в виде гнойничков, вследствие чего появляются alopecии на коже.

Кроме новорожденных, восприимчивыми животными были собаки от 15 сут до 2,5 мес. и в возрасте 2–3 лет.

При определении чувствительности культур, выделенных от больных особей из мочи, был использован широкий спектр антибиотиков, принадлежащих к различным группам антибактериальных препаратов: цефотаксим, неомицин, тетрациклин, кобактан (д.в. цефкином), байтрил (д.в. энрофлоксацин), интерспектин (д.в. спектиномицин; линкомицин), пневмотил (д.в. тилмикозина фосфат), флорокс (д.в. флорфеникол), эритромицин, тилозин, азлоциллин, ципровет (д.в. ципрофлоксацин), энромокс (д.в. амоксициллин и энрофлоксацин), интрамицин (д.в. бензилпенициллин и дигидрострептомицин), меропенем, синулос (д.в. амоксициллин и клавулановая кислота), дитрим (д.в. триме-

топрим, сульфадимидин), левофлоксацин, энроксил (д.в. энрофлоксацин), цефалотин, ципрофлоксацин, амоксициллин, рифампицин, доксилокс (д.в. доксициклин).

Из приведенных в таблице 2 материалов видно, что стрептококки и стафилококки, выделенные от больных собак, высокочувствительны к препаратам – байтрилу и энроксилу, действующим веществом которых является энрофлоксацин. Отмечалась резистентность к стрептомицину, тетрациклину и пенициллину.

Общими методами преодоления бактериальной резистентности являются: разработка новых антибактериальных препаратов, активных против лекарственно-устойчивых микроорганизмов вследствие нового или улучшенного механизма действия, новых физико-химических свойств, способствующих невозможности их распознавания и удаления из бактериальной клетки, способности противостоять действию бактериальных дезактивирующих ферментов; синтез новых антибиотиков с двойным или тройным механизмом действия путем введения новых функциональных групп в молекулу антибиотика; введение антибиотиков вместе с адьювантами, которые помогают преодолеть бактериальную резистентность [5].

### Литература

1. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus*, fecal streptococci, Enterobacteriaceae and *Pseudomonas aeruginosa* isolated from the coastal water of the Gaza strip-Palestine / Elmanama Abdelraouf A., Hartemann Philippe, Elnabris Kamal J., Ayesh Adnan, Afifi Samir, Elfara Fatma, Aljubb Alaa R. // The International Arabic Journal of Antimicrobial Agents ISSN 2016. Vol. 6, № 3:2. P. 1–13.
2. Antimicrobial resistance of staphylococci and streptococci isolated from dogs / D. H. Kalhoro, M. S. Kalhoro, M. H. Mangi, A. R. Jahejo, S. Kumbhar, G. M. Lochi, G. M. Mari, A. Kaka, A. K. Lund and Y. J. Liu // Tropical Biomedicine. 2019. № 36(2). P. 468–474.
3. Саркулова М. Чувствительность микрофлоры к антибиотикам при хроническом простатите // Врач. 2005. № 6. С. 31–32.
4. Абдуллаева А. М., Удавлиев Д. И., Селюкова Ю. В. Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам // Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». 2018. № 10(26). Alley-science.ru.
5. Zhivich Alexander. Fighting bacterial resistance: approaches, challenges, and opportunities in the search for new antibiotics. Part 1. Antibiotics used in clinical practice: mechanisms of action and the development of bacterial resistance // Microbiology Independent Research Journal. 2017. Vol. 4, № 1. P. 31–51.

### References

1. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus*, fecal streptococci, Enterobacteriaceae and *Pseudomonas aeruginosa* isolated from the coastal water of the Gaza strip-Palestine / Elmanama Abdelraouf A., Hartemann Philippe, Elnabris Kamal J., Ayesh Adnan, Afifi Samir, Elfara Fatma, Aljubb Alaa R. // The International Arabic Journal of Antimicrobial Agents ISSN 2016. Vol. 6. № 3:2. P. 1–13.
2. Antimicrobial resistance of staphylococci and streptococci isolated from dogs / D. H. Kalhoro, M. S. Kalhoro, M. H. Mangi, A. R. Jahejo, S. Kumbhar, G. M. Lochi, G. M. Mari, A. Kaka, A. K. Lund and Y. J. Liu // Tropical Biomedicine. 2019. № 36(2). P. 468–474.
3. Sarkulova M. Sensitivity of microflora to antibiotics in chronic prostatitis // Doctor. 2005. № 6. P. 31–32.
4. Abdullaeva A. M., Udavliev D. I., Selyukova Yu. V. Determination of the sensitivity of microorganisms to antibiotics // Scientific and practical electronic journal «Alley of Science». 2018. № 10 (26). Alley-science.ru.
5. Zhivich Alexander. Fighting bacterial resistance: approaches, challenges, and opportunities in the search for new antibiotics. Part 1. Antibiotics used in clinical practice: mechanisms of action and the development of bacterial resistance // Microbiology Independent Research Journal. 2017. Vol. 4. № 1. P. 31–51.

**В. И. Четвертнов, В. В. Михайленко**

Chetvertnov V. I., Mikhailenko V. V.

## ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРЕДЖЕЛУДКОВ, СЫЧУГА И ТОНКОГО КИШЕЧНИКА ТЕЛЯТ ПРИ КРИПТОСПОРИДИОЗЕ

### PATHOMORPHOLOGICAL CHANGES IN THE PRE-VENTRICLES, RENNET AND SMALL INTESTINE OF CALVES WITH CRYPTOSPORIDIOSIS

Приводятся данные патологических вскрытий, выявленные у телят, павших от криптоспориديоза. В ходе исследований выявлен гиперкератоз эпителия рубца, вакуолизация и десквамация его клеток. В книжке и сетке на поверхности эпителия листочков визуализировалась четко выраженный роговой слой, толщина которого в основном была равномерная, но на верхушках некоторых листочков толщина рогового вещества была значительно больше, чем в большинстве мест. В гистологических срезах стенки сычуга патоморфологические изменения были характерны для подострого катарально-язвенного абомазита. В большинстве полей зрения визуализировалась полная десквамация клеток эпителия. В отдельных участках обнаруживались небольшие сохранившиеся фрагменты слизистого эпителия. Между железами в толще собственно слизистого слоя сычуга визуализировались обширные скопления макрофагов, лимфоцитов эпителиоидных клеток, единичных гистеоцитов и фибробластов. Железки в участках с обширными клеточными инфильтратами подвергались атрофии. Слизистая оболочка тонкого отдела кишечника была набухшая, неравномерно окрашенная от светло-красного до красного цвета с сероватым оттенком. При микроскопии визуализировалась полная десквамация клеток эпителия ворсинок. Собственно слизистый слой тонкого отдела кишечника неравномерной толщины, истончение отдельных участков произошло за счет частичного некроза и десквамации ворсинок. В других местах визуализировались утолщенные за счет пролиферации большого количества лимфоцитов, макрофагов ворсинки. Крипты собственно слизистого слоя в местах обширных скоплений клеточных пролифератов атрофировались.

**Ключевые слова:** телята, криптоспоридиоз, патоморфология, преджелудки, сычуг, тонкий кишечник.

The article presents the data of pathological autopsies revealed in calves that died from cryptosporidiosis. The studies revealed hyperkeratosis of the scar epithelium, vacuolization and desquamation of its cells. In the book and grid, a clearly defined stratum corneum was visualized on the surface of the epithelium of the leaves, the thickness of which was mostly uniform, but on the tops of some leaves the thickness of the corneal substance was significantly greater than in most places. In histological sections of the rennet wall, pathomorphological changes were characteristic of subacute catarrhal ulcerative abomasitis. Complete desquamation of epithelial cells was visualized in most visual fields. Small preserved fragments of the mucous epithelium were found in some areas. Extensive clusters of macrophages, lymphocytes of epithelioid cells, single histocytes and fibroblasts were visualized between the glands in the thickness of the actual mucous layer of the rennet. Glands in areas with extensive cellular infiltrates underwent atrophy. The mucous membrane of the small intestine was swollen, unevenly colored from light red to red with a grayish tinge. Microscopy visualized complete desquamation of the epithelial cells of the villi. The actual mucous layer of the small intestine is of uneven thickness, thinning of individual sections occurred due to partial necrosis and desquamation of the villi. In other places, villi thickened due to the proliferation of a large number of lymphocytes, macrophages, were visualized. The crypts of the mucosal layer proper, in places of extensive accumulations of cellular proliferates, have atrophied.

**Key words:** calves, cryptosporidiosis, pathomorphology, pancreas, rennet, small intestine.

**Четвертнов Виталий Иванович** – кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник лаборатории инфекционных, незаразных и паразитарных болезней ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный аграрный научный центр»  
г. Ставрополь  
Тел.: 8-906-442-41-83  
E-mail: vitaly.chetvertnov4183@yandex.ru

**Михайленко Виктор Васильевич** – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 1102-4150  
Тел.: 8(8652)21-79-17  
E-mail: viktor.mihaylenKO@yandex.ru

**Chetvertnov Vitaliy Ivanovich** – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher of the Laboratory for Infections, Non-infectious and Parasitic Diseases FSBSI «North Caucasus Federal Agrarian Research Center»  
Stavropol  
Tel.: 8-906-442-41-83  
E-mail: vitaly.chetvertnov4183@yandex.ru

**Mikhailenko Victor Vasilyevich** – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Parasitology, Veterinary Examination, Anatomy and Pathanatomy, FSBEI HE Stavropol State Agrarian University Stavropol  
RSCI SPIN-code: 1102-4150  
Tel.: 8(8652)21-79-17  
E-mail: viktor.mihaylenKO@yandex.ru

**К**риптоспориديоз животных повсеместно распространенное заболевание, вызываемое возбудителем *Cryptosporidium parvum*, отмечающееся острым течением и поражением желудочно-кишечного тракта и, как следствие, в большинстве случаев – массовым падежом животных [1, 2]. Заражение телят криптоспоридиями в Ставропольском крае впервые выявлено в 2020 г., а до этого момента ветеринарными специалистами животноводческих хозяйств заболевания желудочно-кишечного тракта телят в первые дни жизни рассматривались как заболевания инфекционного (вирусы, бактерии) или незаразного (гипотрофия телят, нарушение выпойки молозива, нарушение содержания) характера, отчего применялось лишь симптоматическое лечение с использованием антибиотиков широкого спектра действия. Для понимания полной картины патологического процесса, вызванного паразитированием криптоспоридиями, нами решено провести исследование морфологических изменений желудочно-кишечного тракта телят.

Паразитирование криптоспоридий и вызванная ими интоксикация организма приводят к различным формам воспаления желудочно-кишечного тракта и, как следствие, к снижению всасывания и повышению секреции [3]. Патоморфогенез криптоспоридиоза у телят, поросят и белых мышей имеет общие закономерности [4]. При спонтанном криптоспоридиозе телят в тонком отделе кишечника наблюдается катаральное воспаление с неравномерным слущиванием эпителия, а на отдельных участках – полное обнажение пластинки слизистой оболочки [5, 6]. При криптоспоридиозе телят регистрируются от слизисто-катарального до катарально-геморрагического воспаления сычуга и тонкого отдела кишечника [7, 8]. Визуализируется десквамация слизистого эпителия и инфильтрация клеточным пролифератом собственно слизистого и подслизистого слоев стенки кишечника макрофагами, нейтрофильными лейкоцитами, эритроцитами [9]. О воспалениях с кровоизлияниями, очаговыми эрозиями и язвами на протяжении всего тонкого кишечника сообщает [10].

Патоморфологические исследования проводились на базе кафедры паразитологии, ветсанэкспертизы, анатомии и патанатомии имени профессора С. Н. Никольского ФГБОУ ВО Ставропольского государственного аграрного университета. Для патоморфологического исследования были отобраны кусочки преджелудков (рубец, сетка, книжка), сычуга, тонкого отдела кишечника от павших от криптоспоридиоза двух телят в возрасте 9 и 10 дней, принадлежавших СПА «колхоз им. Ворошилова» Новоалександровского района Ставропольского края. Отобранные кусочки для фиксации помещали в 8 %-ный водный раствор забуференного формалина на 7 дней. В дальнейшем профилированные в формалине кусочки промывали в про-

точной воде в течение суток. После промывки кусочки отобранного материала обезживали в нескольких порциях изопропилового спирта. В дальнейшем перемещали эти кусочки в четыре порции расплавленного при температуре 56 °С парафина и заливали в парафиновые блоки.

На санном микротоме из полученных парафиновых блоков готовили гистологические срезы толщиной 4–5 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. При помощи центра визуализации изображения на базе Olympus 2000 делали микрофотографии. Диагноз на криптоспоридиоз ставили на основании исследования свежих каловых масс от больных диареей телят 6–10-дневного возраста. Для исключения бактериальных инфекций, имеющих сходные клинические признаки, проводили микробиологические исследования патологического материала (слепых кишок, печени, костного мозга, мезентериальных лимфатических узлов и сердца), взятого от тех же павших телят. Взятый материал культивировали на питательных средах Левина и Эндо, а для исключения заболеваний, вызываемых грибами, проводили посевы материала на среду Сабуро.

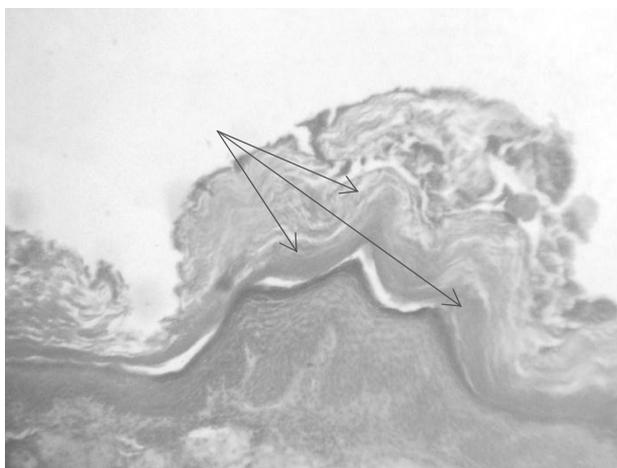
Визуально установлено: в рубце, сетке и книжке содержимое отсутствует, внутренняя поверхность преджелудков была равномерно окрашена в бледно-розовый цвет. В месте перехода книжки к сетку были видны увеличенные сосочки, имеющие длину до 2–3 мм, белый цвет и твердую поверхность (рис. 1).

При исследовании гистологических срезов рубца патоморфологические изменения в большинстве срезов были характерны для гиперкератоза. Визуализировалось неравномерное утолщение многослойного плоского эпителия рубца. На поверхности эпителия видны обширные, неравномерные, слоистые отложения рогового вещества (рис. 2). В отдельных участках толщина рогового вещества исходная или полностью отсутствовала. В участках с отсутствием слоистого рогового вещества на поверхности эпителия его толщина была значительно больше, чем в рядом расположенных участках, за счет вакуолизации клеток эпителия, расположенных ближе к просвету (рис. 3).

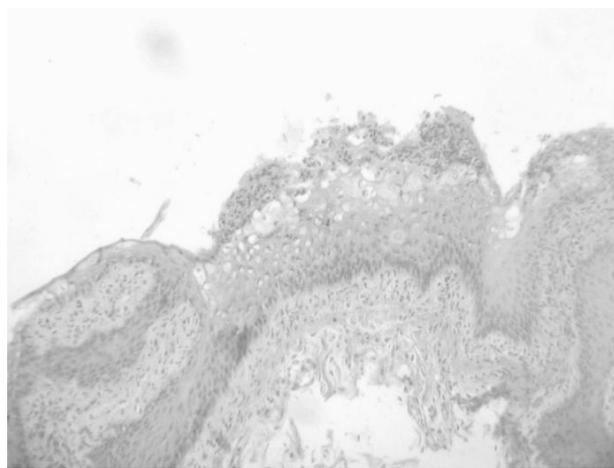
На поверхности эпителия в этих участках рубца видны десквамированные клетки эпителия в состоянии пикноза, вместе с незначительным количеством рогового вещества (рис. 4). На базальной мембране располагается ростковый слой, представляющий собой несколько рядов интенсивно окрашенных клеток. В подслизистом слое кровеносные сосуды были умеренно наполнены. При микроскопии гистологических срезов книжки на поверхности эпителия листочков визуализировался четко выраженный роговой слой, толщина которого в основном была равномерная (рис. 5), но на верхушках некоторых листочков толщина рогового вещества была значительно больше, чем в большинстве мест. Патоморфологические изменения в сетке были сходны с таковыми в книжке.



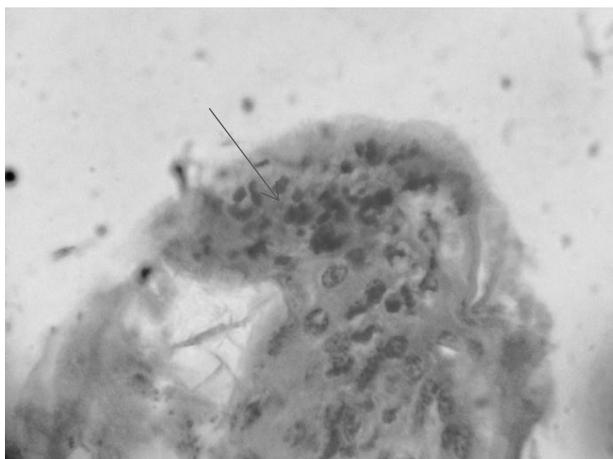
**Рисунок 1** – Гиперкератоз сосочков книжки телят 9- (А) и 10-дневного (Б) возраста



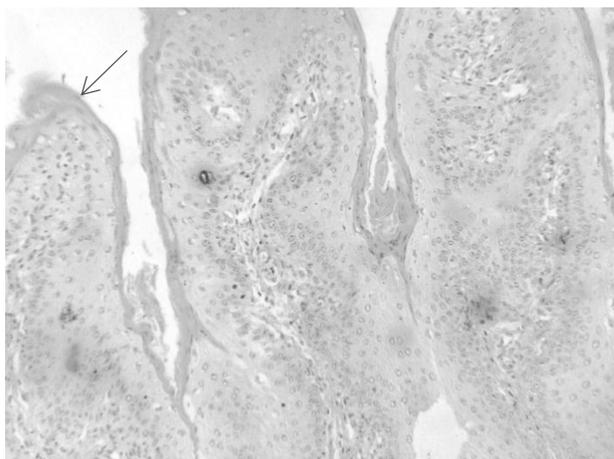
**Рисунок 2** – Гиперкератоз эпителия рубца (указано стрелками).  
Окраска гематоксилином и эозином  $\times 100$



**Рисунок 3** – Очаговая вакуолизация и десквамация клеток эпителия рубца.  
Окраска гематоксилином и эозином  $\times 100$



**Рисунок 4** – Десквамированные клетки эпителия рубца (указано стрелкой).  
Окраска гематоксилином и эозином  $\times 400$



**Рисунок 5** – Утолщение рогового слоя эпителия книжки (указано стрелкой).  
Окраска гематоксилином и эозином  $\times 100$

При вскрытии сычуга он у обоих телят был полупустой, содержал незначительное количество створоженного молока с сероватой жидкой массой. У теленка 9-дневного возраста на внутренней поверхности сычуга содержалось

большое количество плохо смываемой беловатой слизи. Слизистая оболочка была набухшая, неравномерно окрашенная от розовато-серого до светло-красного цвета. На поверхности слизистой оболочки были видны небольшие

эрозии, расположенные в основном по вер-  
хушкам складок (рис. 6). У теленка 10-дневно-  
го возраста слизеподобная масса на поверхно-  
сти слизистой оболочки местами имела бурый  
цвет (рис. 7), слизистая была также набухшая,  
преимущественно розового, местами красного  
цвета. На поверхности видны множественные  
углубления величиной до 1,5 мм в диаметре с  
незначительно возвышающимися краями, по-  
верхность которых покрыта бурой массой.



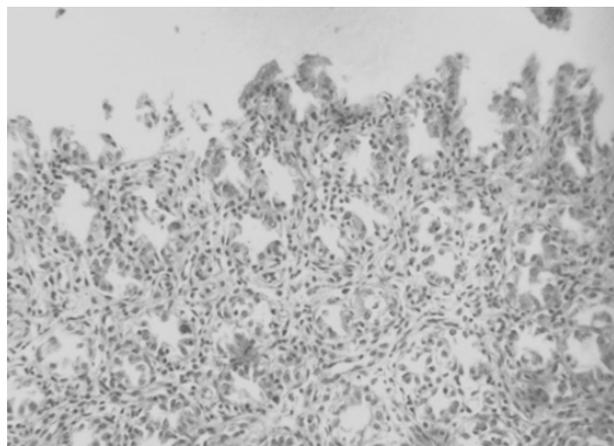
**Рисунок 6** – Подострый катарально-язвенный  
ободомозит у теленка 9-дневного возраста



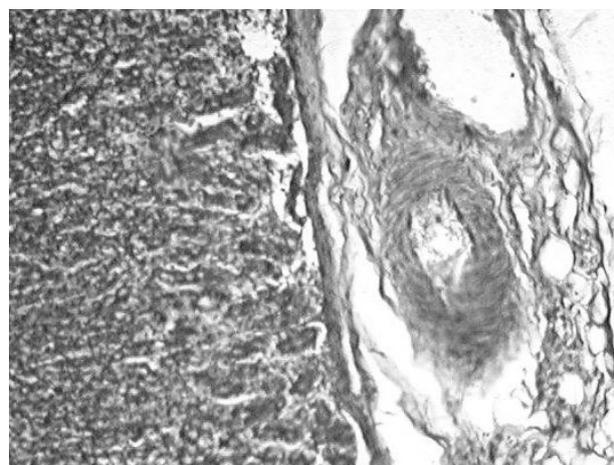
**Рисунок 7** – Подострый катарально-язвенный  
ободомозит у теленка 10-дневного возраста

При исследовании гистосрезов сычуга пато-  
морфологические изменения были характерны  
для подострого катарально-язвенного ободомозита. В большинстве полей зрения визуализи-  
ровалась полная десквамация клеток эпителия  
(рис. 8). Местами обнаруживались небольшие  
фрагменты слизистого эпителия. Между желез-  
ками собственно слизистого слоя визуализи-  
ровались обширные клеточные инфильтраты из  
лимфоцитов, макрофагов и единичных гистео-  
цитов и фибробластов, сдавливающих железки,  
последние подвергаются атрофии. В местах об-  
ширных клеточных инфильтратов железки пол-  
ностью атрофировались. Эпителий большин-

ства железок был частично слущен и находился  
в их просвете. В подслизистом слое сычуга ар-  
териальные сосуды были полупустые, их стен-  
ка разволокнена, местами гомогенизирована  
(рис. 9), эндотелий артерий частично слущен.  
В подслизистом слое обнаруживались очаговые  
скопления лимфоцитов, макрофагов, единич-  
ных гистеоцитов и фибробластов.



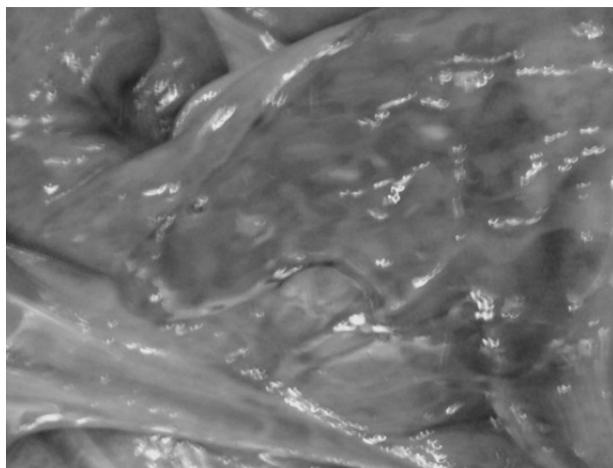
**Рисунок 8** – Десквамация эпителия сычуга  
у теленка 9-дневного возраста, павшего  
от криптоспоридиоза.  
Окраска гематоксилином и эозином  $\times 200$



**Рисунок 9** – Гомогенизация стенки артерии  
в подслизистом слое сычуга у теленка  
10-дневного возраста, павшего  
от криптоспоридиоза.  
Окраска гематоксилином и эозином  $\times 200$

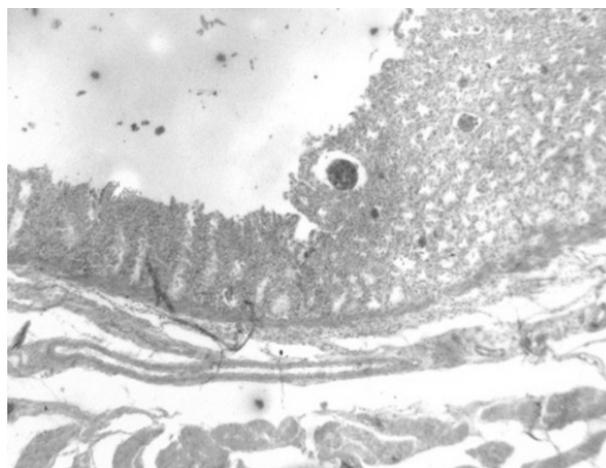
При вскрытии тонкий отдел кишечника у обоих  
павших телят был полупустой, в просвете содер-  
жалась густая слизеподобная красновато-се-  
рая масса (рис. 10), слизистая оболочка от свет-  
ло-красного, местами красного цвета, набухшая.  
В гистологических срезах визуализировалось  
полное слущивание эпителия ворсинок. Десква-  
мированный эпителий вместе со слизью распо-  
лагался на поверхности кишечника. Собственно  
слизистый слой тонкого отдела кишечника не-  
равномерной толщины, истончение отдельных  
участков произошло за счет частичного некроза

и десквамации ворсинок (рис. 11). Оставшиеся ворсинки были утолщены за счет пролиферации лимфоцитов, макрофагов, единичных гистеиоцитов и фибробластов. Крипты в собственно слизи-



**Рисунок 10** – Подострый катарально-слизистый энтерит у телят 9-дневного возраста, павшего от криптоспориоза

стом слое атрофировались за счет сдавливания клеточными пролифератами. Эпителий крипт был местами десквамирован. В просвете крипт обнаруживался слущенный эпителий.

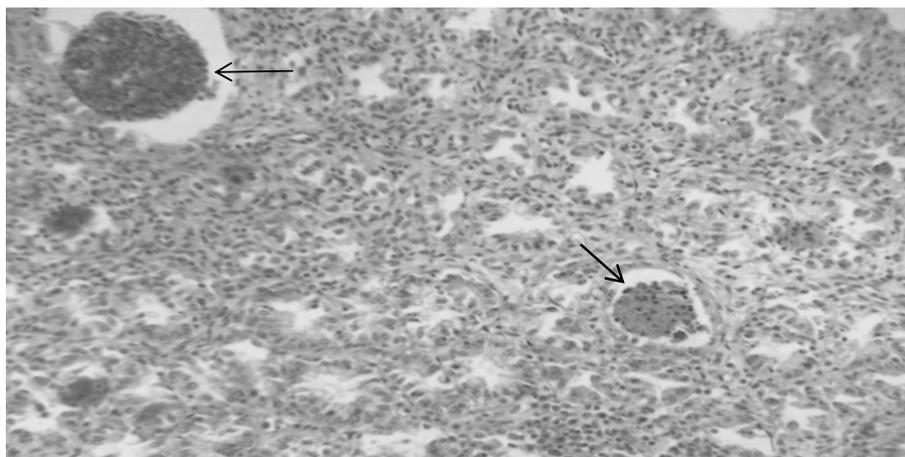


**Рисунок 11** – Десквамация слизистого эпителия и частичный некроз ворсин у телят 9-дневного возраста, павшего от криптоспориоза.

Окраска гематоксилином и эозином  $\times 200$

Под собственно слизистым слоем над мышечной пластиной видны обширные клеточные пролифераты, состоящие из лимфоцитов, макрофагов, эпителиоидных клеток и единичных фибробластов. В артериальных кровеносных сосудах подслизистого слоя тонкого кишечника патоморфологические изменения были характерны для артериита. Артерии были закупоренные. Стенка артерий была утолщена за счет набухания разволокнения соединитель-

тканых волокон и пропитывания их жидкостью. Вокруг артерий визуализировались клеточные инфильтраты из лимфоцитов, макрофагов, эпителиоидных клеток и единичных фибробластов. В собственно слизистом слое тонкого кишечника визуализировались отдельные кисты, имеющие округлую форму величиной от 40,0 до 150,0 мкм, содержащие внутри базофильные образования, имеющие круглую форму, величиной 4–5 мкм в диаметре (рис. 12).



**Рисунок 12** – Кисты в собственно слизистом слое тонкого кишечника у телят 9-дневного возраста, павшего от криптоспориоза. Окраска гематоксилином и эозином  $\times 200$

В ходе исследования выявлен гиперкератоз эпителия рубца, вакуолизация и десквамация его клеток. В книжке и сетке на поверхности эпителия листочков визуализировался четко выраженный роговой слой, толщина которого в основном была равномерная, но на верхушках некоторых листочков толщина рогового вещества была зна-

чительно больше, чем в большинстве мест. В гистологических срезах стенки сычуга патоморфологические изменения были характерны для подострого катарально-язвенного абомазита. В большинстве полей зрения визуализировалась полная десквамация клеток эпителия. Местами обнаруживались незначительные участки сохра-

ненного слизистого эпителия. Между железками в собственно слизистом слое визуализировались пролиферация лимфоцитов, макрофагов, единичных гистеоцитов и фибробластов. В местах обширных скоплений пролиферируемых клеток железки были атрофированы. Слизистая оболочка тонкого отдела кишечника была набухшая, неравномерно окрашенная от светло-красного до красного цвета с сероватым оттенком.

При микроскопии визуализировалась полная десквамация клеток эпителия ворсинок. Стенка тонкого отдела кишечника местами истончалась за счет некроза и последующей десквамации эпителия ворсинок. Другие ворсинки утолщены за счет пролиферации лимфоцитов, макрофагов, гистеоцитов и фибробластов. Крипты, расположенные в местах обширных клеточных инфильтратов, были атрофированы.

### Литература

1. Никитин В. Ф. Криптоспоридиоз домашних животных: (возбудители, клиническая картина, эпизоотология, диагностика, профилактика и терапия) // Всерос. ин-т гельминтологии им. К. И. Скрябина. М., 2007. 36 с.
2. Никитин В. Ф. Криптоспоридиоз как причина диареи телят // Материалы докладов научной конференции «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». М., 2003. С. 279–282.
3. Криптоспоридиоз телят (экология, этиология, эпизоотология, клиника, диагностика, лечение, профилактика) : методические указания / Т. В. Новикова, Н. А. Рыбакова, П. А. Лемехов [и др.]. Вологда-Молочное : ИЦ ВГМХА, 2003. 26 с.
4. Сковородин Е. Н. Патоморфология криптоспоридиоза животных // Вестник ветеринарии. 2002. № 2. С. 36–42.
5. Патогистологические изменения в кишечнике телят, больных криптоспоридиозом / Е. Г. Кириллов, И. Н. Залялов, Д. Г. Латыпов [и др.] // Ученые записки Казанской гос. академии ветеринарной медицины. Казань, 2016. Т. 226. С. 86–90.
6. Кириллов Е. Г. Патоморфологические изменения в тонкой кишке при криптоспоридиозе // Морфология. 2016. Т. 149, № 3. С. 103.
7. Самигулин Ф. Н., Буканов А. М. Диарея телят криптоспоридийной этиологии // Материалы Всероссийской научно-методической конференции патологоанатомов ветеринарной медицины. Омск, 2000. С. 139–140.
8. Сковородин Е. Н. Патоморфологические изменения при криптоспоридиозе животных // Материалы Всероссийской научно-методической конференции патологоанатомов ветеринарной медицины (Уфа, 17–19 сентября). М., 2003. С. 124–125.
9. Диагностика криптоспоридиоза телят : методические рекомендации / М. Ш. Акбаев, Н. В. Есаулова, О. Е. Давыдова [и др.]. М. : МГАВМиБ им. К. И. Скрябина, 2004. 14 с.
10. Кряжев А. Л., Лемехов П. А. Криптоспоридиоз телят в Вологодской области : рекомендации по борьбе и профилактике. Вологда-Молочное : ИЦ ВГМХА, 2004. 32 с.

### References

1. Nikitin V. F. Cryptosporidiosis of domestic animals: (pathogens, clinical picture, epizootology, diagnostics, prevention and therapy) // All-Russian Institute of Helminthology named after K. I. Scriabin. M., 2007. 36 p.
2. Nikitin V. F. Cryptosporidiosis as a cause of calf diarrhea // Materials of reports of the scientific conference «Theory and practice of combating parasitic diseases». M., 2003. P. 279–282.
3. Cryptosporidiosis of calves (ecology, etiology, epizootology, clinic, diagnosis, treatment, prevention) : methodical instructions / T. V. Novikova, N. A. Rybakova, P. A. Lemekhov [et al.]. Vologda-Molochnoe : IC Vologda State Dairy Academy, 2003. 26 p.
4. Skovorodin E. N. Pathomorphology of cryptosporidiosis of animals // Bulletin of Veterinary Medicine. 2002. № 2. P. 36–42.
5. Pathohistological changes in the intestines of calves with cryptosporidiosis / E. G. Kirillov, I. N. Zalyalov, D. G. Latypov [et al.] // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine. Kazan, 2016. Vol. 226. P. 86–90.
6. Kirillov E. G. Pathomorphological changes in the small intestine in cryptosporidiosis // Morphology. 2016. Vol. 149, № 3. P. 103.
7. Samigulin F. N., Bukanov A. M. Diarrhea of calves of cryptosporidial etiology // Materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference of pathologists of veterinary medicine. Omsk, 2000. P. 139–140.
8. Skovorodin E. N. Pathomorphological changes in animal cryptosporidiosis // Materials of the All-Russian Scientific and Methodological Conference of pathologists of veterinary medicine (Ufa, September 17–19). M., 2003. P. 124–125.
9. Diagnosis of cryptosporidiosis of calves : methodological recommendations / M. Sh. Akbaev, N. V. Esaulova, O. E. Davydova [et al.]. M. : Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin, 2004. 14 p.
10. Kryazhev A. L., Lemekhov P. A. Cryptosporidiosis of calves in the Vologda region : recommendations for control and prevention. Vologda-Molochnoe : IC Vologda State Dairy Academy, 2004. 32 p.

**Н. Е. Орлова, М. Е. Пономарева, Л. Б. Леонтьев, И. Л. Леонтьева**

Orlova N. E., Ponomareva M. E., Leont'ev L. B., Leont'eva I. L.

## АНАЛИЗ ЭПИЗООТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО БЕШЕНСТВУ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2020–2021 ГГ.

### ANALYSIS OF THE EPIZOOTIC SITUATION ON RABIES IN THE MOSCOW REGION FOR 2020–2021

Несмотря на предпринимаемые меры, бешенство остается причиной ежегодной гибели людей и животных в нашей стране. Актуальность бешенства связана с его распространением среди диких плотоядных и безнадзорных одомашненных животных, основными резервуарами бешенства являются дикие лисы и енотовидные собаки. Целью исследования было оценить эпизоотическую ситуацию по бешенству в Московской области в 2020–2021 гг., выявить основные причины стационарно-неблагополучия области по этому заболеванию. По данным отдела ветеринарии Министерства сельского хозяйства Московской области регион является стационарно-неблагополучным по этому заболеванию. За 2020 год было выявлено 42 случая бешенства в таких городских округах, как Домодедово, Лотошино, Луховицы, Можайск, Наро-Фоминск, Одинцово, Орехово-Зуево, Руза, Серпухов, Ступино, Чехов, Шатура, Егорьевск. Была зарегистрирована вспышка заболевания, охватившая 11 районов. В 2021 г. было выявлено 20 неблагополучных пунктов и 20 заболевших животных разных видов. На долю диких животных пришлось 35 % случаев, заболевание отмечалось среди представителей отряда Хищные: барсук, енотовидная собака, лисица. У домашних животных бешенство также регистрировалось в основном среди Хищных – собак и кошек, однако отмечен и единственный случай заболевания мелкого рогатого скота. Всего таких случаев было отмечено 13 (65 % от общего числа). Наиболее подверженными заболеванию бешенством оказались собаки, 45 % от заболевших. В Московской области эпизоотическая обстановка по бешенству остается напряженной. Наблюдаются спорадии этого заболевания. Прогноз развития эпизоотической ситуации будет неблагоприятным, так как не ликвидированы основные факторы риска распространения заболевания на территории Московской области и Российской Федерации в целом.

**Ключевые слова:** зооантропонозы, Rabies virus, эпизоотическая ситуация по бешенству, Московская область, инфекционные заболевания, вакцинация диких животных

Despite the measures taken, rabies remains the cause of annual deaths of people and animals in our country. The relevance of rabies is associated with its spread among wild carnivorous and neglected domesticated animals, the main reservoirs of rabies are wild foxes and raccoon dogs. The aim of the study was to assess the epizootic situation with rabies in the Moscow region in 2020–2021, to identify the main reasons for the region's stationary problems with this disease. According to the Department of Veterinary Medicine of the Ministry of Agriculture of the Moscow Region, the region is stationary unfavorable for this disease. In 2020, 42 cases of rabies were detected in urban districts such as Domodedovo, Lotoshino, Lkhovitsy, Mozhaisk, Naro-Fominsk, Odintsovo, Orekhovo-Zuyev, Ruza, Serpukhov, Stupino, Chekhov, Shatura, Yegorievsk. An outbreak was reported in 11 districts. In 2021, 20 unfavorable points and 20 diseased animals of different species were identified. Wild animals accounted for 35 % of cases, the disease was noted among representatives of the squad Predatory: badger, raccoon dog, fox. In domestic animals, rabies was also recorded mainly among Predatory – dogs and cats, however, there was also a single case of the disease in small ruminants. In total, there were 13 such cases (65 % of the total). Dogs were the most susceptible to rabies, 45 % of the cases. In the Moscow region, the epizootic situation for rabies remains tense. There are sporadic cases of this disease. The prognosis for the development of the epizootic situation will be unfavorable, since the main risk factors for the spread of the disease in the Moscow Region and the Russian Federation as a whole have not been eliminated.

**Key words:** zoonthroposes, Rabies virus, rabies epizootic situation, Moscow region, infectious diseases, vaccination of wild animals.

**Орлова Надежда Евгеньевна –**

кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры ветеринарной медицины  
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»  
г. Москва  
РИНЦ SPIN-код: 6543-7670  
Тел.: 8-915-200-04-66  
E-mail: nadorlov@mail.ru

**Orlova Nadezhda Evgenievna –**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine  
FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev»  
Moscow  
RSCI SPIN-code: 6543-7670  
Tel.: 8-915-200-04-66  
E-mail: nadorlov@mail.ru

**Пonomарева Мария Евгеньевна –**

кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры кормления животных и общей биологии  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 1725-2026  
Тел.: 8(8652)28-61-12  
E-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

**Ponomareva Maria Evgen'evna –**

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Animal Feeding and General Biology  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 1725-2026  
Tel.: 8(8652)28-61-12  
E-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

**Леонтьев Леонид Борисович –**

доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» г. Москва  
РИНЦ SPIN-код: 2935-8825  
Тел.: 8-915- 578-68-50  
E-mail: lleontjev@rgau-msha.ru

**Леонтьева Ирина Леонидовна –**

кандидат биологических наук, доцент кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» г. Москва  
РИНЦ SPIN-код: 1669-5853  
Тел.: 8-926-865-80-36  
E-mail: irleontjeva@rgau-msha.ru

**Leontiev Leonid Borisovich –**

Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Veterinary Medicine FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev» Moscow  
RSCI SPIN-code: 2935-8825  
Tel.: 8-915-578-68-50  
E-mail: lleontjev@rgau-msha.ru

**Leontyeva Irina Leonidovna –**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev» Moscow  
RSCI SPIN-code: 1669-5853  
Tel.: 8-926-865-80-36  
E-mail: irleontjeva@rgau-msha.ru

**Бешенство – распространенное по всему миру зооантропонозное заболевание, которое ежегодно уносит жизни людей и животных в нашей стране, несмотря на предпринимаемые меры борьбы. Возбудителем бешенства является РНК-содержащий рабдовирус рода *Lyssavirus* (вирус бешенства) семейства *Rhabdoviridae* отряда *Mononegavirales*. Инкубационный период заболевания составляет от 14 до 60 календарных дней.**

Широкое распространение бешенства связано с его природной очаговостью. Резервуаром заболевания являются дикие плотоядные и безнадзорные одомашненные животные [1, 2]. Согласно отчетам [3–6], Россия заняла пятое место в мире по количеству бездомных животных среди девяти стран. Сейчас в стране проживают порядка 4,1 млн бездомных животных, из которых 3,2 млн – это кошки, 735 тыс. – собаки. 144 тысячи питомцев находятся в приютах. Популяция бездомных животных составляет в России 6 % от общей. По этому показателю страна занимает второе место в мире.

В настоящее время по закону бездомные животные не подвергаются эвтаназии, а подвергаются ветеринарным обработкам, включающим обязательную вакцинацию от бешенства, и выпускаются на то место, где было отловлены, если не удастся найти хозяина. Эвтаназия допускается только в отношении неизлечимо больных или сильно травмированных животных [7].

Проблема борьбы с бездомными животными упирается в необходимость создания сотен приютов. Пока на улицах наших населенных пунктов встречается большое количество беспризорных животных, всегда будет сохраняться опасность нападения животных на человека и, в том числе, опасность распространения в их среде бешенства.

Домашние животные также являются возможной средой распространения вируса. По статистике, в России до трех четвертей домохозяйств имеют хотя бы одно домашнее животное. Предпочитаемыми животными являются кошки, их заводят 55 % владельцев, собаки содержатся у 37 % жителей страны. Кошки и собаки остаются

самыми распространенными в России домашними животными среди жителей городов с населением более 500 тыс. человек. По данным ВЦИОМ, собаки живут в 20,7 млн дворах и квартирах, в каждой пятой семье есть и кошка, и собака.

Таким образом, в густонаселенных районах опасность распространения любых инфекционных заболеваний более высока. Московская область – густо населенный субъект РФ, плотность населения составляет 192,3 чел/м<sup>2</sup>. Изучение распространения такого опасного заболевания, как бешенство, в густонаселенном российском регионе является актуальным.

Целью исследования было оценить эпизоотическую ситуацию по бешенству в Московской области в 2020–2021 гг., выявить основные причины стационарного неблагополучия области по этому заболеванию.

Для достижения поставленной цели были изучены данные по заболеваемости животных инфекционными заболеваниями, предоставленные отделом ветеринарии министерства сельского хозяйства Московской области. Были проанализированы видовые особенности заболеваемости бешенством, география возникновения спорадий, динамика заболеваемости в неблагополучных регионах в 2020–2021 гг.

По наблюдениям, во многих странах мира, в том числе и в Российской Федерации, бешенство носит зоонозный характер. Основными резервуарами бешенства являются дикие лисы и енотовидные собаки.

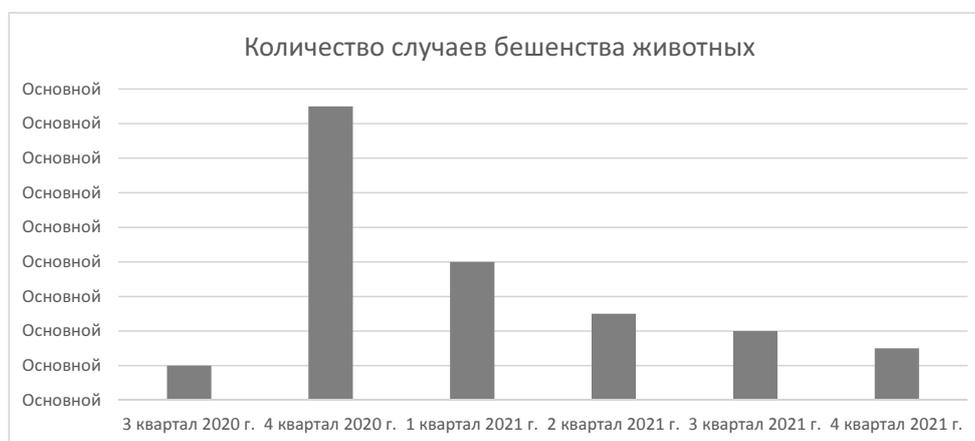
По данным отдела ветеринарии Министерства сельского хозяйства Московской области, регион является стационарно неблагополучным по этому заболеванию [4–6]. Так, в 2020 году бешенство было зарегистрировано в следующих городских округах: Домодедово, Лотошино, Луховицы, Можайск, Наро-Фоминск, Одинцово, Орехово-Зуево, Руза, Серпухов, Ступино, Чехов, Шатура, Егорьевск.

Всего за 2020 год было выявлено 42 случая бешенства, как у диких, так и у домашних животных, причем большая их часть пришлась на конец года. В четвертом квартале 2020 г. была зарегистрирована вспышка заболевания, охватившая 11 районов, в которых зарегистрирова-

ли 17 случаев бешенства среди домашних и диких животных. Следует отметить, что во время вспышки заболеваемость среди домашних животных по сравнению с дикими составила 70 %, это были собаки и кошки в равном соотношении по числу заболевших и 2 случая среди крупного рогатого скота. Среди диких животных бешенство чаще регистрировали у лис (4 случая) и только 1 случай у енотовидной собаки.

Ветеринарной службой Московской области были проведены слаженные и оперативные мероприятия по ликвидации эпизоотического очага, которые включали весь комплекс профилактики и борьбы с бешенством. Для профилактики бешенства ветеринарные специалисты вакцинировали восприимчивых животных вакцинами в соответствии с инструкцией по их применению. В 2020 году было вакцинировано 469 280 домашних животных, из которых 177 395 были кошками и 291 885 собаками. Также были

вакцинированы бездомные животные, вакцинировано 20 386 животных, оставшихся без хозяев. Вакцина («Рабивак-О/333») была разложена вручную и с использованием небольшого летательного аппарата для пероральной иммунизации диких плотоядных животных. Для профилактики бешенства немаловажной является и просветительская работа среди населения. Все домашние животные должны обязательно проходить профилактические вакцинации от этого заболевания, а жители сельских регионов должны иметь представление о том, как себя вести во время вспышки заболевания в их регионе. Для большего охвата населения используют все доступные средства массовой информации: радио, телевидение, средства интернета [7, 8]. Проведенные мероприятия позволили купировать вспышку в 2020 году и постепенно снизить заболеваемость бешенством в течение 2021 года (рис. 1).



**Рисунок 1** – Динамика заболеваемости бешенством животных в Московской области

Следовательно, в 2021 г. четко прослеживается тенденция к снижению заболеваемости от первого к четвертому кварталу. Необходимо отметить особенность локализации неблагополучных населенных пунктов. Так, больных диких животных выявляли в населенных пунктах, расположенных вблизи лесных массивов: в Клинском городском округе вблизи «Национального парка Завидово», в Лотошинском – «Природный заказник Аринский» и в Раменском – «Горный лес». Больных домашних животных реги-

стрировали в 95 процентах случаев в сельских населенных пунктах, что может свидетельствовать о меньшей добросовестности владельцев животных в плане проведения профилактических вакцинаций и большей вероятности контакта домашних животных с дикими, являющимися природным резервуаром заболевания.

При изучении эпизоотической ситуации по бешенству в Московской области за 2021 г. (табл.) было выявлено 20 неблагополучных пунктов, в которых заболело 20 животных разных видов.

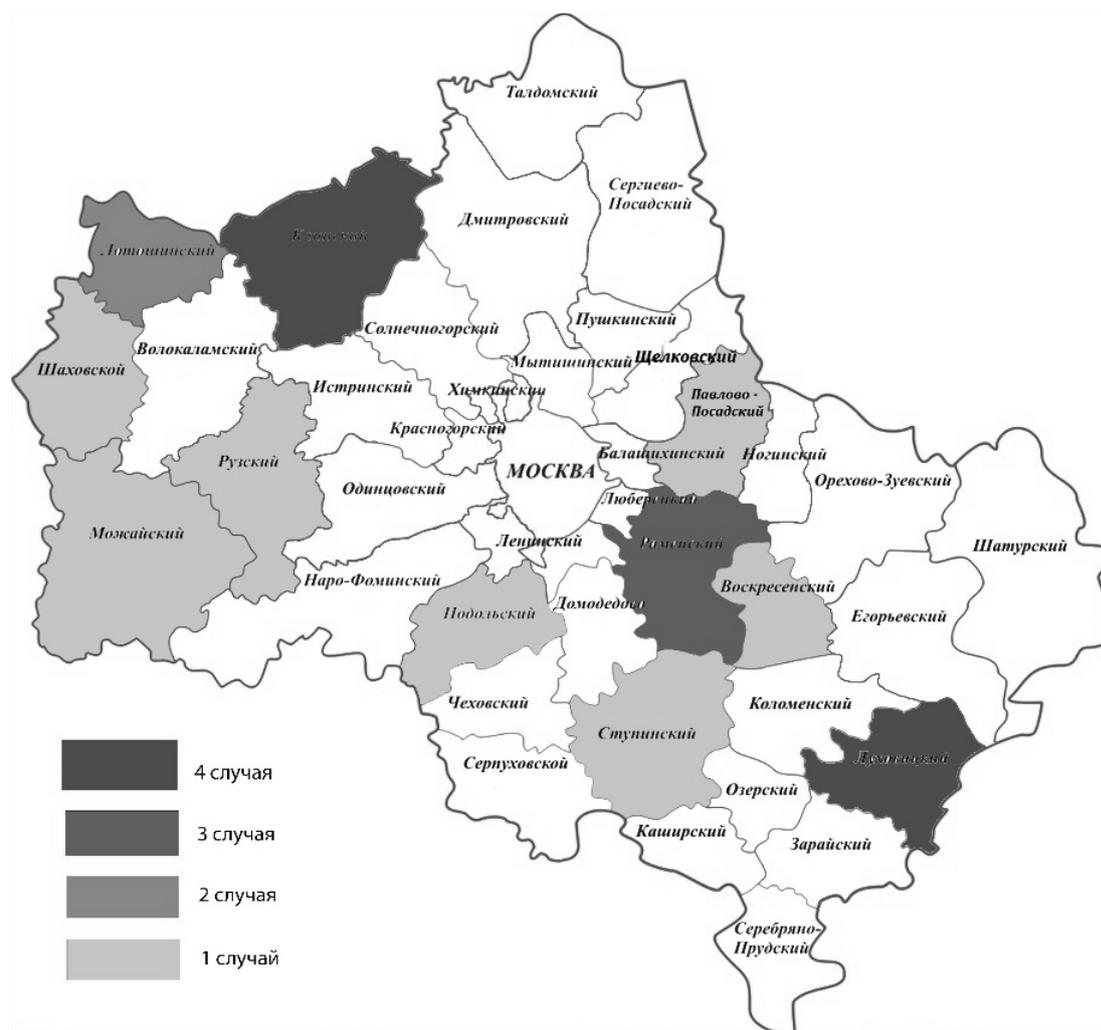
Таблица – Сведения о случаях бешенства животных в Московской области

Вид животных		За 2021 г.			Осталось на конец 2021 г.	
		Выявлено неблагополучных пунктов, единиц	Заболело, голов	Пало, голов	Неблагополучных пунктов – всего, единиц	Больных животных, голов
Дикие животные	Барсук	1	1			
	Енотовидная собака	3	3	3		
	Лисица	3	3			
Домашние животные	Мелкий рогатый скот	1	1			
	Кошки	3	3	2	1	
	Собаки	9	9	7	1	
Итого		20	20	12	2	0

Как показывают данные таблицы, природная очаговость заболевания подтверждается высоким процентом заболевших диких животных – 35 % всех случаев. Среди диких животных заболевание было диагностировано исключительно среди представителей отряда Хищные: барсук, енотовидная собака, лисица. У домашних животных бешенство также регистрировалось в основном среди Хищных – собак и кошек, однако отмечен и единичный случай заболевания мелкого рогатого скота. Всего таких случаев было отмечено 13 (65 % от общего числа). Наиболее подверженными заболеванию бешенством оказались собаки, среди них заболевших выявлено 45 % от общего числа.

На рисунке 2 более наглядно представлена заболеваемость бешенством по районам Московской области.

Мы видим, как проявляется природная очаговость этого заболевания, которое то практически затухает, то снова возникает, если снижается общий уровень иммунизации животных. Отсюда следует настоятельная необходимость проводить разъяснительную работу среди населения и активно вакцинировать животных, в том числе в сельской местности, где эта необходимость сталкивается с различными трудностями. Именно в поселках и деревнях наблюдается большое количество непривитых животных, чего нет в крупных городах, где меньше риск столкновения с диким большим животным и при этом более высокая культура содержания домашних животных.



**Рисунок 2** – Карта неблагополучных по бешенству районов Московской области за 2021 г.

Таким образом, можно сделать вывод, что в Московской области эпизоотическая обстановка по такому опасному заболеванию, как бешенство, остается напряженной. Наблюдаются периодические спорадии этого заболевания, которые купируются благодаря проведению комплекса ветеринарно-санитарных мероприятий, которые сводятся к отлову больных животных, проведению вакцинаций среди

диких млекопитающих и проведению просветительской работы среди населения. Тем не менее, пока не решится вопрос с безнадзорными животными, прогноз развития эпизоотической ситуации будет неблагоприятным, так как не ликвидированы основные факторы риска распространения заболевания на территории Московской области и Российской Федерации в целом.

**Литература**

1. Инфекционные болезни животных / Б. Ф. Бессарабов, А. А. Вашутин, Е. С. Воронин [и др.]. Москва : КолосС, 2007. 671 с.
2. Метлин А. Е., Чернышева Е. В., Рыбаков С. С. Бешенство животных: эпизоотология, меры борьбы и перспективы // Ветеринария Кубани. 2009. № 6. С. 5–10.
3. Основные эпизоотические угрозы, риски, прогнозы на 2017 год. URL: [https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/publications/iac\\_public40.pdf](https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/publications/iac_public40.pdf) (дата обращения: 08.03.2020).
4. Эпизоотическая ситуация в Российской Федерации 2017 год. Основные эпизоотические угрозы, риски, прогнозы на 2018 год. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2017/iac2017.pdf> (дата обращения: 03.03.2020).
5. Эпизоотическая ситуация в Российской Федерации 2018 год. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2018/iac2018.pdf> (дата обращения: 02.03.2020).
6. Эпизоотическая ситуация в Российской Федерации 2019 год. URL: [https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2019/report\\_3\\_quater.pdf](https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2019/report_3_quater.pdf) (дата обращения: 01.03.2020).
7. О дополнительных мерах, направленных на профилактику бешенства в РФ. URL: [https://rospotrebnadzor.ru/deyatelnost/epidemiological-surveillance/?ELEMENT\\_ID=10503](https://rospotrebnadzor.ru/deyatelnost/epidemiological-surveillance/?ELEMENT_ID=10503) (дата обращения: 03.03.2020).
8. Анализ эпизоотологического проявления рабической инфекции на территории Московской области за 2012–2017 годы / К. М. Абрамов, М. А. Ефимова, А. Н. Чернов [и др.] // Ветеринария Кубани. 2018. № 2. С. 18–21.

**References**

1. Infectious diseases of animals / B. F. Bessarabov, A. A. Vashutin, E. S. Voronin [et al.]. Moscow : KolosS, 2007. 671 p.
2. Metlin A. E., Chernysheva E. V., Rybakov S. S. Animal rabies: epizootology, control measures and prospects // Veterinary Kuban. 2009. № 6. P. 5–10.
3. Main epizootic threats, risks, forecasts in 2017. URL: [https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/publications/iac\\_public40.pdf](https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/publications/iac_public40.pdf) (date of access: 03.08.2020).
4. Epizootic situation in the Russian Federation in 2017. Main epizootic threats, risks, forecasts for 2018. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2017/iac2017.pdf> (date of access: 03.03.2020).
5. Epizootic situation in the Russian Federation in 2018. URL: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2018/iac2018.pdf> (date of access: 03.02.2020).
6. Epizootic situation in the Russian Federation in 2019. URL: [https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2019/report\\_3\\_quater.pdf](https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/iac/rf/2019/report_3_quater.pdf) (date of access: 03.01.2020).
7. On additional measures aimed at the prevention of rabies in the Russian Federation. URL: [https://rospotrebnadzor.ru/deyatelnost/epidemiological-surveillance/?ELEMENT\\_ID=10503](https://rospotrebnadzor.ru/deyatelnost/epidemiological-surveillance/?ELEMENT_ID=10503) (date of access: 03.03.2020).
8. Analysis of the epizootological manifestation of rabies infection in the Moscow region for 2012–2017 / K. M. Abramov, M. A. Efimova, A. N. Chernov [et al.] // Veterinary Kuban. 2018. № 2. P. 18–21.

УДК 636.086.15:633.1:631.5

DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-48-25-29

DKKBWH

Дата поступления статьи в редакцию: 01.11.2022 г.

**В. В. Дридигер, А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, А. С. Войтов,  
М. В. Ряшенцева**

Dridiger V. V., Esaulko A. N., Ozheredova A. Yu., Voitov A. S., Ryashentseva M. V.

## **ВЛИЯНИЕ НОРМЫ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ОРИГИНАТОРА ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ КУКУРУЗЫ»**

### **THE INFLUENCE OF THE SEEDING RATE ON THE YIELD AND QUALITY OF CORN HYBRIDS OF THE ORIGINATOR OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION «ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF CORN»**

Представлен материал о влиянии гибридов и норм высева на урожайность и качество зерна кукурузы (оригинатор ФГБНУ ВНИИ Кукурузы), возделываемой в зоне умеренного увлажнения Ставропольского края в 2021–2022 гг.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что на формирование уровня продуктивности культуры влияют погодные условия в годы проведения исследований, изучаемые гибриды кукурузы и нормы высева. В оптимальном по погодным условиям 2021 году самая высокая урожайность была сформирована на вариантах с нормой высева 60 тыс. шт/га, в менее благоприятном по увлажнению 2022 году максимальная урожайность кукурузы была сформирована при норме высева 50 тыс. шт/га.

Максимальная продуктивность кукурузы была получена у среднеспелого гибрида Машук 390 (FAO 390), сформированного урожайность 6,27 т/га, что существенно превышало показатель у среднеспелого гибрида Машук 355 – на 0,64 т/га и недостоверно – у гибрида Машук 480 – на 0,14 т/га.

Норма высева 60 тыс. шт/га способствовала формированию урожайности 6,16 т/га, что достоверно превышало показатель варианта с нормой высева 50 тыс. шт/га – на 0,31 т/га.

Среднепоздний гибрид кукурузы Машук 480 накапливал больше крахмала в своем зерне (69,71 %), чем среднеспелые Машук 355 и Машук 390, и разница составляла 1,92 % и 1,26 %.

На вариантах с нормой высева 60 тыс. шт/га накапливалось крахмала на 0,88 % больше по сравнению с вариантами, где применялась норма 50 тыс. шт/га.

**Ключевые слова:** гибриды кукурузы, норма высева, урожайность, качество, содержание крахмала.

The article presents the material on the influence of hybrids and seeding rates on the yield and quality of corn grain (the originator of the FGBNU Research Institute of Corn) cultivated in the zone of moderate humidification of the Stavropol Territory in 2021–2022.

The conducted studies indicate that the formation of the level of crop productivity is influenced by weather conditions during the years of research, the studied corn hybrids and seeding rates. In the optimal weather conditions in 2021, the highest yield was formed on variants with a seeding rate of 60 thousand units/ha, in the less favorable humidification year 2022, the maximum yield of corn was formed with a seeding rate of 50 thousand units/ha.

The maximum productivity of maize was obtained in the medium-ripened Mashuk 390 hybrid (FAO 390), which formed a yield of 6.27 t/ha, which significantly exceeded the indicator in the medium-ripened Mashuk 355 hybrid by 0.64 t/ha and unreliably in the Mashuk 480 hybrid by 0.14 t/ha.

The seeding rate of 60 thousand units/ha contributed to the formation of yield – 6.16 t/ha, which significantly exceeded the indicator of the variant with a seeding rate of 50 thousand units/ha – by 0.31 t/ha.

The mid-late hybrid of maize Mashuk 480 accumulated more starch in its grain (69.71 %) than the mid-ripe Mashuk 355 and Mashuk 390 and the difference was 1.92 % and 1.26 %.

In the variants with a seeding rate of 60 thousand units/ha, starch accumulated by 0.88 % more compared to the variants where the norm of 50 thousand units/ha was applied.

**Keywords:** corn hybrids, seeding rate, yield, quality, starch content.

#### **Дридигер Вячеслав Викторович –**

кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»

г. Пятигорск

Тел.: 8-962-446-44-48

E-mail: 976067@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

РИНЦ SPIN-код: 5497-6339

Тел.: 8-962-400-41-95

E-mail: aesaulko@yandex.ru

#### **Ожередова Алена Юрьевна –**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений

#### **Dridiger Vyacheslav Viktorovich –**

Candidate of Agricultural Sciences, Director FSBSI «All-Russian Research Institute of Corn» Pyatigorsk

Tel.: 8-962-446-44-48

E-mail: 976067@mail.ru

#### **Esaulko Aleksandr Nikolaevich –**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the RAS, Dean of the Faculty of Agrobiological 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

RSCI SPIN-code: 5497-6339

Tel.: 8-962-400-41-95

E-mail: aesaulko@yandex.ru

#### **Ozheredova Alena Yurevna –**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology

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

**Ряшенцева Марина Викторовна** – старший научный сотрудник отдела элитного семеноводства  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»  
г. Пятигорск  
РИНЦ SPIN-код: 2602-5638  
Тел.: 8-903-419-01-14  
E-mail: marina.riash@yandex.ru

**Войтов Алексей Сергеевич** – старший научный сотрудник отдела элитного семеноводства  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»  
г. Пятигорск  
РИНЦ SPIN-код: 5533-2049  
Тел.: 8-938-309-64-79  
E-mail: odissei\_@mail.ru

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 3968-8440  
Tel.: 8-962-010-68-96  
E-mail: alena.gurueva@mail.ru

**Ryashentseva Marina Viktorovna** – Senior Researcher of the Department of Elite Seed Production  
FSBSI «All-Russian Research Institute of Corn»  
Pyatigorsk  
RSCI SPIN-code: 2602-5638  
Tel.: 8-903-419-01-14  
E-mail: marina.riash@yandex.ru

**Voitov Alexey Sergeevich** – Senior Researcher of the Department of Elite Seed Production  
FSBSI «All-Russian Research Institute of Corn»  
Pyatigorsk  
RSCI SPIN-code: 5533-2049  
Tel.: 8-938-309-64-79  
E-mail: odissei\_@mail.ru

**О**дна из основных культур мирового земледелия – это кукуруза, она относится как к группе зерновых, так и к орзовым, технических, лекарственных культур [1, 2].

Национальная ассоциация производителей семян кукурузы и подсолнечника заявила о том, что отечественные семеноводы способны полностью удовлетворить потребности сельхозтоваропроизводителей в семенах кукурузы, при полной загрузке всех мощностей производства без напряжения возможно производить более 85 тыс. тонн, что соответствует потребности Российского рынка. Следует обратить внимание на то, что доля отечественных семян от общей потребности в последние 5 лет в России варьировала от 45 до 55 %, но большая часть агрохолдингов приобрела семена иностранной селекции, которые с 2014 года активно выращивали на территории нашей страны. Так, к 2021 году гибриды зарубежной селекции на 81 % заполнили рынок и вытеснили гибриды отечественного производства [3].

Сложившаяся ситуация в мире, сформировала неопределенность на российском рынке по импортозависимым сельскохозяйственным культурам. В текущем 2022 году дефицита не наблюдалось из-за того, что часть семян – 19 % была произведена отечественными производителями, а 81 % – ввезен до февраля 2022 года. Такая ситуация сигнализирует о том, что как можно скорее необходимо нарастить производство семян основных сельскохозяйственных культур, заложенных в Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации. Предположить в настоящей ситуации невозможно, захотят ли компании, связанные с недружественными государствами, завозить семена родительских форм, как и семена гибридов первого поколения. Им просто в любой момент могут запретить это делать [4].

Нарастить производство возможно с помощью увеличения урожайности, а для этого необходимо использовать семена высокого качества, хорошо подготовить почву под посев, сев проводить сеялками точного высева [5, 6], а также подбирать оптимальную густоту стояния растений. Число растений, способствующее формированию максимального урожая, зависит в первую очередь от группы спелости, типа гибрида, условий питания и водоснабжения и др. При выборе нормы высева семян следует учитывать не только почвенно-климатические условия, но и такие показатели, как высота растений и группа спелости гибрида кукурузы [7, 8].

Помимо воспроизводства большей урожайности кукурузы, необходимо задумываться и о качестве производимого зерна, а, как выясняется из научной литературы, норма высева здесь играет не последнюю роль.

В связи с чем цель наших исследований заключалась в определении влияния нормы высева на урожайность и качество гибридов кукурузы (Машук 355, Машук 390, Машук 480) оригинатора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы».

Экспериментальные исследования проводились на поле № 2 в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» в период с 2021 по 2022 год.

Почва места проведения исследований – чернозем обыкновенный, характеризовалась средней обеспеченностью органическим веществом (4,7 %), подвижными формами фосфора (11 мг/кг), повышенной обеспеченностью подвижными формами калия (309 мг/кг), рН – щелочная (8,2 ед.).

Территория землепользования ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы» расположена в умеренно влажной зоне с гидротермическим коэффициентом

1,1–1,3. Среднегодовое количество осадков, выпадающих за год, 498 мм, среднемноголетняя температура 10,2 °С.

В период вегетации кукурузы с мая по сентябрь в 2021 году выпало 423,9 мм осадков, что превысило количество осадков в анализируемый период 2022 года на 148,4 мм, а среднемноголетнее значение – на 178,0 мм. Температурный режим в оба года исследований был повышенный, в среднем за пять месяцев в 2021 году составил 20,8 °С, в 2022 году – 20,8 °С, что в 1,1 раза превышало среднемноголетнее значение. В 2021 году ГТК составил 1,3, в 2022 году – 1,1. Лучшим годом по погодным условиям для возделывания кукурузы оказался 2021 год.

Опыт двухфакторный: фактор А – гибриды кукурузы (Машук 355 (ФАО 350), Машук 390 (ФАО 390), Машук 480 (ФАО 480)); фактор В – норма высева семян (50 тыс. шт/га, 60 тыс. шт/га). Гибриды кукурузы Машук 355, Машук 390 – среднеспелые, Машук 480 – среднепоздний. Предшественник в опыте – озимая пшеница.

Технология возделывания была следующей: вспашку проводили К-744 Р + плуг ПП-9-35МП на глубину 25–27 см; первую культивацию на глубину 10–12 см К-744Р + КПС-4; предпосевную культивацию на глубину 5–6 см МТЗ-82 + КПС-4; сев с использованием МТЗ 1221 и сеялки Гаспардо (8 рядков).

Ширина деланки – 5,6 м, длина деланки – 850 м. Общая площадь деланки – 4760 м<sup>2</sup>, учетная – 1187 м<sup>2</sup>. Повторность – 4-кратная.

Система удобрения культуры: при посеве 100 кг/га аммофоса N12P52+ в фазу 4–5 листьев подкормка Амино Цинком 1 л/га.

Учет урожая проводили методом механизированной уборки с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике государственного сортоиспытания с.-х. культур 1989 года. Крахмал определили по ГОСТ 10845–98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала».

Самая высокая урожайность была отмечена у гибрида Машук 390, в оба года исследований в среднем независимо от норм высева она составляла 6,25 и 6,29 т/га, что достоверно превышало значение у гибрида Машук 355 на 0,72 и 0,58 т/га и недостоверно у Машук 480 на 0,11 и 0,17 т/га (табл. 1).

В оптимальном по погодным условиям 2021 году исследований большая урожайность кукурузы была получена при норме высева 60 тыс. шт/га у гибридов Машук 355 (ФАО 350) – 5,80 т/га, Машук 390 (ФАО 390) – 6,55 т/га, Машук 480 (ФАО 480) – 6,30 т/га, что оказалось выше, чем в 2022 году, на 0,05, 0,15, 0,12 т/га.

В менее увлажненном 2022 году максимальная урожайность кукурузы была сформирована при норме высева 50 тыс. шт/га и составила у гибридов Машук 355 (ФАО 350) – 5,80 т/га, Машук 390 (ФАО 390) – 5,95 т/га, Машук 480 (ФАО 480) – 5,98 т/га, что оказалось выше, чем в 2021

году, на 0,39, 0,23, 0,08 т/га соответственно изучаемым гибридам.

Таблица 1 – Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева, т/га

Гибриды кукурузы, А	Норма высева, В	Год исследования	
		2021	2022
Машук 355	50 тыс. шт/га	5,27	5,66
	60 тыс. шт/га	5,80	5,75
Машук 390	50 тыс. шт/га	5,95	6,18
	60 тыс. шт/га	6,55	6,40
Машук 480	50 тыс. шт/га	5,98	6,06
	60 тыс. шт/га	6,30	6,18
HCP <sub>05</sub> фактор А		0,50	0,38
HCP <sub>05</sub> фактор В		0,23	0,14
HCP <sub>05</sub> взаимодействие АВ		0,42	0,37

Данные по средней урожайности культуры за 2021–2022 годы представлены в таблице 2 и свидетельствуют о том, что наиболее продуктивным оказался гибрид Машук 390, его урожайность составила – 6,27 т/га, что оказалось существенно выше, чем у гибрида Машук 355 – на 0,64 т/га и недостоверно выше, чем у гибрида Машук 480 – на 0,14 т/га.

Таблица 2 – Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева (среднее за 2021–2022 гг.), т/га

Гибриды кукурузы, А	Норма высева, В		А, HCP <sub>05</sub> = 0,47
	50 тыс. шт/га	60 тыс. шт/га	
Машук 355	5,47	5,78	5,63
Машук 390	6,07	6,47	6,27
Машук 480	6,02	6,24	6,13
В, HCP <sub>05</sub> = 0,26	5,85	6,16	HCP <sub>05</sub> = 0,51

Максимальная урожайность кукурузы была получена при норме высева 60 тыс. шт/га – 6,16 т/га, что достоверно превышало норму высева 50 тыс. шт/га на 0,31 т/га.

Немаловажным показателем при возделывании сельскохозяйственных культур является не только количество получаемой продукции, но и его качество. Кукуруза является сырьем для производства кукурузного крахмала, это вещество в зернах кукурузы содержится в преобладающем количестве – до 70 % к массе сухого зерна [7]. В связи с чем был проведен анализ влияния норм высева на накопление в гибридах кукурузы крахмала.

Среднепоздний гибрид кукурузы Машук 480 накапливал больше крахмала в своем зерне (69,71 %), чем среднеспелые Машук 355 и Машук 390 – на 1,92 % и 1,26 %. При норме высева 60 тыс. шт/га происходило большее накопление крахмала, чем на варианте с нормой 50 тыс. шт/га – на 0,88 % (табл. 3).

Обобщая все вышеизложенное можно сделать вывод, что урожайность зерна кукурузы зависела от погодных условий, выращиваемых гибридов и норм высева. Так, наблюдалась следующая картина: самая высокая урожайность в оба года исследований была сформирована у среднеспелого гибрида Машук 390 и составила в 2021 году – 6,25 т/га, в 2022 году 6,29 т/га, что было выше, чем у среднеспелого гибрида Машук 355, на 0,91 и 0,58 т/га, и среднепозднего гибрида Машук 480 – на 0,11 и 0,17 т/га.

Таблица 3 – Содержание крахмала в зерне гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева (среднее за 2021–2022 гг.), в % на абс. сухое вещество

Гибриды кукурузы, А	Норма высева, В		A <sub>r</sub> НСР <sub>05</sub> = 0,67
	50 тыс. шт/га	60 тыс. шт/га	
Машук 355	67,30	68,28	67,79
Машук 390	67,92	68,97	68,45
Машук 480	69,41	70,01	69,71
В, НСР <sub>05</sub> = 0,84	68,21	69,09	НСР <sub>05</sub> = 0,61

В оптимальном по погодным условиям 2021 году исследований большая урожайность кукурузы была получена при норме высева 60 тыс. шт/га у гибрида Машук 355 (ФАО 350) –

5,80 т/га, Машук 390 (ФАО 390) – 6,55 т/га, Машук 480 (ФАО 480) – 6,30 т/га, что оказалось выше, чем в 2022 году, на 0,05, 0,15, 0,12 т/га.

В менее увлажненном 2022 году максимальная урожайность кукурузы была сформирована при норме высева 50 тыс. шт/га и составила у гибрида Машук 355 (ФАО 350) 5,80 т/га, Машук 390 (ФАО 390) – 5,95 т/га, Машук 480 (ФАО 480) – 5,98 т/га, что оказалось выше, чем в 2021 году, на 0,39, 0,23, 0,08 т/га соответственно изучаемым гибридам.

При анализе урожайности в среднем за 2021 и 2022 годы установили, что самым высокопродуктивным оказался среднеспелый гибрид Машук 390, который сформировал урожайность 6,27 т/га, что существенно превышало показатель у среднеспелого гибрида Машук 355 на 0,64 т/га и недостоверно у гибрида Машук 480 на 0,14 т/га.

Максимальная урожайность кукурузы была получена при норме высева 60 тыс. шт/га – 6,16 т/га, что достоверно превышало норму высева 50 тыс. шт/га на 0,31 т/га.

В зерне гибрида Машук 480 накапливалось самое большое количество крахмала – 69,71 т/га, что существенно больше, чем у гибридов Машук 355 и Машук 390, – на 1,92 % и 1,26 %. Зерно с большим содержанием крахмала было получено на варианте с нормой высева 60 тыс. шт/га.

## Литература

1. Багринцева В. Н., Ивашененко И. Н. Отзывчивость гибридов кукурузы и их родительских форм на азотное удобрение // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 4. С. 17–21.
2. 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 / А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, Е. В. Голосной [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2022. № 1(45). С. 37–42.
3. Состояние рынка семян кукурузы в Российской Федерации в 2022 году и прогноз на 2023 год. URL: <https://napksk.ru/daoklad-rynok-kukuruzu-2022> (дата обращения: 01.10.2022).
4. «Что посеешь»: названа доля импортной селекции под урожай 2022 года. URL: <https://chr.rbc.ru/chr/freenews/627e43079a79478577131a57> (дата обращения: 01.10.2022).
5. Агроэкологические аспекты применения удобрений при выращивании кукурузы на силос / Ю. И. Гречишкина, А. Н. Есаулко, С. А. Коростылев [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 2(22). С. 189–193.
6. Отзывчивость кукурузы на силос на современные удобрения на черноземе выщело-

## References

1. Bagrintseva V. N., Ivashenenko I. N. Responsiveness of corn hybrids and their parent forms to nitrogen fertilizer // Russian Agricultural Science. 2017. № 4. P. 17–21.
2. Influence 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 / A. Yu. Ozheredova, A. N. Esaulko, E. V. Golosnoy [et al.] // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2022. № 1(45). P. 37–42.
3. State of the corn seed market in the Russian Federation in 2022 and the forecast for 2023. URL: <https://napksk.ru/daoklad-rynok-kukuruzu-2022> (date of access: 01.10.2022).
4. «What will you sow»: the share of imported breeding for the harvest of 2022 is named. URL: <https://chr.rbc.ru/chr/freenews/627e43079a79478577131a57> (date of access: 01.10.2022).
5. Agroecological aspects of the use of fertilizers in the cultivation of corn for silage / Yu. I. Grechishkina, A. N. Esaulko, S. A. Korostylev [etal.] // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2016. № 2 (22). P. 189–193.
6. Responsiveness of corn to silage to modern fertilizers on leached chernozem of the Stav-

- ченном Ставропольской возвышенности / С. А. Коростылев, А. Н. Есаулко, М. С. Сигида [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 1639.
7. Кадыров С. В., Харитонов М. Ю. Урожайность и качество семян кукурузы (При разных нормах высева) // Фермер. Черноземье. 2017. № 2(2). С. 26–29.
  8. Меркулов П. Ю., Мингалев С. К. Влияние густоты посева на урожайность зеленой массы гибридов кукурузы // Молодежь и наука. 2018. № 6. С. 42.
7. Kadyrov S. V., Kharitonov M. Yu. Yield and quality of corn seeds (At different seeding rates) // Farmer. Black soil region. 2017. № 2(2). P. 26–29.
  8. Merkulov P. Yu., Mingalev S. K. The influence of sowing density on the yield of green mass of corn hybrids // Youth and science. 2018. № 6. P. 42.

**О. Ю. Лобанкова, В. В. Агеев, А. А. Беловолова, Н. В. Громова**

Lobankova O. Yu., Ageev V. V., Belovolova A. A., Gromova N. V.

## НАНОЧАСТИЦЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В АГРОХИМИИ

### NANOPARTICLES AND NANOTECHNOLOGIES IN AGROCHEMISTRY

На основе тщательного ретроспективного анализа накопленных знаний и теоретических концепций обсуждаются цели и выбор дальнейшего развития научных исследований в области химии почв. Это первая попытка на юге России представить анализ положения в региональном аспекте. Описывается процесс закрепления в почвенном воздухе и глинистых агрегатах необходимых растениям соединений углерода, аммония, промежуточных продуктов – оксидов, карбонатов в комплексе с азотом. Анализируется внедрение растворённых газов и водорастворимых соединений в твёрдую почвенную фазу и её минеральную часть – алюмокремниевые соединения, такие как мусковит, биотит, флогопит. Дано объяснение процессу заполнения свободных и заполненных водой ячеек в кристаллической решётке высокодисперсных минералов (гидрофлюид) катионами и анионами. При разложении азотистых соединений, например жидкого аммиака, применяемого как удобрение, глины, насыщенные  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , переводят аммиак в  $\text{NH}_4^+$ . При физическом поглощении аммиака снижение давления его газообразной формы приводит к разрушению кристаллической решётки глинистых минералов, высвобождая поглощённый аммоний. Дальнейшее изучение и экспериментирование в области насыщения глинистых минералов наночастицами, которые могут выступать как питательные элементы для растений, позволит приблизить агрохимию к органическому земледелию.

**Ключевые слова:** наночастицы, нанотехнологии, агрохимия, почва, почвенный поглощающий комплекс, почвенный раствор, питание растений, природный опал.

Based on a careful retrospective analysis of accumulated knowledge and theoretical concepts, this paper discusses the goals and the choice of further development of scientific research in soil chemistry. This is the first attempt in the south of Russia to present an analysis of the situation in the regional aspect. The article describes the process of fixing carbon, ammonium compounds, intermediate products – oxides, carbonates in combination with nitrogen in the soil air and clay aggregates necessary for plants. The introduction of dissolved gases and water-soluble compounds into the solid soil phase and its mineral part – aluminum-silicon compounds such as muscovite, biotite, phlogopite is analyzed. An explanation is given for the process of filling free and water-filled cells in the crystal lattice of highly dispersed minerals (hydrofluids) with cations and anions. When decomposing nitrogenous compounds, for example, liquid ammonia used as fertilizer, clays saturated with  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  convert ammonia to  $\text{NH}_4^+$ . During the physical absorption of ammonia, a decrease in the pressure of its gaseous form leads to the destruction of the crystal lattice of clay minerals, releasing the absorbed ammonium. Further study and experimentation in the field of saturation of clay minerals with nanoparticles, which can act as nutrients for plants, will bring agrochemistry closer to organic farming.

**Key words:** nanoparticles, nanotechnology, agrochemistry, soil, soil absorbing complex, soil solution, plant nutrition, natural opal.

**Лобанкова Ольга Юрьевна –**

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 7223-7222  
Тел.: 8-906-472-83-75  
E-mail: kristall.ya@yandex.ru

**Lobankova Olga Yurievna –**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 7223-7222  
Tel.: 8-906-472-83-75  
E-mail: kristall.ya@yandex.ru

**Агеев Валентин Васильевич –**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 1841-6570  
Тел.: 8(8652)73-20-49

**Ageev Valentin Vasilyevich –**

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 1841-6570  
Tel.: 8(8652)73-20-49

**Беловолова Алла Анатольевна –**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 9536-8942  
Тел.: 8-903-418-50-12  
E-mail: belovolova.alla@mail.ru

**Belovolova Alla Anatolyevna –**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 9536-8942  
Tel.: 8-903-418-50-12  
E-mail: belovolova.alla@mail.ru

**Громова Наталья Викторовна –**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений

**Gromova Natalia Viktorovna –**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 6115-5740  
Тел.: 8-903-445-79-37  
E-mail: nikolenko0812@mail.ru

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 6115-5740  
Tel.: 8-903-445-79-37  
E-mail: nikolenko0812@mail.ru

**П**рирода почвы основывается на тончайших материях, параметрах, изменяемых нанометрами. Это хорошо известно, но, несмотря на продолжительные многоплановые исследования, всё ещё нет тонкого понимания и прагматики нанотехнологий в агрохимии.

Юг России известен миру как регион скакового и военного коневодства. Стоит войти в два рядом стоящих корпуса – скаковых лошадей и тягловых и не надо обладать особым обонянием, чтобы ощутить в них разную атмосферу. Причина – скаковые лошади содержатся на глиняных полах.

Воздух – самая тонкая структура из известных, вступает в реакции типа  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ ;  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH}$ , который и закрепляется в глине, далее промежуточные продукты ( $\text{NH}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  и другие) становятся питательными элементами, попутно постоянно и стабильно подкисляя жидкую фазу почвы. Один кубический метр почвы под растительным покровом в течение вегетационного периода выделяет от 2 до 10 л  $\text{CO}_2$ /сутки. Адекватно поглощаются  $\text{O}_2$  и  $\text{NH}_4$  с переводом труднодоступных фосфатов, карбонатов и других минералов в усвояемые формы. Избыток  $\text{CO}_2$  и недостаток  $\text{O}_2$  в почвенном воздухе угнетает растения и микроорганизмы.

Почвенный раствор – прямой, с ограниченным действием резервуар элементов питания:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{F}^+$  и всей таблицы Д. И. Менделеева; водорастворимые органические вещества и растворённые газы ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  и другие) перетекают, независимо от происхождения, в твёрдую фазу почвы, в минеральную часть – алюмокремниокислородные соединения (первичные алюмосиликаты) – ортоклазы  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ , плагиоклазы  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  (смесь анортита и альбита в различных пропорциях), калийная слюда – мусковит  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_2\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ , железисто-магнезиальная слюда – биотит,  $\text{K}(\text{MgFe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})\text{n}(\text{OH},\text{F})_2$  и магнезиальная слюда – флогопит  $\text{KMg}_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH},\text{F})_2$ . А где же место другим названным выше веществам?

Вторичные минералы: монтмориллонитовая группа – монтмориллонит  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ , бейделит  $\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_9(\text{OH})_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ . Исчезли элементы, понимаемые как питательные, но сохранили высокую дисперсность, набухаемость, липкость и вязкость, то есть готовность принять в освободившееся пространство другие питательные и непитательные элементы из раствора воздуха; менее дисперсные, с небольшой

набухаемостью и липкостью минералы каолиновой группы – каолинит  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  и галлузит  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , что существенно отличает их от приведённых выше.

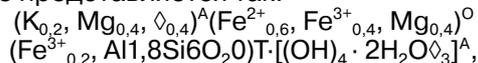
В чернозёмах, сформированных на покровных суглинках, преобладают высокодисперсные минералы: слюды и монтмориллонит, в виде небольшой примеси или вовсе отсутствует каолинит; гидрослюды образуются из полевых шпатов и слюд и наполняются утраченными элементами питания: гидромусковит (иллит)  $\text{KAl}_2[(\text{Si}:\text{Al})_4\text{O}_{10}]\text{OH}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ , гидробиотит  $\text{K}(\text{MgFe})_3[(\text{AlSi}_4\text{O}_{10})]\text{OH}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$  и вермикулит  $(\text{MgFe}^{2+}, \text{F}^{3+})_2[(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}](\text{OH}_2) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

В кристаллической решётке возникают свободные и занятые водой ячейки, которая по закону действующих масс уступает место любому другому элементу из таблицы Д. И. Менделеева.

Типовой химический состав смектитов (%):  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 16,5,  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,92,  $\text{SiO}_2$  – 52,3,  $\text{Na}_2\text{O}$  – 1,92,  $\text{TiO}_2$  – 0,95,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,12,  $\text{CaO}$  – 5,49,  $\text{MgO}$  – 3,03,  $\text{F}_2\text{O}_3$  – 5,2,  $\text{S}$  – 0,36, остальные (13,21 %) представляются оставшимися элементами таблицы Д. И. Менделеева. По химическому составу смектиты с преобладанием  $\text{Na}^+$  называются щелочными и щелочноземельными с преобладанием  $\text{Ca}^{2+}$ .

Вторичные минералы различаются строением кристаллической решётки, степенью дисперсности, другими признаками с присущими общими свойствами: величиной кристалла (до десятых – сотых долей микрометра); большой поверхностью и высокой поглотительной способностью.

Наноструктурированная калийная слюда – мусковит  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$  (гидрослюда) с недостатком катиона в кристаллической решётке представляется так:



где А – межслоевой промежуток в кристаллической решётке;

О – октаэдрическая координация;

Т – тетраэдрическая координация;

◇ – вакансия (катион и координирующая  $\text{H}_2\text{O}$  отсутствуют).

Размерность межслоевого промежутка = 1,124 нм, то есть достаточная для приёма не только катиона, но и аниона.

Покажем дальнейший путь заполнения вакансий и координирующей воды в решётке на основе собственных исследований жидких азотных и комплексных удобрений, первых и единственных на чернозёмах типичных и обыкновенных в СКФО [1], на примере взаимодействия водного, безводного аммиака с минералами почвы.

Первый этап:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}(\text{OH})_2$ ;  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  и далее по типу ионообменных реакций:  $\text{Mg} + \diamond \leftrightarrow 2\text{NH}_4 + (\text{ионный обмен})$ ;  $\diamond + \text{Fe}^{3+} \leftrightarrow 2\text{NH}_4 + \text{Fe}^{2+}$  (ионный захват) образуется калийаммонийная гидрослюда  $(\text{K}_{0,2}\diamond, \text{NH}_4^{+0,8})^A (\text{Fe}^{2+}_{0,6}, \text{Mg}^{2+}_{0,4})^O + (\text{Fe}^{3+}_{0,4} \text{NH}_4^{+0,2}, \text{Al}_{1,8}\text{SiO}_6\text{O}_2\text{O})^T \cdot (\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  с деформированным межслоевым пространством – 1,128 нм.

Следовательно, по этой схеме токсичный (ядовитый) аммиак превращается в нетоксичный и сравнительно легкодоступный для растений катион аммония  $\text{NH}_4^+$  и попутно микроэлемент железа.

Подобное происходит при взаимодействии  $\text{NH}_3$  с  $\text{H}^+$ . Кислые минералы, содержащие в ППК ионы водорода (протоны), образуют с глиной  $[\text{H}^+ + \text{NH}_3 \rightarrow \text{глина} [\text{NH}_4^+]$ .

Аммиак реагирует с протонами гидроксильных групп, связанных с кремнием на грани кристалла глинистого минерала или в аморфном веществе почвы:  $-\text{Si}-\text{OH} + \text{NH}_3 \leftrightarrow -\text{SiONH}_4$ . Диссоциация этих протонов зависит от pH: только в щелочной среде (свойство почв южнорусской степи) они активны и образуют  $\text{NH}_4^+$ . Чем щелочнее почва, тем больше возникает прото-

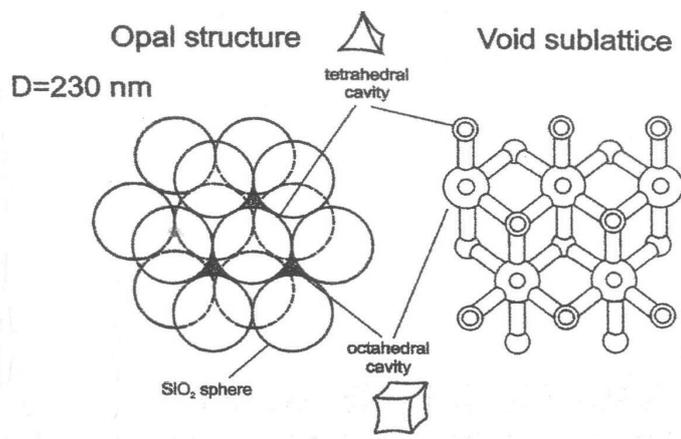
нов при диссоциации. Именно такая (плюс к почвенной) среда создаётся в очагах сосредоточения аммиака жидких и твёрдых комплексных удобрений в почве.

Глины, насыщенные  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  (см. выше), переводят аммиак (гниение) в  $\text{NH}_4^+$ . Образование  $\text{NH}_4^+$  и сжатие решётки создаёт «ловушку» для катионов, что в настоящее время понимается как необменная фиксация. Физическая адсорбция  $\text{NH}_3$  минералами определяется давлением его в газообразной форме. Как только давление понижается, поглощённые ионы  $\text{NH}_4^+$  «взрывают» кристаллическую решётку и снова превращаются по показанной выше схеме.

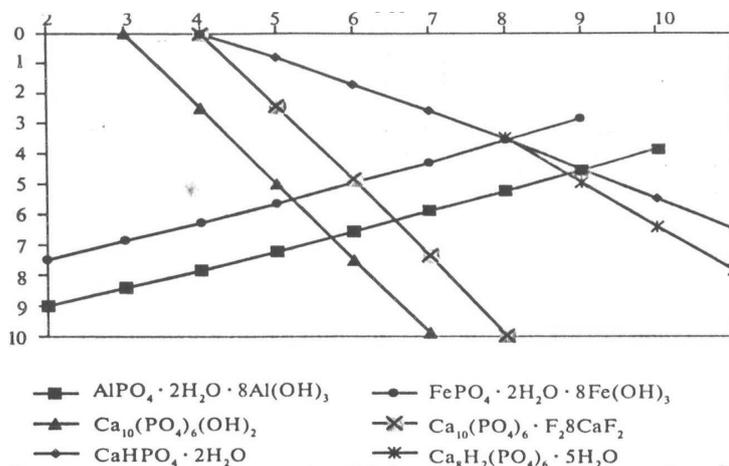
Отсюда обоснование нанотехнологий в получении и применении удобрений. Наноструктурированные минералы (слюда) GS-1 и GS-2 протестированы как нанофильтер ( $\text{NH}_3$  R = 1,124 нм) и комплексное азотно-калийное удобрение пролонгированного действия. Полагаем, что с этим наши тяжёлые почвы справятся самостоятельно без «изобретения велосипеда».

Предположения о механизме данного процесса фрагментарно описывали многие исследователи [2–8].

Сопроводим его рисунками 1, 2 и 3.



**Рисунок 1** – Усреднённый диаметр глобул природных опалов составляет 230 нм, окружность – 720 нм (по В. А. Моргун, 2011) [8]



**Рисунок 2** – Изотермы растворимости для различных кристаллических фосфатов (по С. А. Барберу, 1988; по В. В. Агееву, А. И. Подколзину, 2005) [9, 6]



**Рисунок 3** – Диаграмма по С. А. Барберу (1988), иллюстрирующая участки в глинистом минерале иллит, где  $K^+$  и  $NH_4^+$  не обмениваются (слои сжатые), и островки гидроксила Al (или Fe), расширяющие слой, где  $K^+$  и  $NH_4^+$  обмениваются (в модификации В. В. Агеева, А. И. Подколзина, 2005) [9, 6]

В природных опалах одновременно соседствуют и октаэдральные, и тетраэдральные каверны. Структура природного опала представляет собой ГЦК решётку, образованную близкими по диаметру глобулами кремнезёма, размеры которых обычно составляют 200–600 нм. Их регулярная упаковка образует трёхмерную сверхрешётку, а вся система в целом – трёхмерный фотонный кристалл. Такие упаковки содержат структурные пустоты (те-

траэдрического и октаэдрического типов) размером 60–200 нм, которые в природных опалах заполнены водой и другими компонентами.

Итоги изучения теоретических основ и экспериментирования в данной области знаний дают возможность насыщения глинистых минералов наночастицами, что позволит получать новые быстродействующие экологически безопасные виды удобрений и других агрохимикатов.

### Литература

1. Агеев В. В. Влияние безводного аммиака и ЖКУ на урожай основных сельскохозяйственных культур, возделываемых в Ставропольском крае // Химия в сельском хозяйстве. 1981. № 8. С. 17–23.
2. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия. М.: Наука, 1974. 314 с.
3. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 263 с.
4. Кереев К. Н., Фиапшев Б. Х. Почвы степной зоны Кабардино-Балкарской АССР. Нальчик, 1986. 120 с.
5. Зонн С. В. История почвоведения России в XX веке (Неизвестные и забытые страницы). Ч. I. М.: Ин-т географии РАН, 1999. 376 с.
6. Агеев В. В., Подколзин А. И. Агрохимия: южно-российский аспект. Т. 1. Питание растений. Свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений. Ставрополь, 2005. 488 с.
7. Коншина Е. А. Развитие физико-химической концепции нанотехнологии ориентации жидких кристаллов // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2005. № 23. С. 3–13.
8. Моргун В. А. Яйцо – райцо, геометрия мультиверсума и перспектива Армагеддо-

### References

1. Ageev V. V. Influence of anhydrous ammonia and housing and communal services on the yield of the main agricultural crops cultivated in the Stavropol Territory // Chemistry in agriculture. 1981. № 8. P. 17–23.
2. Gorbunov N. I. Mineralogy and colloidal chemistry. M.: Nauka, 1974. 314 p.
3. Kovda V. A. Biogeochemistry of soil cover. M.: Nauka, 1985. 263 p.
4. Kerefov K. N., Fiapshev B. H. Soils of the steppe zone of the Kabardino-Balkarian ASSR. Nalchik, 1986. 120 p.
5. Zonn S. V. History of soil science in Russia in the XX century (Unknown and forgotten pages). Part I. M.: Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 1999. 376 p.
6. Ageev V. V., Podkolzin A. I. Agrochemistry: the South Russian aspect. Vol. 1. Plant nutrition. Soil properties in connection with plant nutrition and the use of fertilizers. Stavropol, 2005. 488 p.
7. Konshina E. A. Development of the physico-chemical concept of nanotechnology orientation of liquid crystals // Scientific and Technical Bulletin of the St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2005. № 23. P. 3–13.
8. Morgun V. A. Egg – rayzo, geometry of the multiverse and the prospect of Armaged-

- на : монография // Циклы природы и общества : материалы XIX Международной научной конференции (Ставрополь, 15–16 декабря 2011 г.) / Ставропольский институт имени В. Д. Чурсина. Ставрополь, 2011. С. 11–93.
9. Барбер С. А. Биологическая доступность питательных веществ в почве. М. : Агропромиздат, 1988. 376 с.
- don : monograph // Cycles of nature and societies : materials of the XIX International Scientific Conference (Stavropol, December 15–16, 2011) / Stavropol Institute named after V. D. Chursin. Stavropol, 2011. P. 11–93.
9. Barber S. A. Bioavailability of nutrients in soil. M. : Agropromizdat, 1988. 376 p.

УДК 633.11“324”:632  
DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-48-35-40DOVBDM  
Дата поступления статьи в редакцию: 25.11.2022 г.**Л. В. Мазницына, Ю. А. Безгина, О. В. Шарипова, М. А. Прилепин,  
А. В. Мурадова****Maznitsina L. V., Bezgina Yu. A., Sharipova O. V., Prilepin M. A., Muradova A. V.**

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ В ОТНОШЕНИИ ЛИСТОВЫХ ПАТОГЕНОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ЮГА РОССИИ

### OPTIMIZATION OF THE STATE OF CROPS WITH REGARD TO LEAF PATHOGENS OF WINTER WHEAT IN THE SOUTH OF RUSSIA

Для формирования здорового урожая озимой пшеницы и снижения фитосанитарных рисков в проявлении инфекционных болезней в период всходов и в течение всей вегетации необходимо оптимизировать комплекс защитных мероприятий, начиная с организации севооборота и заканчивая фунгицидными обработками. Получение стабильно высоких урожаев соответствующего качества возможно только при соблюдении технологии возделывания, включающей систему обработки почвы, применение удобрений, выращивание устойчивых сортов из семян высокого качества и проведение полного комплекса защитных мероприятий. Исследования по построению эффективной системы защитных мероприятий по сдерживанию развития патогенных микроорганизмов проводились в производственных условиях на сорте озимой пшеницы Тая в 2022 году. Полевой опыт закладывался в трехкратной повторности, размещение вариантов – систематическое, площадь делянки составила 50 тыс. м<sup>2</sup> (50 × 1000) – один проход сеялки Быстрица – 7,2 ПМ. В опыте применялась комбинированная система обработки почвы. По результатам мониторинга листовых болезней установлена высокая биологическая эффективность препаратов ТриАгро, КС и Амистар Экстра, СК. Обработкой удалось снизить интенсивность распространения септориоза на 53 и 55 %, а пиренофороза – на 79–95 %. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение фунгицидов ТриАгро, КС и Амистар Экстра, СК с целью формирования благоприятного инфекционного фона для развития растений озимой пшеницы.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, септориоз, пиренофороз, фузариоз, фунгициды.

In order to form a healthy harvest of winter wheat and reduce phytosanitary risks in the manifestation of infectious diseases during germination and throughout the growing season, it is necessary to optimize a set of protective measures, starting with the organization of crop rotation and ending with fungicidal treatments. Obtaining consistently high yields of the appropriate quality is possible only if the cultivation technology is observed, including the soil tillage system, the use of fertilizers, the cultivation of resistant varieties from high quality seeds and the implementation of a full range of protective measures. Research on building an effective system of protective measures to curb the pathogenic microorganisms of development was carried out under production conditions, on the winter wheat variety Tanya in 2022. The field experience was laid in triplicate, the placement of options was systematic, the area of the plot was 50 thousand m<sup>2</sup> (50 × 1000) – one pass of the seeder Bystrica – 7.2 PM. In the experiment, a combined tillage system was used. Based on the results of leaf diseases monitoring, the high biological effectiveness of TriAgro, KS and Amistar Extra, SK was established. The treatment was able to reduce the intensity of the spread of septoria blight by 53 and 55 %, and pyrenophorosis – by 79–95 %. The results obtained allow us to recommend the use of TriAgro, KS and Amistar Extra, SK fungicides in order to form a favorable infectious background for the development of winter wheat plants.

**Key words:** winter wheat, septoria, pyrenophorosis, fusarium, fungicides.

**Мазницына Любовь Васильевна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 8977-8270  
Тел.: 8-903-409-43-79  
E-mail: lyubov\_m@inbox.ru

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

**Шарипова Ольга Васильевна** – старший преподаватель кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 2175-7405  
Тел.: 8-903-409-43-88  
E-mail: olga\_sharipova80@mail.ru

**Maznitsina Lubov Vasilevna** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Plant Protection FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol  
RSCI SPIN-code: 8977-8270  
Tel.: 8-903-409-43-79  
E-mail: lyubov\_m@inbox.ru

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

**Sharipova Olga Vasilevna** – Senior Lecturer of the Department of Chemistry and Plant Protection FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol  
RSCI SPIN-code: 2175-7405  
Tel.: 8-903-409-43-88  
E-mail: olga\_sharipova80@mail.ru

**Прилепин Максим Александрович** – магистрант факультета экологии и ландшафтной архитектуры  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
Тел.: 8-918-456-88-17  
E-mail: maxprilepin@mail.ru

**Мурадова Алина Валерьевна** – аспирант кафедры химии и защиты растений  
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
г. Ставрополь  
РИНЦ SPIN-код: 8068-3865  
Тел.: 8-928-324-88-27  
E-mail: alina\_muradova272727@mail.ru

**Prilepin Maxim Aleksandrovich** – master's student of the Faculty of Ecology and Landscape Architecture  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
Tel.: 8-918-456-88-17  
E-mail: maxprilepin@mail.ru

**Muradova Alina Valeryevna** – postgraduate student of the Department of Chemistry and Plant Protection  
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»  
Stavropol  
RSCI SPIN-code: 8068-3865  
Tel.: 8-928-324-88-27  
E-mail: alina\_muradova272727@mail.ru

**Зерновые колосовые культуры, в том числе озимая пшеница, подвергаются заболеваниям на всех стадиях развития. Получение стабильно высоких урожаев соответствующего качества возможно только при соблюдении технологии возделывания, включающей систему обработки почвы, применение удобрений, выращивание устойчивых сортов из семян высокого качества и проведение полного комплекса защитных мероприятий.**

Одним из основных факторов снижения показателей количества и качества урожая зерна озимой пшеницы на Юге России является интенсивный рост развития возбудителей заболеваний. Экономически значимыми для региона являются: прикорневые и корневые гнили (гибеллинозная – *Gibellina segetalis* Pass., фузариозная – *Fusarium* spp., офиоболезная – *Ophiobolus graminis* Sacc., церкоспореллезная – *Pseudocercospora herpotrichoides* Fron.), желтая ржавчина (*Puccinia striiformis* West.), стеблевая (линейная) ржавчина (*Puccinia graminis* Pers.), септориоз пшеницы (анаморфа *Septoria tritici* Rob.), желтая пятнистость листьев (телеоморфа *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler), фузариоз колоса (*Fusarium* spp.), пыльная головня (*Ustilago tritici* Jens.), твердая головня (*Tilletia* spp.) и др.

Следуя из этого, необходимо получать качественную и конкурентноспособную зерновую продукцию с сохранением оптимальных фитосанитарных условий, которые приведут к социально-экономическому развитию страны в условиях рыночной экономики.

Целью наших исследований являлось построение эффективной системы защитных мероприятий от микроорганизмов различной этиологии в производственных посевах озимой пшеницы ООО «Медведовские сады» Тимашевского района Краснодарского края.

Эксперимент проводился в производственных условиях на сорте озимой пшеницы Тая в 2022 году. Полевой опыт закладывался в трехкратной повторности, размещение вариантов – систематическое, площадь делянки составила 50 тыс. м<sup>2</sup> (50 × 1000) – один проход сеялки Быстрица – 7,2 ПМ. В опыте применялась комбинированная система обработки почвы.

В проводимых исследованиях изучались востребованные фунгициды от мировых лидеров (Syngenta, Bayer) и российского бренда (ООО «Агрохим-XXI»), эффективные против широкого спектра фитопатогенов на зерновых культурах.

В рамках полевого опыта проводились обследования посевов на распространенность и степень развития болезней по вариантам эксперимента согласно методическим рекомендациям [1]. Исследования по расчету биологической эффективности проводили по формуле Аббота [2].

В целом схема опыта выглядела следующим образом (табл.).

Таблица – Схема опыта

№ п/п	Применяемые фунгициды	Система защиты
1	Контроль	<b>Протравитель</b> Максим форте, КС – 1,75 л/т <b>Инсектицид</b> Каратэ Зеон, КЭ – 0,15 л/га <b>Гербицид</b> Ланцелот 450, ВДГ – 0,033 л/г
2	Альто супер, КЭ – 0,5 л/га	<b>Протравитель</b> Максим форте, КС – 1,75 л/т
3	Фалькон, КЭ – 0,6 л/га	<b>Инсектицид</b> Каратэ Зеон, КЭ – 0,15 л/га
4	ТриАгро, КС – 1 л/га	<b>Гербицид</b> Ланцелот 450, ВДГ – 0,033 л/г
5	Амистар Экстра, СК – 1 л/га	<b>Фунгицид</b> – согласно схеме опыта + Прозаро, КЭ – 1 л/га

Агротехнические мероприятия включали двукратное дискование на глубину 6–8 см агрегатом NewHolland 7060 + Challenger 1435,26, предпосевную обработку бороной на глубину 4–6 см. Перед посевом культуры проводили культивацию культиватором КБМ-8. Предварительно протравленные семена высеивали в оптимальные сроки. Вместе с посевом вносили диамофоску (16:52:52) с нормой расхода 200 кг/га. Качественная подготовка семян позволила защищать семена и проростки от возбудителей болезней в осенне-зимний период, а внесенные удобрения обеспечили поступление минеральных элементов.

Внесение азотных удобрений в ранневесенний период позволяет усилить ростовые процессы и формирование репродуктивных органов, повысить устойчивость к болезням [3]. Проведена подкормка азотными удобрениями из расчета 103,2 кг действующего вещества на 1 гектар.

Несмотря на то что озимые зерновые являются достаточно сильными конкурентами сорняков, весной в фазу кущения рекомендуется проводить гербицидные обработки против широкого спектра сорной растительности [4, 5]. В нашем опыте мы применяли гербицид Ланцелот 450, ВДГ (0,33 кг/га).

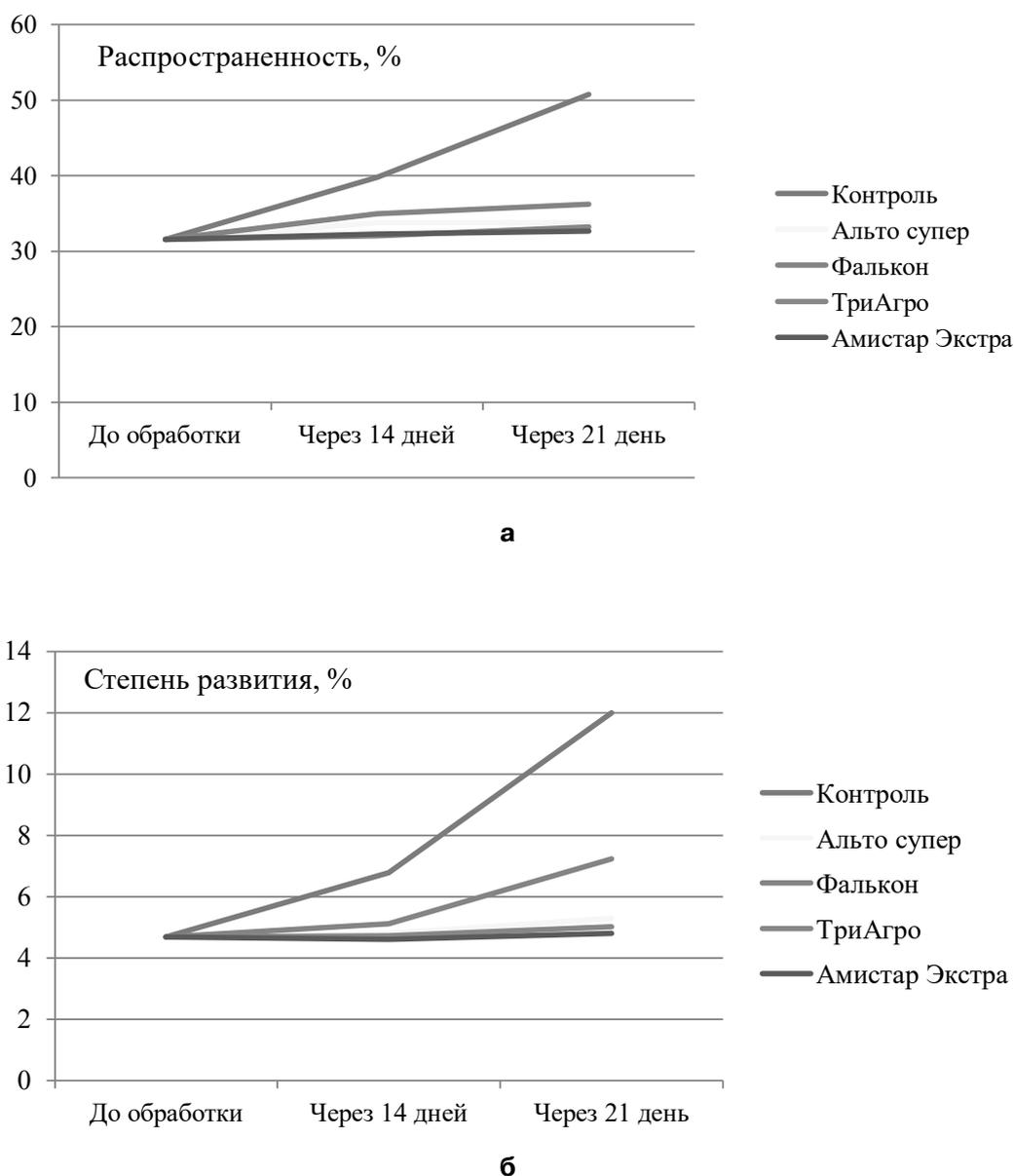
Защиту культуры от вредителей проводили дважды – в фазу «флаг-лист – колошение» и в фазу «конец колошения – начало цветения».

Применяли пиретроидный инсектицид Каратэ Зеон, КЭ (0,15 л/га). Обработку проводили опрыскивателем Amazone-3000 UG.

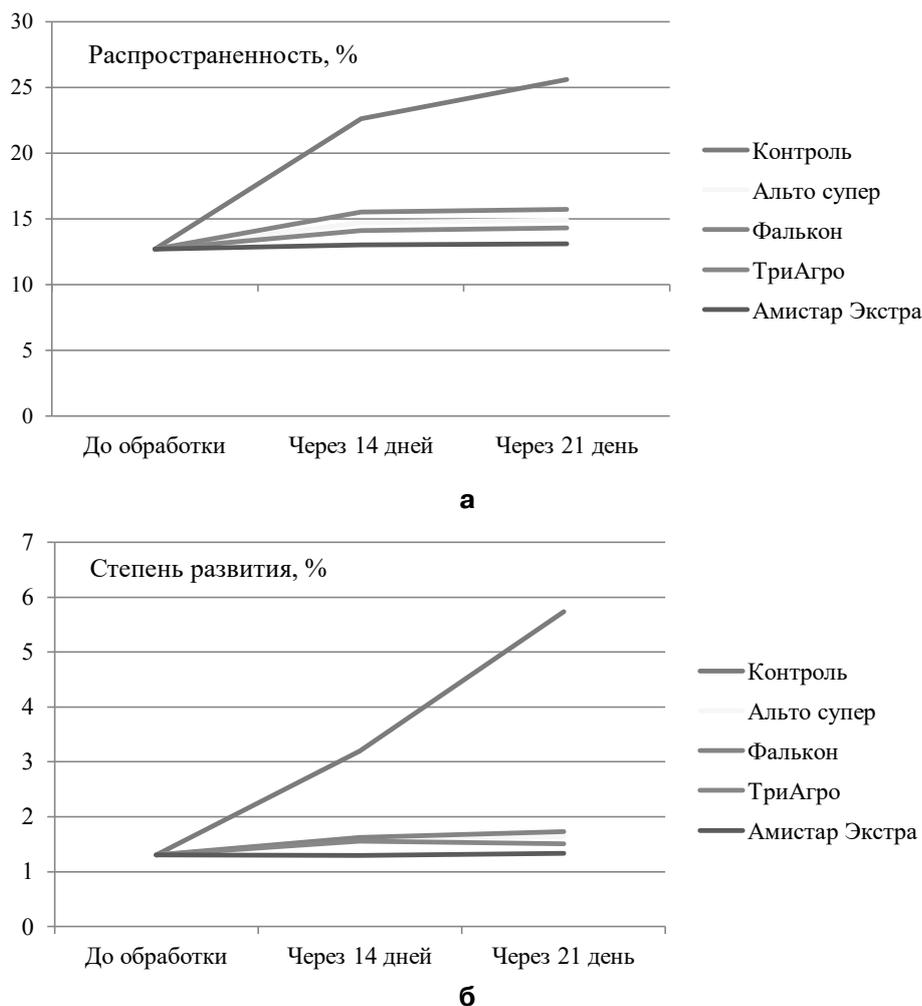
В весенний период при отсутствии защитных мероприятий интенсивно развиваются корневые гнили, септориоз, пиренофороз; активно начинают питание вредители [6–8]. Поэтому в фазу «флаг-лист – колошение» мы провели инсекто-фунгицидные обработки посевов согласно схеме опыта. Ниже представлены данные мониторинг болезней (рис. 1, 2).

Анализируя приведенные данные, мы можем отметить эффективность проводимых фунгицидных обработок.

Наибольший сдерживающий эффект наблюдался при обработке посевов препаратами ТриАгро, КС и Амистар Экстра, СК.



**Рисунок 1** – Распространенность (а) и степень развития (б) *Septoria tritici* Rob. (сорт Тяня, ООО «Медведовские сады» Тимашевского района Краснодарского края)

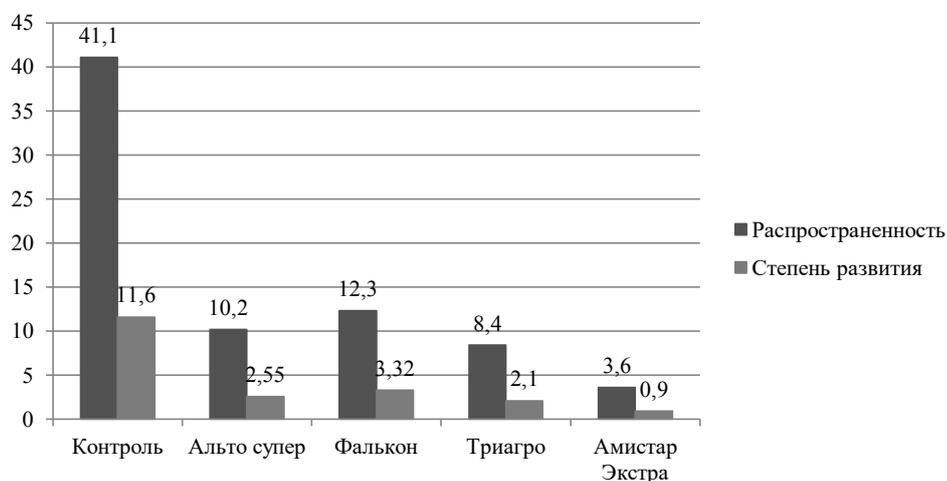


**Рисунок 2** – Распространенность (а) и степень развития (б) *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler (сорт Таня, ООО «Медведовские сады» Тимашевского района Краснодарского края)

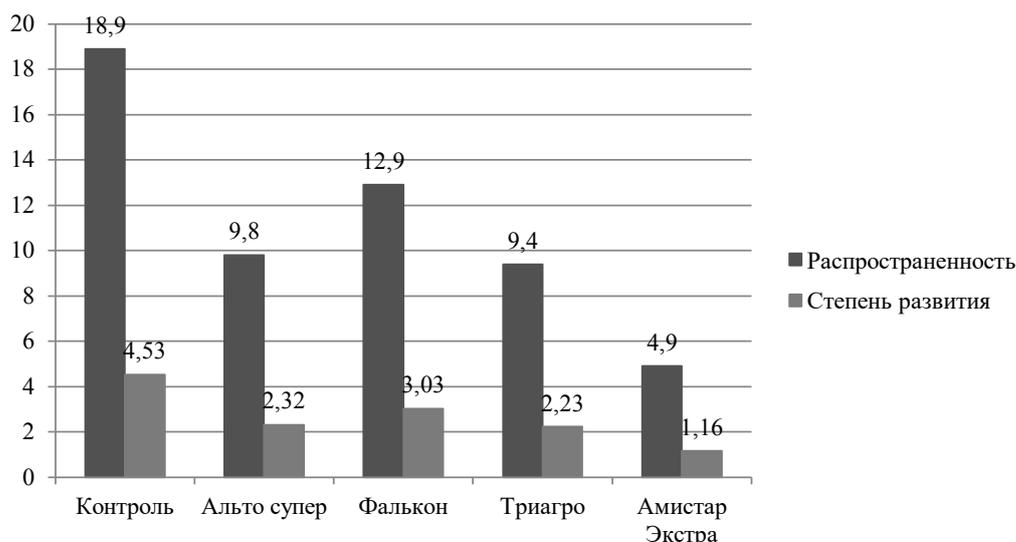
Вторую инсекто-фунгицидную обработку проводили фунгицидом Прозаро, КЭ (1 л/га) с целью снижения интенсивности развития болезней колоса. Данные представлены на рисунках 3, 4.

Из данных графиков, отражающих эффективность действия фунгицидов против

фузариоза и септориоза колоса, мы видим, что максимальную эффективность в сравнении с контрольным вариантом по показателям «распространенность» и «развитие болезни» проявили также фунгициды ТриАгро, КС и Амистар Экстра, СК.



**Рисунок 3** – Развитие *Fusarium* spp. на колосе озимой пшеницы (сорт Таня, ООО «Медведовские сады» Тимашевского района Краснодарского края)



**Рисунок 4** – Развитие *Septoria tritici* Rob. на колосе озимой пшеницы (сорт Тяня, ООО «Медведовские сады» Тимашевского района Краснодарского края)

Результаты мониторинга листовых болезней, проведённого через 3 недели после обработки фунгицидами, позволили отметить высокую эффективность препаратов ТриАгро, КС и Амистар Экстра, СК: интенсивность распространения септориоза снизилась на 53 и 55 %, степень развития – на 139 и 148 % соответственно; и в отношении пиренофороза эти же показатели снизились на 79 и 95 % и 280 и 332 %. Вторая фунгицидная обработка в варианте с Амистар Экстра, СК и препаратом Про-

заро, КЭ позволила снизить развитие фузариоза колоса в 13 раз в сравнении с контрольным вариантом; септориоза – в 4 раза. Сочетание ТриАгро + Прозаро снизило развитие септориоза колоса в 2 раза, пиренофороза – в 5,5 раза. Из всего вышесказанного следует, что самую сбалансированную систему защиты от листовых и колосовых болезней составляют фунгициды ТриАгро, КС и Амистар Экстра, СК с общим фоном Прозаро, КЭ и протравителем Максим Форте, КС.

### Литература

1. Гаврилов А. А., Шутко А. П., Марюхина А. Г. Фитосанитарная диагностика болезней растений. Ставрополь : АГРУС, 2015. 76 с.
2. Abbott W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide // J. Econ. Entomol. 1925. V. 18. P. 265–267.
3. Влияние расчетных доз минеральных удобрений на пораженность мучнистой росой, пиренофорозом и урожайность сортов озимой пшеницы / А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, Л. А. Михно [и др.] // Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием. М., 2020. С. 4–9.
4. Системы защиты основных полевых культур Юга России / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницына, О. В. Шарипова. Ставрополь, 2013. 184 с.
5. Безгина Ю. А., Мазницына Л. В., Глазунова Н. Н. Экологически безопасные технологии защиты растений. Ставрополь, 2019. 100 с.
6. Влияние фунгицидов на количество и качество урожая озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Д. В. Устимов, Л. В. Мазницына // Вестник АПК Ставрополя. 2017. № 4 (28). С. 98–102.

### References

1. Gavrilov A. A., Shutko A. P., Maryukhina A. G. Phytosanitary diagnostics of plant diseases. Stavropol : AGRUS, 2015. 76 p.
2. Abbott W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide // J. Econ. Entomol. 1925. V. 18. P. 265–267.
3. Influence of calculated doses of mineral fertilizers on the incidence of powdery mildew, pyrenophorosis and yield of winter wheat varieties / A. Yu. Ozheredova, A. N. Esaulko, L. A. Mikhno [et al.] // Plant growing and meadow growing: collection articles of the All-Russian Scientific Conference with international participation. M., 2020. P. 4–9.
4. Systems of protection of the main field crops of the South of Russia. / N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, L. V. Maznitsyna, O. V. Sharipova. Stavropol, 2013. 184 p.
5. Bezgina Yu. A., Maznitsyna L. V., Glazunova N. N. Environmentally safe plant protection technologies. Stavropol, 2019. 100 p.
6. Effect of fungicides on the quantity and quality of winter wheat harvest / N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, D. V. Ustimov, L. V. Maznitsyna // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2017. № 4 (28). P. 98–102.

7. Мягков Н. Б., Мазницына Л. В. Эффективность фунгицидов на зерновых культурах в зависимости от превентивного или симптомального применения в условиях Ставропольского края // Аграрная наука, творчество, рост : сборник научных трудов по материалам XII Международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2022. С. 34–40.
8. Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Д. В. Устимов, Л. В. Мазницына // Вестник АПК Ставрополя. 2018. № 3 (31). С. 66–70.
7. Myagkov N. B., Maznitsyna L. V. Effectiveness of fungicides on grain crops depending on preventive or symptomatic use in the conditions of the Stavropol Territory // Agrarian science, creativity, growth : collection of scientific papers based on the materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Stavropol, 2022. P. 34–40.
8. Biological effectiveness of fungicides in winter wheat crops in the conditions of unstable humidification zone of the Stavropol Territory / N. N. Glazunova, Yu. A. Bezgina, D. V. Ustimov, L. V. Maznitsyna // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2018. № 3 (31). P. 66–70.

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 23.12.2022. Дата выхода в свет 23.12.2022.  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 4,7. Тираж 300 экз. Заказ № 393.

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

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

СВОБОДНАЯ ЦЕНА

**ISSN 2222-9345**