



Аграрный вестник Северного Кавказа

№ 4(56), 2024

НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2011 года,
4 раза в год.

Учредитель:
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ.

Территория
распространения:
Российская Федерация,
зарубежные страны.

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

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

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

Главный редактор:
Квочко А. Н.

Ответственный редактор:
Шматько О. Н.

Технический редактор:
Рязанова М. Н.

Корректор:
Варганова О. С.

Тираж: 300 экз.

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

Подпиской индекс
в «Объединённый каталог.
ПРЕССА РОССИИ.
Газеты и журналы»: Э83308

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Квочко
Андрей
Николаевич,**

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

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

Коччи Иван Иванович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой зооигиены и птицеводства им. А. К. Даниловой, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина (Москва, Российская Федерация)

Кощаев Андрей Георгиевич, академик РАН, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина (Краснодар, Российская Федерация)

Племяшов Кирилл Владимирович, член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой акушерства и оперативной хирургии, Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

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

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

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

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

Шкуратова Ирина Алексеевна, член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения, Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН (Екатеринбург, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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)

Драго Цвейнович, доктор экономических наук, профессор, декан факультета отельного управления и туризма Крагуевацкого университета (Врњачка Баня, Сербия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Питер Биелик, доктор технических наук, профессор, ректор Словацкого университета сельского хозяйства (Нитра, Словакия)

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

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

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

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

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

Юдаев Игорь Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры применения электроэнергии, Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина (Краснодар, Российская Федерация)



Agrarian Bulletin of the North Caucasus

№ 4(56), 2024

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,
issued four in year

Founder:
FSBEI HE Stavropol SAU

Territory of distribution:
The Russian Federation,
foreign countries

Registered by the Federal service
for supervision in the sphere
of Telecom, information
technologies and mass
communications
ПИ № ФС77-85520
from 11 July 2023.

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

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

Editor in chief:

Kvochko A. N.

Executive editor:

Shmatko O. N.

Technical editor:

Ryazanova M. N.

Corrector:

Varganova O. S.

Circulation: 300 copies

Correspondence address:

355017, Stavropol,

Zootechnical lane, 12

Tel.: +78652315900

(optional 1167 in tone mode)

Fax: +78652717204

E-mail: vapk@stgau.ru

URL: www.vapk26.ru

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

EDITOR IN CHIEF

**Kvochko
Andrey
Nikolaevich,**

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

EDITORIAL COUNCIL:

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

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

Kochish Ivan Ivanovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Hygiene and Poultry Breeding named after A. K. Danilova, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology named after K. I. Scriabin (Moscow, Russian Federation)

Koshchaev Andrey Georgievich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology, Biochemistry and Biophysics, Kuban State University named after I. T. Trubilin (Krasnodar, Russian Federation)

Plemyashov Kirill Vladimirovich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Obstetrics and Operative Surgery, Saint Petersburg State University of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

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

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

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

Trukhachev Vladimir Ivanovich, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Doctor of Economics Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding of the Institute of Animal Feeding and Biology, Russian State Agrarian University named after K. A. Timiryazev (Moscow, Russian Federation)

Shkuratova Irina Alekseevna, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Director of the Ural Scientific Research Veterinary Institute, a structural unit of the Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Yekaterinburg, Russian Federation)

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Oleinik Sergey Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Basic Department of Private Animal Science, Selection and Breeding Animals, Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

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

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

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

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

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

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

Yudaev Igor Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electric Power Application, Kuban State University named after I. T. Trubilin (Krasnodar, Russian Federation)

СОДЕРЖАНИЕ**ВЕТЕРИНАРИЯ**

Е. В. Маркарова, А. Б. Муравьева, О. А. Дюдюн,
К. С. Эльбекьян, А. В. Арутюнян
**ВАЛИДАЦИЯ АЛЛОКСАНОВОЙ МОДЕЛИ
САХАРНОГО ДИАБЕТА НА КРЫСАХ ЛИНИИ W1STAR** 4

Е. А. Соколова, В. А. Оробец
**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ
ЖЕЛЕЗОДЕКСТРАНОВОГО ПРЕПАРАТА
С КОМПОНЕНТАМИ СИНЕРГИСТАМИ
НА БЕЛЫХ МЫШАХ** 10

ЖИВОТНОВОДСТВО

Е. Е. Козлов, О. А. Миронова
**ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ
ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ В КАЧЕСТВЕ
СОСТАВНОЙ ЧАСТИ РАЦИОНА МОЛОДНЯКА
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА** 14

В. И. Трухачев, С. А. Олейник, А. М. Ершов,
Н. З. Злыднев, А. А. Покотило
**ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК
РАЗНОГО ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ
ПРИ ОДИНАКОВОМ УРОВНЕ КОРМЛЕНИЯ** 21

РАСТЕНИЕВОДСТВО

А. В. Гайдамакин, Н. Н. Глазунова, А. П. Шутко, А. В. Хомутова
**АГРЕССИВНОСТЬ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA*
НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО
УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ** 28

Ю. Н. Середняк, А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, С. А. Шебаршинов
**ВЛИЯНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ
НА РАЗЛИЧНЫХ ФОНАХ ПИТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ
МЕДИ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ, УРОЖАЙНОСТЬ
И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ
СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ** 35

В. Н. Ситников, О. И. Власова, С. В. Горяйнов, И. А. Вольтерс
**СЕВООБОРОТ КАК ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗОНЕ
НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ** 42

О. Г. Шабалдас
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ
В ПОСЕВАХ СОИ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ НА ОРОШЕНИИ** 50

CONTENTS**VETERINARY**

Markarova E. V., Muravyeva A. B., Dyudyun O. A.,
Elbekyan K. S., Arutyunyan A. V.
**VALIDATION OF THE ALLOXAN MODEL
OF DIABETES MELLITUS IN W1STAR RATS** 4

Sokolova E. A., Orobets V. A.
**INVESTIGATION OF THE SUBACUTE TOXICITY
OF AN IRON DEXTRAN PREPARATION
WITH SYNERGISTIC COMPONENTS
IN WHITE MICE** 10

ANIMAL AGRICULTURE

Kozlov E. E., Mironova O. A.
**THE USE OF FERMENTED
CROP RESIDUES
AS AN INTEGRAL PART
OF THE DIET OF YOUNG CATTLE** 14

Trukhachev V. I., Oleynik S. A., Yershov A. M.,
Zlydnev N. Z., Pokotilo A. A.
**PRODUCTIVITY OF FIRST-CALF COWS
OF DIFFERENT BODY TYPES
AT THE SAME LEVEL OF FEEDING** 21

CROP PRODUCTION

Gaidamakin A. V., Glazunova N. N., Shutko A. P., Khomutova A. V.
**AGGRESSIVENESS OF FUNGI OF THE GENUS
ALTERNARIA ON SUNFLOWER IN THE ZONE OF UNSTABLE
HUMIDIFICATION OF THE STAVROPOL TERRITORY** 28

Serednyak Yu. N., Esaulko A. N., Ozheredova A. Yu., Shebarshinov S. A.
**INFLUENCE OF COPPER-CONTAINING FERTILIZERS
ON VARIOUS NUTRITION BACKGROUNDS
ON THE CONTENT OF COPPER AND ZINC IN SOILS
AND PLANTS, YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT
GRAIN ON LEACHED CHERNOZEM
OF THE STAVROPOL UPLAND** 35

Sitnikov V. N., Vlasova O. I., Goryaynov S. V., Volters I. A.
**CROP ROTATION AS A BIOLOGIZATION FACTOR
IN WINTER WHEAT CULTIVATION USING
DIRECT SEEDING TECHNOLOGY
IN THE ZONE OF UNSTABLE MOISTURE
IN THE STAVROPOL REGION** 42

Shabaldas O. G.
**THE EFFECTIVENESS OF HERBICIDES
IN SOYBEAN CROPS IN THE CONDITIONS
OF THE CENTRAL CAUCASUS ON IRRIGATION** 50

УДК 616.379-008.64

DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-56-4-9

Дата поступления статьи в редакцию: 14.10.2024

Принята к публикации: 29.11.2024

**Е. В. Маркарова, А. Б. Муравьева, О. А. Дюдюн,
К. С. Эльбекьян, А. В. Арутюнян**

Markarova E. V., Muravyeva A. B., Dyudyun O. A., Elbekyan K. S., Arutyunyan A. V.



ВАЛИДАЦИЯ АЛЛОКСАНОВОЙ МОДЕЛИ САХАРНОГО ДИАБЕТА НА КРЫСАХ ЛИНИИ WISTAR

VALIDATION OF THE ALLOXAN MODEL OF DIABETES MELLITUS IN WISTAR RATS

Проведен анализ выраженности и специфичности воспроизведения экспериментальной модели сахарного диабета с помощью токсического аналога глюкозы аллоксан-тетрагидрата на крысах самцах линии Wistar. Введение аллоксана животным (n=40) в дозе 150 мг/кг сопровождалось увеличением глюкозы и гликированного гемоглобина соответственно в 2 и 2,5 раза относительно этих показателей у животных контрольной группы. В то же время в гомогенатах печени было отмечено заметное увеличение содержания основного фосфолипида мембран митохондрий кардиолипина и снижение активности митохондриальной (H⁺) АТФ-синтазы на 42 % (p<0,05), что свидетельствует о гипоэнергетическом состоянии животных, характерном при сахарном диабете.

Проведенные морфологические исследования указали на сосудистые нарушения (полнокровие вен, стазы, диapedезные кровоизлияния). Отмечалось уменьшение количества β-клеток при одновременном увеличении α-клеток, на месте разрушенных β-клеток образовывались хорошо видимые пустоты.

Учитывая указанные биохимические сдвиги и морфологические преобразования островкового аппарата поджелудочной железы можно прийти к заключению, что экспериментальная модель аллоксан-индуцированного СД позволяет воспроизвести состояние, в значительной степени близкое к диабету, и еще раз подтверждает пригодность аллоксановой модели для поиска новых препаратов и подходов в лечении сахарного диабета как животных, так и человека.

Ключевые слова: аллоксановый диабет, глюкоза, гликированный гемоглобин, митохондрии, кардиолипин, β-клетки, активность митохондриальной АТФ-азы.

The article is devoted to the analysis of the specificity and severity of reproduction of an experimental model of diabetes mellitus using the toxic glucose analog alloxan tetrahydrate in male Wistar rats. The administration of alloxan to animals (n=40) at a dose of 150 mg/kg was accompanied by an increase in glucose and glycated hemoglobin, respectively, by 2 and 2.5 times relative to these indicators in intact animals. At the same time, in liver homogenates, there was a noticeable decrease in the content of the main phospholipid of mitochondrial membranes, cardiolipin, and a decrease in the activity of mitochondrial (H⁺) ATP synthase by 42 % (p<0.05), which indicates the hypoenergetic state of animals characteristic of diabetes mellitus.

Morphological studies have indicated vascular disorders (fullness of veins, stasis, diapedesis hemorrhages). There was a decrease in the number of β-cells with a simultaneous increase in α-cells, well-visible voids formed in place of the destroyed β-cells. These changes once again confirm the suitability of the alloxan model for the search for new drugs and approaches in the treatment of diabetes mellitus in both animals and humans.

Key words: alloxan diabetes, glucose, glycated hemoglobin, mitochondria, cardiolipin, β-cells, activity of mitochondrial ATP-ase.

Маркарова Евгения Викторовна – ассистент кафедры общей и биологической химии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1552-9209
Тел.: 8-962-450-05-55
E-mail: Markarova.e.v.28@mail.ru

Муравьева Анна Борисовна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры общей и биологической химии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5653-0422
Тел.: 8-962-455-35-11
E-mail: Muraveva.Anya@yandex.ru

Дюдюн Ольга Анатольевна – кандидат химических наук, доцент кафедры общей и биологической химии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1873-7331
Тел.: 8-906-442-87-32
E-mail: djudjun.olga@gmail.com

Markarova Evgenia Viktorovna – Assistant of the Department of General and Biological Chemistry FSBEI HE «Stavropol State Medical University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 1552-9209
Tel.: 8-962-450-05-55
E-mail: Markarova.e.v.28@mail.ru

Muravyova Anna Borisovna – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of General and Biological Chemistry FSBEI HE «Stavropol State Medical University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 5653-0422
Tel.: 8-962-455-35-11
E-mail: Muraveva.Anya@yandex.ru

Dyudyun Olga Anatolyevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of General and Biological Chemistry FSBEI HE «Stavropol State Medical University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 1873-7331
Tel.: 8-906-442-87-32
E-mail: djudjun.olga@gmail.com

Эльбекьян Карине Сергеевна –
доктор биологических наук, профессор кафедры
общей и биологической химии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
медицинский университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4449-1250
Тел.: 8(8652)35-36-83
E-mail: karinasgma@inbox.ru

Арутюнян Амалия Вячеславовна –
студентка 6 курса педиатрического факультета
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
медицинский университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-918-740-37-96
E-mail: amalia.arutyunyan@icloud.com

Elbekyan Karine Sergeevna –
Doctor of Biological Sciences, Professor
of the Department of General and Biological Chemistry
FSBEI HE «Stavropol State
Medical University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 4449-1250
Tel.: 8(8652)35-36-83
E-mail: karinasgma@inbox.ru

Arutyunyan Amalia Vyacheslavovna –
6th year student of the Pediatric Faculty
FSBEI HE «Stavropol State
Medical University»
Stavropol
Tel.: 9-918-740-37-96
E-mail: amalia.arutyunyan@icloud.com

В основе патогенеза диабетических осложнений лежит комплекс различных генетических и метаболических факторов, среди которых на сегодняшний день роль главной скрипки играет хроническая гипергликемия. Однако процессы защитно-адаптационных реакций организма млекопитающих сопряжены с большими энергетическими тратами, а энергетический потенциал организма зависит от структурно-функциональных характеристик митохондрий. В структурной организации мембран митохондрий важное значение отводится кардиолипину (КЛ). Кардиолипин – это уникальный по структуре димерный фосфолипид, связанный с мембранами, предназначенными для создания электрохимического градиента, который используется для синтеза АТФ. Среди всех фосфолипидов молекулы кардиолипина особенно подвержены окислению из-за высокого содержания в них ненасыщенных жирных кислот. Кроме того, молекулы кардиолипина расположены во внутренней митохондриальной мембране недалеко от места выработки активных форм кислорода (АФК) [1]. Из-за основной роли кардиолипина в митохондриальной биоэнергетике любое изменение его структуры и содержания может привести к дисфункции митохондрий [2].

Несмотря на многолетнюю историю применения аллоксана в качестве диабетогенного агента, некоторые механизмы его клеточного повреждения, изучены не в полном объеме. В этой связи оказалось актуальным оценить валидность аллоксановой модели диабета для поиска новых мишеней воздействия антидиабетических средств и подходов в лечении данной патологии.

Исследования выполнялись на крысах самцах линии Wistar массой 120–150 г, содержащихся на стандартной диете. Эксперименты проводились согласно Федеральному закону о защите животных от 01.01.1997, а также «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях» (18.03.1986). Исследования были выполнены в соответствии с методическими руководствами и нормативным до-

кументам, правилами лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ (ГОСТ 3 51000.3–96 и 51000.4–96).

Для проведения экспериментов животные были разделены на 2 неравные группы случайным образом. Первая группа – контрольные животные (n=10), которым вводили физиологический раствор, вторая группа – животные с аллоксановым диабетом (n=40). Экспериментальный сахарный диабет воспроизводили внутрибрюшинным введением аллоксана (ООО «НТК Диаэм») в дозе 150 мг/кг однократно, после 24-часового голодания.

Уровень глюкозы в крови определяли глюкометром «Сателлит экспресс». При определении процентного содержания гликированного гемоглобина (HbA1c) использовали набор «Гликогемотест» (компания «Элта», Россия) [3]. Концентрацию КЛ определяли методом конкурентного иммуноферментного анализа в гомогенатах печени. Тканевые гомогенаты получали согласно инструкции к набору для определения кардиолипина.

Морфометрический анализ проводили на базе компьютерной программы «ВидеотЕСТ-морфо-4». Для окрашивания срезов применялся метод по Ван Гизону с использованием красителей гематоксилина, эозина и пикрофуксина.

Для статистического анализа результатов применялся пакет Statistica 12. Для оценки достоверности результатов эксперимента использовался непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Изменения считали значимыми при $p < 0,05$.

После введения аллоксана в первые трое суток прослеживались три фазы в изменении содержания глюкозы в крови. В течение уже первых часов содержание глюкозы превышало в 3,6 раза значения таковых у контрольных животных ($7,31 \pm 0,08$ ммоль/л). Данная стадия продолжалась двое суток. На третьи сутки от начала эксперимента наступала гипогликемическая фаза. Иногда данная фаза без инъекции глюкозы заканчивалась судорогами и смертью животных. Период устойчивой гипергликемии $16,51 \pm 0,97$ ммоль/л наступал на 5-е сутки с развитием у животных клинической картины сахарного диабета: полидипсии (до 120 мл/сут; в контроле 30–35 мл), полифагии, полиурии

(32–43 мл/сут; в контроле 10–11 мл/сут). В конце эксперимента через 1,5 месяца у крыс этой группы наблюдались язвы голени, гангрена хвоста, выпадение шерсти и потеря веса (рис. 1).

Наличие дисбаланса в углеводном обмене у аллоксан-индуцированных крыс (наряду

с гипергликемией) подтверждалось статистически значимым увеличением гликированного гемоглобина в 2,5 раза ($p < 0,01$), отражающим усредненное содержание глюкозы в крови за более длительный период (рис. 2).

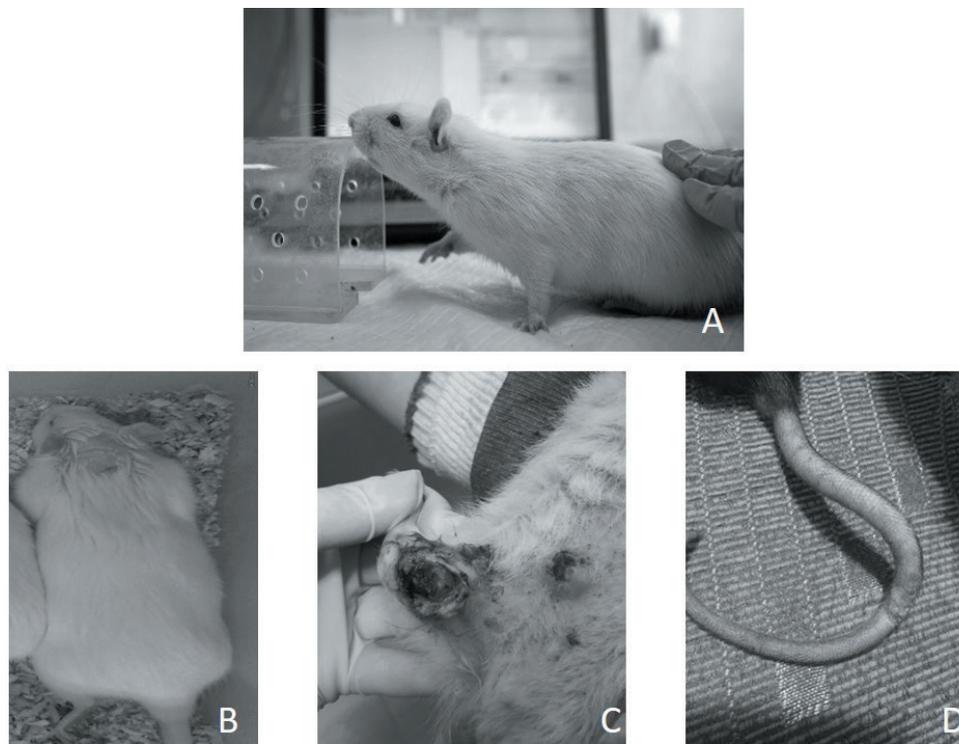


Рисунок 1 – А) экспериментальное животное; В) выпадение шерсти; С) язва голени; D) гангрена хвоста

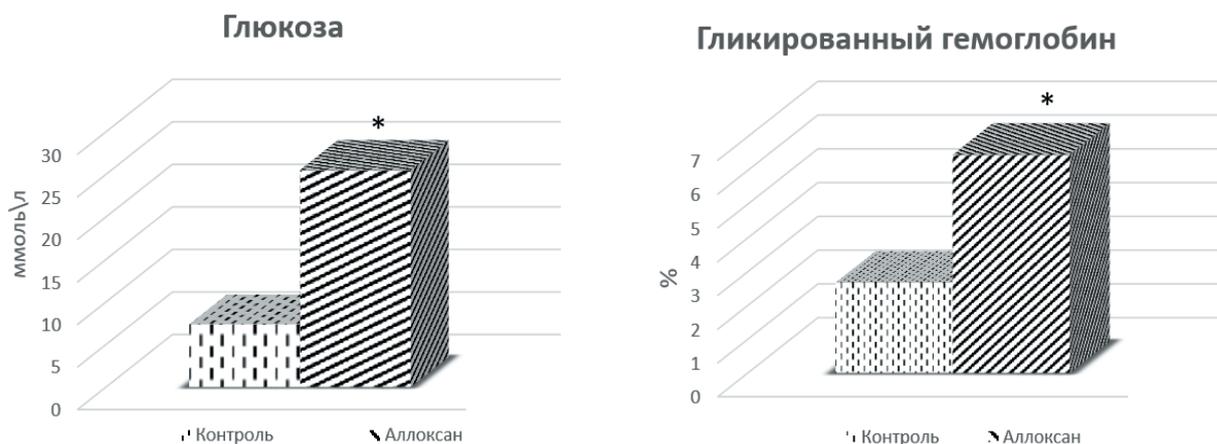


Рисунок 2 – Изменение показателей углеводного обмена под влиянием аллоксана

(* – достоверность различий при сравнении показателей контрольной с аллоксан-индуцированной группой животных)

Способность аллоксана вызывать хроническую гипергликемию подтверждена многими работами, однако детального механизма действия токсина на свои мишени не существует. Существует гипотеза о связывании аллоксана с рецептором ГЛЮ2 на поверхности клетки, после чего они олигомеризуются с образованием поры в плазматической мембране [4].

Сформированные каналы приводят к нарушению ионного обмена клетки с последующей потерей осмотического баланса и гибелью клеток [5]. Физиологические эффекты токсина многие авторы объясняют структурной близостью аллоксана с глюкозой, хорошей растворимостью в воде и неустойчивостью. Предполагается, что аллоксан воспринимается переносчиком глюкозы как

аналог глюкозы и транспортируется в цитозоль, где избирательно аккумулируется. Например, бутилаллоксан, в отличие от самого аллоксана, не является диабетогенным *in vivo*, хотя также токсичен для β -клеток *in vitro* из-за своей способности генерировать свободные радикалы в окислительно-восстановительном цикле глутатиона [6]. По мнению ряда авторов, именно гидрофильность аллоксана есть то основное химическое свойство, ответственное за избирательную его аккумуляцию именно в β -клетках [7]. По мнению Лензен и др., одной из основных причин нарушения синтеза инсулина в β -клетках поджелудочной железы является ингибирование глюкокиназы в результате связывания в активном центре его тиоловых групп с молекулой аллоксана.

С другой стороны, нельзя игнорировать и способность аллоксана в присутствии внутриклеточных тиолов, особенно глутатиона, генерировать активные формы кислорода (АФК) в циклической реакции с образованием продукта восстановления диалуровой кислоты [7]. Таким образом, инактивация глюкокиназы способствует снижению окисления глюкозы, генерации АТФ и секреции инсулина.

На любые сдвиги в состоянии организма, которые возникают не только в физиологических условиях, но и при воздействии повреждающих факторов, очень тонко реагирует митохондриальный аппарат клетки [8]. В структурной организации мембран митохондрий важное значение отводится кардиолипину. Кардиолипину по химическому строению относится к глицерофосфолипидам и в основном входит в состав внутренней мембраны митохондрий. Кардиолипину необходим для правильного формирования крист внутренней мембраны митохондрий [9], участвующих в регуляции активности ферментных систем дыхательной цепи. Установлено, что при полном отсутствии кардиолипина в клетках нарушается работа цепи переноса электронов [10].

В условиях аллоксан-индуцированного диабета в гомогенатах ткани печени нами было зарегистрировано заметное увеличение содержания кардиолипина ($12,01 \pm 0,31$ нг/мл) в сравнении с показателями контрольной группы животных ($10,97 \pm 0,31$ нг/мл, $p < 0,03$) (рис. 3).

Проведённые исследования могут указать на зависимость активности митохондриальных

ферментов (аконитаза, сукцинатдегидрогеназа, цитохром С-оксидоредуктаза и пр.) от структуры белков, содержащих Fe-S-кластеры [11].



Рисунок 3 – Изменение показателей энергообеспечения под влиянием аллоксана (* – достоверность различий при сравнении показателей контрольной с аллоксан-индуцированной группой животных)

При изучении липидного состава митохондриальных мембран печени [12] у крыс с аллоксановым диабетом было показано, что концентрация нейтральных липидов в митохондриях повышается. Наибольшие изменения претерпевают фосфолипиды, входящие в состав фосфатидилсерина и кардиолипина, в результате чего мембрана становится более жёсткой из-за высокой концентрации холестерина и насыщенных жирных кислот.

При гистологическом исследовании в паренхиме поджелудочной железы у аллоксан-индуцированных крыс нами выявлены нарушения в виде диапедезных кровоизлияний, полнокровия вен, стаз. В островках Лангерганса наблюдалось сокращение количества β -клеток, при одновременном увеличении количества β -клеток. Образовывались хорошо видимые пустоты. В некоторых наблюдениях в строме были обнаружены очаговые лимфоцитарные инфильтраты. Процентное содержание и размер панкреатических островков к концу эксперимента достоверно уменьшались по отношению к таковым у интактных животных (рис. 4, табл.).

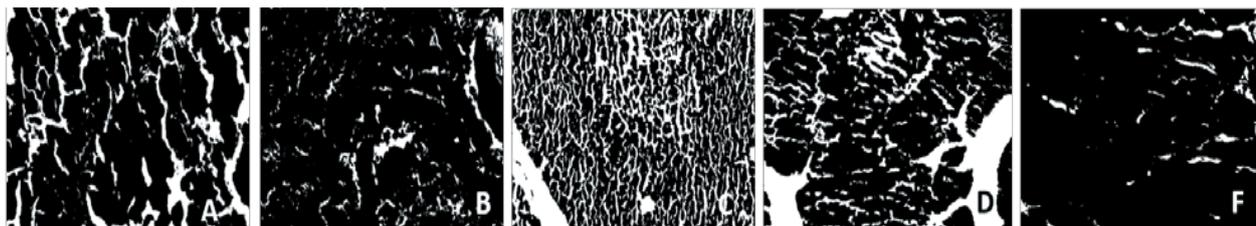


Рисунок 4 – А) сосудистые нарушения: полнокровие вен, диапедезные кровоизлияния; В) разрастание соединительной ткани в строме поджелудочной железы; С) уменьшение количества β -клеток в центре островков Лангерганса; D) пустоты на месте β -клеток в панкреатических островках поджелудочной железы; F) очаговые лимфоцитарные инфильтраты в строме поджелудочной железы. Окраска: гематоксилином и эозином. Ув. х400

Таблица – Изменение размеров и % содержания панкреатических островков у крыс с аллоксановым диабетом

Животные	Размеры панкреатических островков (мкм)	% содержания	
		α-клеток	β-клеток
Интактные	103,05±0,05	75 %	25 %
Аллоксан-индуцированные	71,31±0,04	45 %	55 %

Резюмируя биохимические сдвиги и морфологические преобразования островкового аппарата поджелудочной железы, можно прийти к заключению, что экспериментальная модель аллоксан-индуцированного СД позволяет воспроизвести состояние, в значительной степени близкое к диабету, и еще раз подтверждает пригодность аллоксановой модели для поиска новых препаратов и подходов в лечении сахарного диабета как животных, так и человека.

Литература

1. Patil V. A., Greenberg M. L. Cardiolipin-mediated cellular signaling // *Adv. Exp. Med. Biol.* 2013. Vol. 991. P. 195–213.
2. Gasanoff E. S., Yaguzhinsky L. S., Garab G. Non-Bilayer Structures and Mitochondrial Bioenergetics: Relevance to Cardiovascular Disease // *Cells*. 2021. Vol. 10. Art. 1721. DOI: 10.3390/cells10071721
3. Биджиева Ф. А. Особенности течения экспериментального аллоксан-индуцированного сахарного диабета и методы его коррекции : специальность 03.01.04 «Биохимия» : дис. ... канд. мед. наук / Биджиева Фатима Асхатовна. Ставрополь, 2021. 148 с.
4. Супотницкий М. В. Биологические свойства бактериальных токсинов // *Вестник войск РХБ защиты*. 2024. Т. 8, № 1. С. 34–64. DOI: 10.35825/2587-5728-2024-8-1-34-64
5. Lenzen S., Panten U. Signal recognition by pancreatic B-cells // *Biochem. Pharmacol.* 1988. V. 37. P. 371–378.
6. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic activity of plectranthus amboinicus on normal and alloxaninduced diabetic rats / A. H. Viswanathaswamy [et al.] // *Ind. J. Pharm. Sci.* 2011. V. 73. P. 139–145.
7. Можейко Л. А. Экспериментальные модели для изучения сахарного диабета. Часть I. Аллоксановый диабет // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2013. № 3 (43). С. 26–29.
8. Target molecular structures in alloxan-induced diabetes in mice / S. Walde, C. Dohle, P. Schott-Ohly, H. Gleichmann // *Life Sci.* 2002. Vol. 71 (14). Art. 1681–1694. DOI: 10.1016/s0024-3205(02)01918-5
9. Биологическое разнообразие кардиолипина и его ремоделирование при окислительном стрессе и возрастных патологиях / Г. А. Шиловский, Т. С. Путятина, В. В. Ашапкин [и др.] // *Биохимия*. 2019. Т. 84, № 12. С. 1815.
10. Loss of the mitochondrial lipid cardiolipin leads to decreased glutathione synthesis / V. A. Patil., Y. Li, J. Ji, M. L. Greenberg // *Biochim. Biophys. Acta. Mol. Cell. Biol. Lipids*. 2019. Vol. 1865, Iss. 2. P. 158542.
11. Loss of cardiolipin leads to perturbation of mitochondrial and cellular iron homeostasis /

References

1. Patil V. A., Greenberg M. L. Cardiolipin-mediated cellular signaling // *Adv. Exp. Med. Biol.* 2013. Vol. 991. P. 195–213.
2. Gasanoff E. S., Yaguzhinsky L. S., Garab G. Non-Bilayer Structures and Mitochondrial Bioenergetics: Relevance to Cardiovascular Disease // *Cells*. 2021. Vol. 10. Art. 1721. DOI: 10.3390/cells10071721
3. Bijieva F. A. Features of the course of experimental alloxan-induced diabetes mellitus and methods of its correction : specialty 03.01.04 «Biochemistry» : dissertation for the degree of candidate of Medical Sciences / Bijieva Fatima Askhatovna, 2021. 148 p.
4. Supotnitsky M. V. Biological properties of bacterial toxins // *Bulletin of the troops of the RCB protection*. 2024. Vol. 8, № 1. P. 34–64. DOI: 10.35825/2587-5728-2024-8-1-34-64
5. Lenzen S., Panten U. Signal recognition by pancreatic B-cells // *Biochem. Pharmacol.* 1988. V. 37. P. 371–378.
6. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic activity of plectranthus amboinicus on normal and alloxaninduced diabetic rats / A. H. Viswanathaswamy [et al.] // *Ind. J. Pharm. Sci.* 2011. V. 73. P. 139–145.
7. Mozheiko L. A. Experimental models for the study of diabetes mellitus. Part I. Alloxan diabetes // *Journal of Grodno State Medical University*. 2013. № 3 (43). P. 26–29.
8. Target molecular structures in alloxan-induced diabetes in mice / S. Walde, C. Dohle, P. Schott-Ohly, H. Gleichmann // *Life Sci.* 2002. Vol. 71 (14). Art. 1681–1694. DOI: 10.1016/s0024-3205(02)01918-5
9. Biological diversity of cardiolipin and its remodeling under oxidative stress and age-related pathologies / G. A. Shilovsky, T. S. Putyatina, V. V. Ashapkin [et al.] // *Biochemistry*. 2019. Vol. 84, № 12. P. 1815.
10. Loss of the mitochondrial lipid cardiolipin leads to decreased glutathione synthesis / V. A. Patil., Y. Li, J. Ji, M. L. Greenberg // *Biochim. Biophys. Acta. Mol. Cell. Biol. Lipids*. 2019. Vol. 1865, Iss. 2. P. 158542.
11. Loss of cardiolipin leads to perturbation of mitochondrial and cellular iron homeostasis / V. A. Patil, J. L. Fox, V. M. Gohil [et al.] //

- V. A. Patil, J. L. Fox, V. M. Gohil [et al.] // J. Biol. Chem. 2013. Vol. 288, Iss. 3. P. 1696–1705.
12. Changes in the content and composition of cardiolipins in the myocardium occur at the earliest stages of diabetes: lipidomics by the shotgun method / S. Han, J. Yang, K. Yang [et al.] // Biochemistry. 2007. Vol. 46 (21). Art. 6417–28. DOI: 10.1021/bi7004015
- J. Biol. Chem. 2013. Vol. 288, Iss. 3. P. 1696–1705.
12. Changes in the content and composition of cardiolipins in the myocardium occur at the earliest stages of diabetes: lipidomics by the shotgun method / S. Han, J. Yang, K. Yang [et al.] // Biochemistry. 2007. Vol. 46 (21). Art. 6417–28. DOI: 10.1021/bi7004015

УДК 619:615.015.26

DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-56-10-13

Дата поступления статьи в редакцию: 21.09.2024

Принята к публикации: 27.11.2024

Е. А. Соколова, В. А. Оробец

Sokolova E. A., Orobets V. A.



VXWFDG

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОДЕКСТРАНОВОГО ПРЕПАРАТА С КОМПОНЕНТАМИ-СИНЕРГИСТАМИ НА БЕЛЫХ МЫШАХ

INVESTIGATION OF THE SUBACUTE TOXICITY OF AN IRON DEXTRAN PREPARATION WITH SYNERGISTIC COMPONENTS IN WHITE MICE

Анемия одна из распространенных болезней животных, ее лечение и предупреждение заключаются в использовании в качестве терапевтических средств железосодержащих препаратов. Все железосодержащие препараты классифицируются на двух- и трехвалентные вещества, однокомпонентные и комбинированные. Особое внимание при выборе лекарственного препарата уделяется тому, чтобы препарат был легкоусвояемым и неядовитым для организма животного. Следовательно, создание и токсикологическая оценка препаратов на основе железа, которые будут включать ряд компонентов-синергистов, является актуальным вопросом.

Цель исследования – изучение подострой токсичности нового железозекстранового препарата с компонентами синергистами на белых мышах.

Исследования по изучению подострой токсичности проводили на лабораторных белых мышах. Временной период опыта по изучению подострой токсичности составил 10 дней. Для установления правильности дозы и концентрации разработанного железозекстранового препарата с микроэлементами и витаминами синергистами учитывали параметры острой токсичности «Летальной дозы» ЛД₅₀. Препарат вводили животным ежедневно утром натощак пероральным путем в количестве: 1/10, 1/20 и 1/50 от ЛД₅₀.

В результате проведенных исследований установлено, что в группе № 1, где исследовали подострую токсичность 1/10 от летальной дозы, животные отреагировали общим угнетением и снижением живой массы. В группах № 2 и № 3, где доза составляла от летальной дозы 1/20 и 1/50, состояние было удовлетворительным, мыши хорошо потребляли корм, что сказывалось на живой массе и общем состоянии.

Ключевые слова: ветеринарная фармакология, фармакология, поросята, анемия, железо, токсикология, синергисты, мыши, подострая токсичность, железозекстран.

Anemia is one of the most common animal diseases, its treatment and prevention is the use of iron-containing drugs as therapeutic agents. All iron-containing drugs are classified into di- and trivalent substances, single-component and combined. Particular attention when choosing a drug is paid to the fact that the drug is easily digestible and non-toxic to the animal's body. Therefore, the creation and toxicological evaluation of iron-based drugs, which will include a number of synergist components, is a pressing issue.

Purpose of the study: to study the subacute toxicity of a new iron dextran drug with synergist components on white mice.

Studies on the study of subacute toxicity were carried out on laboratory white mice. The time period of the experiment on the study of subacute toxicity was 10 days. To establish the correct dose and concentration of the developed iron dextran drug with microelements and vitamins synergists, the acute toxicity parameters of the «Lethal Dose» LD₅₀ were taken into account. The drug was administered to animals daily in the morning on an empty stomach orally in the following amounts: 1/10, 1/20 and 1/50 of LD₅₀.

As a result of the conducted studies, it was established that in group № 1, where subacute toxicity of 1/10 of the lethal dose was studied, the animals responded with general depression and a decrease in live weight. Compared with groups № 2 and № 3, where the dose was 1/20 and 1/50 of the lethal dose, the condition was satisfactory, mice consumed feed well, which affected live weight and general condition.

Key words: veterinary pharmacology, pharmacology, piglets, anemia, iron, toxicology, synergists, mice, subacute toxicity, iron dextran.

Соколова Екатерина Александровна – кандидат биологических наук, преподаватель института среднего профессионального образования ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5576-8586
Тел.: 8-988-757-93-17
E-mail: katerina.momotowa@yandex.ru

Оробец Владимир Александрович – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой терапии и фармакологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6207-2121
Тел.: 8-928-327-60-16
E-mail: orobets@yandex.ru

Sokolova Ekaterina Alexandrovna – Candidate of Biological Sciences, Lecturer of the Institute of Secondary Vocational Education FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 5576-8586
Tel.: 8-988-757-93-17
E-mail: katerina.momotowa@yandex.ru

Orobets Vladimir Alexandrovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Therapy and Pharmacology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 6207-2121
Tel.: 8-928-327-60-16
E-mail: orobets@yandex.ru

Железо – важный микроэлемент, необходимый для полноценной жизнедеятельности биологических существ, данный элемент относится к незаменимым микронутриентам, реализующим одну из ценных функций в создании внутриклеточных взаимодействий [1].

Жизненно важным для всех организмов является микроэлемент железо из-за его участия в окислительно-восстановительных реакциях. Данный микроэлемент обладает способностью легко отдавать и принимать электроны.

Железо является микроэлементом с переходной валентностью в организме, что как следствие отражается на функционировании организма. Принимаемое в терапевтических и профилактических целях железо (II) валентности является не всегда полноценно усвояемым, поэтому зачастую применяют препараты, где оно находится в (III) валентности. Так как именно в (III) валентности железо в организме накапливается. Соответственно в организме оно не находится в свободной форме.

Микроэлемент железо, а именно ион железа, включается в участок белка и принимает участие в физиологических процессах в организме. Такие белки обычно называют «молекулами-помощниками», они участвуют в энергетическом обмене веществ и самом важном – кислородном. Регулирование содержания железа на системном и клеточном уровнях в организме происходит главным образом за счет гормона гепсидина, который состоит из аминокислотных остатков. Гепсидин вырабатывается в печени [2].

У позвоночных стабильность концентрации железа в плазме и внеклеточной жидкости, а также общее содержание железа в организме поддерживаются за счёт взаимодействия пептидного гормона гепсидина. Ученые совсем недавно выяснили, что за регуляцию гепсидина в организме отвечает белок гепатоцитов – гемювелин.

Значимость железа велика в организме, особенно в фундаментальных биологических процессах. В отрасли свиноводства остро чувствуется проблема с нехваткой содержания железа в организме, особенно в первые дни жизни поросят, когда эндогенное железо, которое передала свиноматка внутриутробно, очень быстро расходуется. Это связано с физиологическими особенностями роста поросят в первые дни и месяцы [3].

Железодефицитная анемия занимает лидирующее положение среди заболеваний поросят, которые содержатся в условиях свиноводческих предприятий.

При интенсивном ведении свиноводства нехватка железа в организме недельных поросят сводится к 100 % показателю, это в свою очередь может привести к гибели 20–30 % животных. У оставшихся животных начинает отмечаться отставание в развитии и ро-

сте, снижается защитная функция организма, отмечаются нарушения в гемопоэзе, в клинической картине животных как следствие отмечается гипоксия, а также функциональные нарушения. Все это результат того, что в важный момент физиологического формирования происходят метаболические осложнения из-за нехватки микроэлемента железа в организме [4].

В связи с этим в первую неделю жизни начинают проявляться первые признаки анемии у поросят, поэтому поиск наиболее усвояемой и эффективной формы препарата для лечения и профилактики анемии является актуальной проблемой.

Особое внимание на современном этапе развития ветеринарии уделяется испытанию лекарственных форм, имеющих в своем составе комплекс хорошо взаимодействующих компонентов, которые, «работая» вместе, будут благоприятно влиять на кроветворение и повышать запасы железа в организме. Данная разработка в ходе проведенных исследований обладает низким классом токсичности, высокой физиологической доступностью, что доказывается хорошей массой тела животных и показателями крови, которые отражают работу всего организма при применении новорожденным животным.

В качестве профилактических мероприятий всем поросятам на третий день жизни начинают дополнительно внутримышечно вводить препараты железа. Если этих манипуляций не провести, то в течение первой недели начинают проявляться первые видимые признаки анемии, бледность кожного покрова, слизистых оболочек [5].

Цель исследования: изучение подострой токсичности нового железодекстранового препарата с компонентами синергистами на белых мышах.

Исследования были выполнены на кафедре терапии и фармакологии в условиях вивария института ветеринарии и биотехнологий ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

Методика получения «Препарата для лечения и профилактики алиментарной анемии» состоит в том, что получают золь оксида железа, затем добавляют при интенсивном перемешивании необходимое количество селена, токоферола, цианокобаламина и воду для инъекций. Железосодержащие препараты, содержащие такие формы микроэлементов, наиболее эффективны, что является немаловажным при лечении железодефицитной алиментарной анемии.

Опыт по изучению подострой токсичности выполняли на белых мышах. Продолжительность подострого опыта составила 10 дней. При выборе доз и концентраций железосодержащего препарата для проведения эксперимента учитывали параметры острой токсичности ЛД50. Препараты вводили животным ежеднев-

но перорально натошак в количестве: 1/10, 1/20 и 1/50 ЛД50.

Общее клиническое состояние – важный показатель, характеризующий состояние организма животных на всем периоде эксперимента. Наблюдала за аппетитом, временем, когда аппетит у животных снижался. Особое внимание при общем клиническом осмотре обращали на температуру, шерстный покров, цвет кожи, отеки. При исследовании нервной системы – на поведение животных, а именно на угнетение. Важным показателем состояния животных был показатель массы тела на начало эксперимента и на конец (по времени проведения исследование составило 10 дней).

На каждую дозу нового препарата использовали десять здоровых белых мышей (пять женских и пять мужских особей). Животные содержались раздельно друг от друга. Для того чтобы понимать, нет ли ухудшения состояния животных от объема вводимого препарата, животным группы контроля внутрижелудочно вводили физиологический раствор (табл. 1).

Таблица 1 – Схема опыта по определению подострой токсичности на белых мышах

№ группы	Отношение к ЛД50	Доза введенного препарата, мг/кг живой массы
1	1/10	600,0
2	1/20	300,0
3	1/50	120,0
4	Контроль	

В ходе проведения исследования в группе № 1 в течение всего периода эксперимента у двух белых мышей наблюдалось угнетение, взъерошенность и тусклость шерстного покрова, цианоз кожи. Температура была в пределах нормы, но колебалась на верхней границе у данного вида животных. При исследовании нервной системы неблагоприятных реакций на внешние раздражители не выявили. Патолого-анатомическое вскрытие животных показало увеличение печени, что может свидетельствовать о сильной токсической нагрузке на орга-

низм животных. Вследствие этого живая масса лабораторных животных первой опытной группы понизилась в сравнении с группой контроля (табл. 2). Животные в течение 10 дней с момента применения препарата плохо потребляли корм.

Таблица 2 – Влияние железосодержащего препарата на массу тела белых мышей, г

Время исследования	Группа животных			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
До введения препарата	19,9±0,9	19,7±0,7	19,4±0,3	19,8±0,2
Через 10 дней после начала введения	19,1±0,5*	21,4±0,8	21,1±0,6	21,6±0,5

* $p \leq 0,05$ – разница статистически достоверна между данной и контрольной группами.

В группах два и три, где доза составляла от летальной 1/20 и 1/50, в течение всего эксперимента не было отмечено ухудшений в поведении опытных белых мышей. Развитие животных было физиологичным, кожа была бледно-розового цвета, отека подкожной клетчатки не отмечалось, шерсть у животных была блестящей, располагалась однородно. Общее состояние лабораторных животных было удовлетворительным, они хорошо потребляли корм, что отражалось на живой массе, которая совпадала с аналогичным значением контроля.

В результате проведенных исследований хочется отметить, что в группе № 1, где исследовали подострую токсичность 1/10 от летальной дозы, животные отреагировали общим угнетением и снижением живой массы. В группах № 2 и № 3, где доза составляла от летальной 1/20 и 1/50, состояние было удовлетворительным, мыши хорошо потребляли корм, что сказывалось на живой массе и общем состоянии. Эти исследования позволяют сделать вывод, что разработку необходимо дальше апробировать, для определения безопасности применения у целевых животных.

Литература

1. Роль свободнорадикального окисления в патогенезе железодефицитной анемии и ее фармакокоррекции / А. А. Антипов, А. А. Дельцов, Ц. Ц. Содбоев, А. В. Жаров // Актуальные вопросы современной науки : сб. науч. тр. / МГАВ-МиБ – МВА им. К. И. Скрябина. М., 2011. С. 15–19.
2. Антипов А. А., Жаров А. В. Гистологические и морфометрические изменения печени, почек, селезенки и лимфатических узлов поросят при алиментарной железодефицитной анемии // Российский вете-

References

1. Role of free radical oxidation in the pathogenesis of iron deficiency anemia and its pharmacocorrection / A. A. Antipov, A. A. Deltsov, Ts. Ts. Sodboev, A. V. Zharov // Current issues of modern science : collection of scientific papers / Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – Moscow State Academy of Veterinary Medicine named after K. I. Skryabin. M., 2011. P. 15–19.
2. Antipov A. A., Zharov A. V. Histological and morphometric changes in the liver, kidneys, spleen and lymph nodes of piglets with alimentary iron deficiency anemia // Russian

- ринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. 2013. № 1. С. 19–21.
3. Владимиров Ю. А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т. 6, № 12. С. 13–19.
 4. Finch C. A., Huebers H. A. Iron metabolism // Clin. Physiol. Biochem. 1986. № 4. P. 5–15.
 5. Mechanisms of mammalian iron homeostasis / K. Pantopoulos, S. K. Porwal, A. Tartakoff, L. Devireddy // Biochemistry. 2012. № 51 (29). P. 5705–5724.
3. Vladimirov Yu. A. Free radicals in biological systems // Soros educational journal. 2000. Vol. 6. № 12. P. 13–19.
 4. Finch C. A., Huebers H. A. Iron metabolism // Clin. Physiol. Biochem. 1986. № 4. P. 5–15.
 5. Mechanisms of mammalian iron homeostasis / K. Pantopoulos, S. K. Porwal, A. Tartakoff, L. Devireddy // Biochemistry. 2012. № 51 (29). P. 5705–5724.

УДК 636.084.1

DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-56-14-20

Дата поступления статьи в редакцию: 20.10.2024

Принята к публикации: 25.11.2024

Е. Е. Козлов, О. А. Миронова

Kozlov E. E., Mironova O. A.



YSNVWG

ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ В КАЧЕСТВЕ СОСТАВНОЙ ЧАСТИ РАЦИОНА МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

THE USE OF FERMENTED CROP RESIDUES AS AN INTEGRAL PART OF THE DIET OF YOUNG CATTLE

Совершенствование рационов с каждой новой разработкой усложняется. Высокий уровень изученности морфофункциональных особенностей сельскохозяйственных животных, многолетние исследования методики кормления позволили разработать множество технологических схем, позволяющих в условиях производства добиться высоких продуктивных показателей от животных. Но современные вызовы и угрозы ставят перед научным миром новые задачи. Развитие сельхозпредприятий страны, хозяйств полного цикла, не связанных с формой собственности и производственной мощностью, ведущих как животноводческую, так и растениеводческую деятельность, ставит в число актуальных задач создание альтернативных путей решения экономии сырья как конечного продукта, так и расходной технологической единицы. Молоко, высококачественные зерновые культуры, не исключение им по рыночному спросу вторичные продукты переработки, которые идут на корм животным, требуют поиска новых источников питания, которые неукоснительно не только не снизят продуктивность, но и будут источником развития селекционных возможностей. Одним из немногочисленных решений является применение в кормлении малопитательных, по причине низкой усвояемости, пожнивных остатков. К отрицательным факторам относится также низкая поедаемость такой массы. Решением могут стать: измельчение, грануляция, в части повышения энергетического состава, увеличения переваримого протеина за счет микробиологического воздействия, обуславливающего биохимические реакции расщепления органических соединений – биоферментация. Исследованные рационы из растительных отходов кукурузы и подсолнечника свидетельствуют о возможности применения в кормлении ремонтного молодняка до 18-месячного возраста только ферментированных растительных отходов. Гранулированные пожнивные остатки, подвергнутые ферментации закваской Леснова, позволили увеличить динамику набора живой массы телятами женского пола голштино-фризской красно-пестрой породы по среднесуточному приросту на 20,8 %, абсолютному – на 93,5 кг, предопределив вес на уровне свыше 550 кг, позволяющий отнести ремонтный молодняк к категории половозрелого и способного к осеменению.

Ключевые слова: закваска Леснова, ферментация, пожнивные остатки, динамика набора живой массы, среднесуточный прирост, ремонтный молодняк, половозрелый.

Improving rations with each new development is becoming more complicated. A high level of knowledge of the morpho-functional characteristics of farm animals, many years of research into feeding methods have allowed us to develop many technological schemes that allow us to achieve high productivity indicators from animals in production conditions. But modern challenges and threats pose new tasks for the scientific world. The development of agricultural enterprises of the country of full-cycle farms, not associated with the form of ownership and production capacity, conducting both livestock and crop production activities, puts among the urgent tasks the creation of alternative solutions for saving raw materials as a final product and a consumable technological unit. Milk, high-quality grain crops, and by-products of processing that are used as animal feed, which are not an exception in market demand, require a search for new food sources that will not only not reduce productivity, but will also be a source of development of selection opportunities. One of the few solutions is the use of low-nutritious, due to low digestibility, crop residues in feeding. The negative factor also includes low palatability of such mass. The solution may be: grinding, granulation, in terms of increasing the energy composition, increasing the digestible protein due to the microbiological effect, causing biochemical reactions of splitting organic compounds – biofermentation. The studied diets from plant waste of corn and sunflower indicate the possibility of using only fermented plant waste in feeding replacement young animals up to 18 months of age. Granulated crop residues subjected to fermentation with Lesnov's starter allowed to increase the dynamics of live weight gain in female calves of the Holstein-Friesian red-and-white breed by 20.8 % in average daily gain, by 93.5 kilograms in absolute terms, predetermining the weight at a level of over 550 kilograms, allowing to classify replacement young animals as sexually mature and capable of insemination.

Key words: Lesnov's sourdough, fermentation, crop residues, dynamics of live weight gain, average daily gain, replacement young animals, sexually mature.

Козлов Евгений Евгеньевич – ассистент кафедры акушерства, хирургии и физиологии домашних животных ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» Ростовская обл., Октябрьский р-н, пос. Персиановский ПИНЦ SPIN-код: 9747-5171 Тел.: 8-909-411-64-50 E-mail: mister.evgenie@mail.ru

Kozlov Evgeny Evgenievich – Assistant of the Department of Obstetrics, Surgery and Physiology of Domestic Animals FSBEI HE «Don State Agrarian University» Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky RSCI SPIN-code: 9747-5171 Tel.: 8-909-411-64-50 E-mail: mister.evgenie@mail.ru

Миронова Ольга Анатольевна – кандидат биологических наук, заведующая базовой кафедрой фитосанитарной биологии и безопасности экосистем института экологии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»
Москва
ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений»
Московская обл., р.п. Быково
РИНЦ SPIN-код: 5108-1323
E-mail: m2889888@mail.ru

Mironova Olga Anatolyevna – Candidate of Biological Sciences, Head of the Basic Department of Phytosanitary Biology and Ecosystem Safety of the Institute of Ecology FSBEI HE «Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba»
Moscow
FSBI «All-Russian Plant Quarantine Center»
Moscow Region, Bykov
RSCI SPIN-code: 5108-1323
E-mail: m2889888@mail.ru

Многие десятилетия остается острым вопросом обеспечения всего населения земного шара высококачественными продуктами питания животного происхождения, несущими в себе высокий белковый потенциал. С учетом оценки спроса растениеводческой продукции на мировом рынке и её факторного влияния на качество эффективного кормления животных, которое, в частности, в скотоводстве занимает более половины всех постоянных расходов, роста цен и себестоимости производства, а также количества культур, необходимых для полноценного питания, малоценные растительные остатки, образующиеся в ходе уборки урожая и его переработки, представляют высокий экономический интерес. В зависимости от географического положения в мировом сельскохозяйственном секторе перевес не востребуемых частей растений варьируется. При этом ежегодное количество пожнивных остатков достигает десятизначных значений и составляет около четырех миллиардов тонн малопитательной массы [1]. Микроорганизмы в питании людей получили распространение с древних времен, при этом сохраняется уверенная тенденция к дальнейшему изучению их влияния и применению во многих сферах деятельности человека. Ферментативная обработка позволяет не только осуществлять биотрансформацию объекта воздействия, улучшая питательные свойства за счет роста микробной биомассы белковой природы, но и служит «фильтром» для микотоксинов [2].

Достоверно установлена корреляционная взаимосвязь будущей продуктивности коров с энергией роста в возрасте до двух месяцев [3]. Но выработка секрета молочной железы в первую очередь обусловлена способностью к оплодотворению, развитием репродуктивной системы, формирование которой происходит вместе с ростом всего организма, у крупного рогатого скота возрастной пик приходится на период от 6 до 7 месяцев [4]. В ряде исследований отмечено о возрастном критерии первого осеменения в 1,5-годовалом возрасте, но при этом не учитывается низкий уровень живой массы, не соответствующий критерию средних показателей половозрелых особей [5]. Особи от года до 13 месяцев физи-

ологически имеют полноценные половые циклы, но ввод в хозяйственное использование в этот период требует комплексной оценки, и вопреки временным критериям первостепенным критерием служит живая масса, на основании которой судят о линейном развитии, упитанности [6]. Необоснованно ранний запуск нетелей снизит продуктивные и селекционные качества как самой особи, так и её потомства, снизит срок эксплуатации. Замедление энергии роста за счет снижения полноценности рациона с целью повышения экономической эффективности от сокращения расходов на кормление становится причиной потери или значительного снижения воспроизводительной способности и молокоотдачи [7]. Среди сельскохозяйственных животных крупный рогатый скот имеет самую низкую скороспелость и физиологически длительную репродуктивность. К закономерности, снижающей положительную хозяйственную вариабельность, относится моноплодность, приближенная к 87 %. Ремонтное восполнение дойного стада определяет необоснованную длительность достижения момента безубыточности в скотоводстве, малоприоритетность молочнотоварного фермерства в направлениях предпринимательской сферы. Форсировать сроки первого осеменения позволяет только оптимальный уровень развития, живой массы, тем самым растягивая срок хозяйственного использования коровы [8]. В технологической трактовке, увеличивая ресурс производственной единицы, отношение прибыли к расходам [9]. Поздний запуск нетелей, или переоцененный репродуктивный потенциал, сокращает количество лактаций, снижая племенные возможности поголовья. При этом более половины дохода от коровы коррелятивно связано с длительностью её нахождения в структуре дойного поголовья. Максимальный надой обусловлен адаптационными механизмами животного, приобретенными резистентными качествами, которые формируются с возрастом. Степень необходимости интенсивного восполнения ремонтного поголовья в молочном скотоводстве находится в прямой зависимости от времени использования продуктивного стада, коррелируя со структурой расходной части рентабельности в части затрат на содержание и обслуживание молодняка, предназначенного для восполнения дойного поголовья [10].

Несмотря на то что благополучие ремонтного молодняка является ключевым в вопросе воспроизводства стада и кормлению телят уделяется первостепенное значение, ориентация научного и производственного интереса остается на разработке и внедрении рационов, обеспечивающих максимальную эффективность при минимизации расходов. При этом уровень сложности разработки инновационных схем кормления увеличивается с каждым годом в геометрической прогрессии. Используемые высокоценные корма в большинстве являются конечным продуктом сельскохозяйственных предприятий. Молоко, биологические свойства которого не может компенсировать ни один заменитель, как товарная единица во многом предопределяет пренебрежение физиологическими особенностями формирования телят, обусловленными необходимостью колостральной поддержки, так как секрет молочной железы, помимо антител, несет в себе трансплантационные гормональные свойства. Требуемый набор живой массы телятами возможен при кормлении полноценным фуражным рационом, однако при этом рентабельность реализации растительного сырья в разы превышает окупаемость долгосрочного вложения в кормление молодняка, имеющего многофакторные риски с экономической точки зрения. Альтернативное решение представляют растительные отходы сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности. Морфофункциональная уникальность желудочно-кишечного тракта жвачных животных позволяет повысить степень рациональности ведения хозяйственной деятельности, особенно в предприятиях полного цикла, специализирующихся не только на животноводстве, но и земледелии. Однако малоценные отходы АПК зачастую в нативном виде не могут быть использованы в корм телятам, поэтому научный поиск в направлении улучшения их качества, поедаемости и усвояемости является актуальным.

Изучено влияние использования гранулированных растительных отходов на динамику набора живой массы и развития в целом телят голштино-фризской красно-пестрой породы. В качестве пожнивных остатков использованы высушенные стебли, листья, стержни кукурузы, а также корзинки подсолнечника. Проведена сравнительная характеристика эффективности рационов с введением данных отходов, ферментированных с использованием закваски Леснова и не подвергнутых ферментации (нативных), и основного рациона, применяемого в хозяйстве.

Цель исследования – оценить возможность кормления телят нативными и ферментированными растительными отходами кукурузы и подсолнечника.

Зоотехнический опыт научно-хозяйственного типа был проведен в фермерском хозяйстве полного цикла Миллеровского района Ростовской области с молочнотоварным на-

правлением ведения скотоводства и специализирующемся на выращивании зерновых культур. Было отобрано шестьдесят голов телочек голштино-фризской красно-пестрой породы в возрасте двадцати двух дней и сформировано три группы по принципу аналогов: контрольная и две опытных. Комплектация подопытного поголовья заключалась в отборе клинически здоровых животных с живой массой от 50 до 55 кг. Телята на протяжении исследований содержались в одинаковых условиях. Кормление осуществлялось по следующей схеме (табл. 1).

Таблица 1 – Схема кормления молодняка подопытных групп

Группа	Молоко, литры / кратность	Гранулированный комбикорм, кг / кратность	Кормовая смесь, кг / кратность
с 22 по 60 день			
I контрольная	4 / 2	1 / 1	–
II опытная	4 / 2	1 / 1	–
III опытная	4 / 2	1 / 1	–
с 61 по 70 день			
I контрольная	3 / 1	2,5 / 1	–
II опытная	3 / 1	2,5 / 1	–
III опытная	3 / 1	2,5 / 1	–
с 71 по 80 день			
I контрольная	–	3 / 3	–
II опытная	–	3 / 3	–
III опытная	–	3 / 3	–
с 81 по 90 день			
I контрольная	–	4 / 3	–
II опытная	–	4 / 3	–
III опытная	–	4 / 3	–
с 91 по 540 день			
I контрольная	–	–	неограниченно / 2
II опытная	–	неограниченно / 2	–
III опытная	–	неограниченно / 2	–

Кормление телят I группы – контрольной осуществляли по схеме, применяемой в хозяйстве. Полностью аналогичные условия были обеспечены на протяжении всего опыта молодняку опытных групп, равно как и технология кормления, за исключением кормовой смеси в качестве грубых концентратов с 3 месяцев, которые получали только животные контрольной группы, питательная ценность при этом варьировалась в зависимости от возраста (табл. 2).

Во II опытной группе стартерный гранулированный комбинированный корм был заменен на экспериментальный (табл. 3).

Таблица 2 – Питательная ценность кормовой смеси в контрольной группе

Возраст, дней	Сухое вещество, кг	Сырой протеин, %	Крахмал, %
91–180	5	20–21	28
181–360	7	17,5–18,5	24
361–390	9	16–17	15–20
391–540	10	16–16,5	15–18

Таблица 3 – Состав гранулированного комбикорма

Составная часть	Доля содержания в комбинированном корме, %
Стержни кукурузных початков обмолоченные	50
Солома кукурузная	14
Цветочные головки подсолнечника обмолоченные	25
Меласса	5
Мел кормовой	5
Соль	1

Его отличительная особенность заключается в компонентах, которые на 89 % сформированы из грубых остатков растительной массы подсолнечника и кукурузы, образовавшихся во время уборки урожая. Их различие с используемыми силосуемыми отходами растениеводства в непригодности к скармливанию в виде распространенной в отношении применения измельченной кормовой смеси, особенно для молодняка с неразвитыми преджелудками. Гранулирование корма способствует его лучшей поедаемости.

С точки зрения морфофункциональных особенностей пищеварительной системы жвачных использование в рационе крупного рогатого скота растительных отходов относительно других видов сельскохозяйственных животных физиологически оправдано. В связи с этим для

телят III опытной группы измельченные пожнив-ные остатки подвергли твердофазному микробиологическому ферментированию с использованием закваски Леснова с последующим гранулированием.

Взвешивание производилось по завершении каждого периода рациона, после которого предусмотрено изменение в схеме кормления – составной или количественной частей. В промежутки с 22-го по 60-й день и с 91-го по 540-й день – ежемесячно. Исходя из полученных данных велся учет и фиксировались результаты по абсолютному, среднесуточному и относительному приросту.

Полученные данные за 17 месяцев свидетельствуют о следующей динамике привесов у молодняка (табл. 4).

Таблица 4 – Средние значения набора живой массы (кг) и прироста в сутки (г) телятами в динамике ($M \pm m$)

Возраст, дней	Показатель прироста, характеризующий энергию роста	I контрольная (n=20)	II опытная (n=20)	III опытная (n=20)
60	Абсолютный, кг	31,2±0,71	28,7±0,28	35,9±0,31*
	Среднесуточный, г	794,81±0,17	717,24±0,87	897,23±0,58
70	Абсолютный, кг	10,3±0,40	9,8±0,51	10,7±0,37
	Среднесуточный, г	936,62±0,36	890,18±0,91	967,41±0,57
80	Абсолютный, кг	7,2±0,42	6,5±0,38	10,8±0,44
	Среднесуточный, г	654,45±0,24	587,29±0,45*	975,34±0,85***
90	Абсолютный, кг	8,9±0,28	4,3±0,17**	11,3±1,26**
	Среднесуточный, г	799,92±0,56	402,09±0,78***	1 007,18±0,97***
540	Абсолютный, кг	358,4±1,28	269,2±0,71*	456,5±0,63***
	Среднесуточный, г	842,28±0,48	617,56±0,63**	1 063,97±0,81***

Примечание: * ≥0,95; ** ≥0,99; *** ≥0,999.

По среднесуточному приросту:

- в возрасте 70 дней: показатели в I группе были выше, чем в 60-дневном, на 15,14 %; во II опытной – на 19,42 %; III опытной – на 7,25 %;
- в 80 дней: в контрольной группе средние значения показателей абсолютного и среднесуточного прироста снизились на 30,12 %; во II группе – на 34,02 %; в III – отмечен рост на 0,81 %;
- в 90 дней: положительная динамика в контрольной на 18,18 %; в III группе – на 3,16 %; во II – на 31,53 %;
- в 540-дневном возрасте отмечено увеличение в I группе на 5,02 %; во II – на 34,89 %; в III – на 5,33 %.

Линейная визуализация позволяет дать объективную оценку влиянию рациона на рост молодняка. Взвешивание, отношение начальной живой массы к конечной, не отражает энергию роста в целом. В III опытной группе отличительной чертой послужила положительная динамика на всех возрастных этапах. Это в свою очередь объясняет более низкие приросты телят относительно предыдущих периодов, в отличие от контрольной и II опытной групп.

В ходе изучения привесов установлена прямая взаимосвязь изменения скорости набора живой массы с переходом от молочного типа питания к растительному. Исходя из этого был проведен факторный анализ переменных возраста, веса и состава рациона (рис. 1).

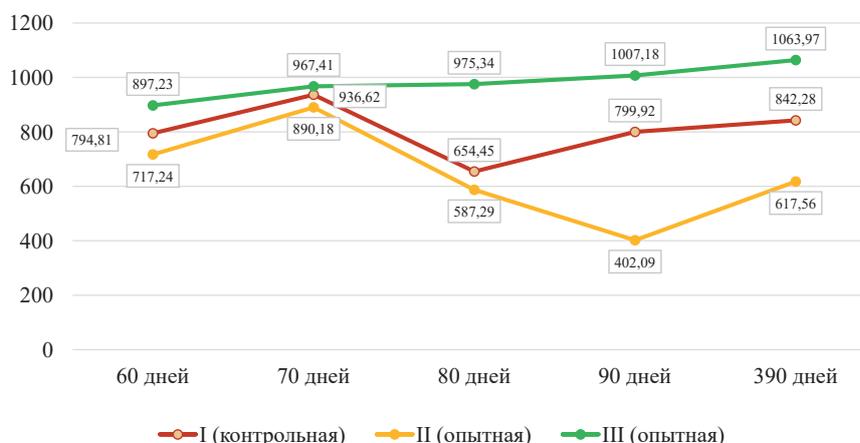


Рисунок 1 – Динамика суточного прироста к возрасту (М) в подопытных группах, г

В представленном на рисунке 1 графике четко прослеживается динамика средних показателей суточных приростов живой массы. С 22-го по 60-й день в рационе применялась максимальная кратность и количество дачи молока при плавном введении стартерного гранулированного комбикорма, показатели прироста во всех группах находились на высоком уровне. В течение 11 суток к 70-дневному возрасту при сокращении выпойки на четверть от объема предыдущего периода и увеличении комбикорма в 2,5 раза отмечен рост суточных и абсолютного приростов. Отрицательная тенденция зафиксирована у телят I и II групп в 80 дней, со снижением показателей ниже удовлетворительного уровня. У животных контрольной группы замедление энергии роста находилось ниже номинального значения в 700 г, во II опытной группе средний показатель – 587,29 г. Данный промежуток в части схемы кормления связан с прекращением молочной выпойки и увеличением раздачи гранулированного корма до трех килограммов в сутки. При дальнейшем увеличении доли концентратов до трех месяцев на 30 % в I группе ситуация стабилизировалась в короткий временной промежуток с тенденцией к среднему значению показателя в 800 г. Во II опытной группе у телят среднесуточный прирост снизился еще на 184 г. Данный факт объясняется морфофункциональной осо-

бенностью формирования пищеварительной системы жвачных, также данные изменения во многом имеют демонстративный характер за счет короткого промежутка времени между взвешиваниями и детального анализа взаимосвязи массы, возраста, составных частей рациона и физиологического развития телят. К 18 месяцам динамика приростов имела положительный характер во всех подопытных группах. В контрольной группе с третьего месяца гранулированный комбикорм был заменен кормовой смесью – получен высокий показатель среднесуточного прироста, несмотря на увеличение скорости роста, во II опытной группе данный параметр остался на низком уровне.

Рацион, применяемый в I группе, показал предсказуемую результативность. Грануляция пожнивных остатков не оказала необходимого влияния на прирост телочек II опытной группы, обусловив низкий уровень живой массы животных. Данным способом не удалось значительно повысить питательность и переваримость составных частей. Биоферментация растительных остатков закваской Леснова при производстве гранул для III опытной группы животных, последующая замена кормовой смеси позволили к 18-месячному возрасту добиться увеличения абсолютного прироста к контролю на 93,5 кг, среднесуточного – на 211,69 г, относительного – на 4,09 % (табл. 5).

Таблица 5 – Результаты параметров, характеризующих энергию роста телят за 519-дневный период проведения опыта ($M \pm m$)

Показатель прироста	I контрольная (n=20)	II опытная (n=20)	III опытная (n=20)
Абсолютный, кг	411,9±1,23	299,3±1,45**	505,4±1,87***
Среднесуточный, г	803,98±0,21	619,52±0,32*	1015,67±0,51***
Относительный, %	161,62±0,51	148,33±0,25	165,71±0,88*

Примечание: * $\geq 0,95$; ** $\geq 0,99$; *** $\geq 0,999$.

Средний показатель живой массы телочки в III опытной группе в возрасте 18 месяцев превысил среднюю массу тела сверстниц в контрольной на 95,5 кг, II опытной – на 205,1 кг. Разница контроля со II группой зафиксирована на уровне 109,6 кг (рис. 2).

Данные результаты, помимо сокращения временного показателя выращивания ремонтного поголовья, снижения трудозатрат, ускорения производства, вытекающего в увеличение рентабельности, позволяют судить о возможности более раннего осеменения поголовья. Принимая во внимания факт того, что скот голштинской породы характеризуется низкой способностью к оплодотворению, которая во многом зависит от уровня развития животного, формирования половой системы, неразрывно коррелирующих с живой массой. В свою очередь, половозрелость организма первотелки определит сохранность и полноценность потомства и будущий количественный показатель надоя. Критерием оценки к возможности первого оплодотворения на

первом месте выступает живая масса телочки, мы взвешивали подопытных животных в возрасте 18 месяцев. Осеменение первотелки целесообразно проводить при достижении ею 65–70 % массы половозрелой особи, учитывая, что из высокопродуктивных молочных пород крупного рогатого скота голштинская имеет самые внушительные размеры, из трех подопытных групп только особи III могут рассматриваться как хозяйственно зрелая ремонтная единица. Голштино-фризский скот самый «нежный» в отношении содержания и кормления, и достижение отдачи лучших продуктивных качеств возможно только при соответствующих условиях, поэтому введение в рацион технологических схем с низкой питательностью с целью экономии является потенциально опасным в отношении воспроизводства и в дальнейшей молочной продуктивности, поэтому удешевление составных частей рациона без отрицательных последствий на молодой организм требует тщательных научных исследований.

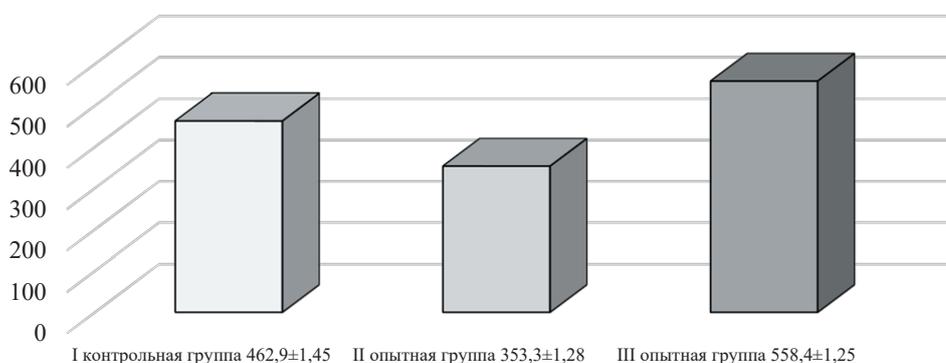


Рисунок 2 – Живая масса подопытных животных в 18 месяцев, кг ($M \pm m$)

Включение в кормовую базу молодняка крупного рогатого скота пожнивных остатков кукурузы и подсолнечника ввиду их низких питательных свойств, обусловленных затруднением переваривания, возможно после твердофазной микробиологической ферментации и грануляции, стимулирующих поедаемость. Введе-

ние пожнивных остатков, ферментированных с использованием закваски Леснова, позволило добиться у ремонтного молодняка повышения среднесуточного прироста на 20,8 %, увеличения живой массы и достижения к 18-месячному возрасту 558,4 кг.

Литература

1. Mahesh M. S., Mohini M. Crop Residues for Sustainable Livestock Production // Advances in Dairy Research. 2014. Vol. 2 (2). P. 1–2.
2. Биотехнология в животноводстве / Е. Я. Лебедько, П. С. Катмаков, А. В. Бу-

References

1. Mahesh M. S., Mohini M. Crop Residues for Sustainable Livestock Production // Advances in Dairy Research. 2014. Vol. 2 (2). P. 1–2.
2. Biotechnology in animal husbandry / E. Ya. Lebedko, P. S. Katmakov, A. V. Bu-

- шов, В. П. Гавриленко. СПб. : Лань, 2022. 160 с.
3. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves / F. Soberon, E. Raffrenato, R. W. Everett, M. E. Van Amburgh // *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95 (2). P. 783–793.
 4. Баймишев М. Х., Баймишев Х. Б., Муллакаев О. Т. Морфология яичника и репродуктивная функция телок голштинской породы в зависимости от нормы выпойки цельного молока в период выращивания // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2023. № 255. С. 42–47.
 5. Зубкова Л. И., Захарова М. В., Дроздова Ю. Ю. Влияние кратности и возраста первого осеменения телок на продуктивность коров // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2009. № 4. С. 34–37.
 6. Игнатьева Н. Л., Воронова И. В., Филиппова А. Н. Влияние возраста и живой массы при первом осеменении на продуктивные качества голштинизированного скота // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2022. № 251. С. 124–127.
 7. Ярмоц Л. П., Ярмоц Г. А. Применение ферментативных препаратов для улучшения переваримости питательных веществ и повышения продуктивности животных // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2019. № 2. С. 228–230.
 8. Адушинов Д. С. Возможные причины, влияющие на продуктивное долголетие коров // *Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 109. С. 119–128.
 9. Григорьев Д. А., Журко В. С., Щербатюк С. Ю. Техничко-экономическая эффективность адаптивного управления воспроизводством стада // *Агропанорама*. 2024. № 4. С. 43–48.
 10. Карамаяев С. В., Валитов Х. З., Карамаяева А. С. Скотоводство. СПб. : Лань, 2022. 548 с.
3. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves / F. Soberon, E. Raffrenato, R. W. Everett, M. E. Van Amburgh // *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95 (2). P. 783–793.
 4. Baymishev M. H., Baymishev H. B., Mulla-kaev O. T. Ovarian morphology and reproductive function of Holstein heifers depending on the rate of drinking whole milk during cultivation // *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2023. № 255. P. 42–47.
 5. Zubkova L. I., Zakharova M. V., Drozdova Yu. Yu. Influence of the multiplicity and age of the first insemination of heifers on cow productivity // *Bulletin of the Agroindustrial complex of the Upper Volga region*. 2009. № 4. P. 34–37.
 6. Ignatieva N. L., Voronova I. V., Filippova A. N. Influence of age and body weight at the first insemination on the productive qualities of holstein cattle // *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*. 2022. № 251. P. 124–127.
 7. Yarmots L. P., Yarmots G. A. Use of enzymatic preparations to improve the digestibility of nutrients and increase animal productivity // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2019. № 2. P. 228–230.
 8. Adushinov D. S. Possible causes affecting the productive longevity of cows // *Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy*. 2022. № 109. P. 119–128.
 9. Grigoriev D. A., Zhurko V. S., Shcherbatyuk S. Yu. Technical and economic efficiency of adaptive management of herd reproduction // *Agropanorama*. 2024. № 4. P. 43–48.
 10. Karamaev S. V., Valitov H. Z., Karamaeva A. S. Cattle breeding. SPb. : Lan, 2022. 548 p.

УДК 636.084.1

DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-56-21-27

Дата поступления статьи в редакцию: 02.09.2024

Принята к публикации: 28.10.2024

**В. И. Трухачев, С. А. Олейник, А. М. Ершов, Н. З. Злыднев,
А. А. Покотило**

Trukhachev V. I., Oleynik S. A., Yerшов A. M., Zlydnev N. Z., Pokotilo A. A.



ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК РАЗНОГО ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ПРИ ОДИНАКОВОМ УРОВНЕ КОРМЛЕНИЯ

PRODUCTIVITY OF FIRST-CALF COWS OF DIFFERENT BODY TYPES AT THE SAME LEVEL OF FEEDING

Одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность молочного животноводства, является продуктивность коров. В данном исследовании рассматривается связь между типом телосложения коров-первотёлок и их молочной продуктивностью при одинаковом уровне кормления.

Несмотря на то что уровень кормления коров-первотёлок может быть одинаковым, их продуктивность может варьировать в зависимости от типа телосложения. Это связано с тем, что животные с разным типом телосложения имеют различные потребности в питательных веществах, а также разную способность к их усвоению.

Исследования по изучению влияния разного типа телосложения при одинаковом уровне кормления на продуктивность коров-первотелок проводили в СПК племазаводе «Казьминский» Ставропольского края.

В наших исследованиях было установлено, что лучшая поедаемость кормов была у первотелок лептосомного и эйрисомного типа телосложения I фазы лактации и составила 96,4 и 93,2 %, а у первотелок мезосомного типа на 3,3 и 7,0 % абсолютных процента поедаемость была ниже.

Расчеты показали, что коровы-первотелки лептосомного типа телосложения по сравнению с аналогами мезосомного типа за I и II фазы лактации потребили больше сухого вещества рациона на 1,3 и 1,5 кг, а животные эйрисомного типа телосложения больше на 0,8 и 0,6 кг.

Ключевые слова: кормление, коровы-первотелки, фазы лактации, молочная продуктивность, тип телосложения, поедаемость кормов, лептосомный, мезосомный, эйрисомный.

Cattle play an important role in the production of dairy products. One of the key factors influencing the efficiency of dairy farming is the productivity of cows. This study examines the relationship between the body type of first-calf cows and their milk productivity at the same level of feeding.

Despite the fact that the level of feeding of first-calf cows may be the same, their productivity may vary depending on their body type. This is due to the fact that animals with different body types have different nutritional needs, as well as different ability to assimilate them.

The feeding of cattle should be balanced and take into account the nutritional needs of animals, depending on their physiological state, productivity and body type. For example, for dairy animals, it is important to get enough energy, protein and minerals to maintain high productivity and not reduce fatness.

In our studies, it was found that the best feed intake was in the first heifers of the leptosomal and eirisomal body types of the first phase of lactation and amounted to 96.4 and 93.2 %, and in the first heifers of the mesosomal type, the absolute percentage was 3.3 and 7 % lower.

Calculations showed that the first heifers of the leptosomal body type, compared with analogues of the mesosomal type, consumed more dry matter of the diet by 1.3 and 1.5 kg during the I and II phases of lactation, and animals of the eirisomal body type consumed more by 0.8 and 0.6 kg.

Key words: feeding, first-calf cows, lactation phases, milk productivity, body type, feed consumption, leptosomal, mesosomal, eirisomal.

Трухачев Владимир Иванович – академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева» г. Москва
РИНЦ SPIN-код: 3383-4512
Тел.: 8(499)976-12-96
E-mail: rector@rgau-msha.ru

Олейник Сергей Александрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор базовой кафедры частной зоотехнии, разведения и селекции животных ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4916-7317
Тел.: 8(8652)28-67-38
E-mail: soliynik60@gmail.com

Ершов Александр Михайлович – младший научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Trukhachev Vladimir Ivanovich – Full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, rector FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agriculture University» Moscow
RSCI SPIN-code: 3383-4512
Tel.: 8(499)976-12-96
E-mail: rector@rgau-msha.ru

Oleynik Sergey Aleksandrovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Basic Department of Private Animal Science, Breeding and Selection Animals FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 4916-7317
Tel.: 8(8652)28-67-38
E-mail: soliynik60@gmail.com

Yerшов Alexander Mihailovich – Junior Researcher of the Department of feeding and feed production All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding – branch FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research Center»

г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7944-3987
Тел.: 8(8652)71-70-33
E-mail: ershov-alexander2016@yandex.ru

Злыднев Николай Захарович –
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры кормления животных и общей биологии
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7374-3338
Тел.: 8(8652)28-61-12
E-mail: nz-kormlenec@yandex.ru

Покотило Алексей Алексеевич –
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры
частной зоотехнии, разведения и селекции животных
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9396-8188
Тел.: 8(8652)28-67-38
E-mail: pokotilo.alexei@yandex.ru

Stavropol
RSCI SPIN-code: 7944-3987
Tel.: 8(8652)71-70-33
E-mail: ershov-alexander2016@yandex.ru

Zlydnev Nikolay Zaharovich –
Doctor of Agricultural Sciences, Professor
of the Department of Animal Feeding
and General Biology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7374-3338
Tel.: 8(8652)28-61-12
E-mail: nz-kormlenec@yandex.ru

Pokotilo Aleksey Alekseyevich –
Candidate Agricultural Sciences, Associate Professor
Basic Department of Private Animal Science, Breeding
and Selection Animals
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9396-8188
Tel.: 8(8652)28-67-38
E-mail: pokotilo.alexei@yandex.ru

Одним из основных факторов, непосредственно влияющих на формирование животного, является кормление. Правильно подобранное питание оказывает большое влияние на процессы роста, развития молодняка КРС и стабильную молочную продуктивность у коров [1]. Совершенствование технологии по улучшению эффективности производства молока остается в настоящее время актуальным [2].

Для достижения высокой продуктивности у первотелок в сельскохозяйственных предприятиях важно сосредоточиться на показателях энергии роста ремонтного молодняка [3]. Это требует проведения дополнительных исследований по выбору методов кормления для животных разного типа телосложения [4].

Молочная продуктивность коров, по мнению многих экспертов, зависит от многих факторов, включая генетические особенности породы, уровень селекционной работы, качество и сбалансированность кормления, технологию содержания и доения, а также физиологическое состояние и конституцию животных, квалификацию специалистов и др. [5]. Важно при этом учитывать условия окружающей среды, состояние здоровья стада, микроклимат в помещениях, что значительно влияет на продуктивность животных [6].

Разработка рационов для коров-первотелок различных типов телосложения имеет перспективное значение для их продуктивного долголетия [7–12].

Набор ингредиентов при составлении рационов для коров должен содержать необходимые питательные вещества, которые обеспечивают нормальное физиологическое состояние животных, стабилизируют высокую продуктивность и качество молока [13–15].

Для выполнения научно-производственных исследований в I фазу лактации (первые 200 дней доения) были сформированы 3 груп-

пы коров-первотелок черно-пестрой породы с различным типом телосложения (лептосомный, мезосомный, эйрисомный) по 10 голов в каждой. Аналогичная схема использовалась во II фазу лактации (старше 200 дней доения). Подопытные животные содержались в одном корпусе на привязи, поение осуществлялось из автоматических поилок. Доение коров проводилось двукратно с интервалом 12 часов. Расположение коров-первотелок подчинялось следующим правилам применяемой технологии кормления – сначала располагались коровы до 200 дней доения (I фаза лактации), затем более 200 дней доения до момента подготовки к запуску (II фаза лактации).

Рационы кормления для коров-первотелок составлялись с учетом детализированных норм кормления ВИЖ [9]. Контрольное кормление проводили в соответствии с ГОСТ 57878–2017 «Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота молочного и комбинированного направлений». Во время контрольного периода (10 дней) производили взвешивание корма перед раздачей и учет остатков несъеденного корма.

На ферме применяется однотипное кормление. Корма раздают 2 раза в день. Приготовление кормосмеси осуществляется в кормоцехе по утвержденным рецептам. Кормоцех оборудован технологическими линиями подачи кормов для измельчения, смешивания и дозирования. Доставка готовых кормовых смесей осуществляется мобильными кормораздатчиками. При каждой раздаче кормосмесь взвешивают. Учет несъеденных остатков производился 1 раз в сутки при полной очистке кормового стола. Перераспределение кормосмеси на кормовом столе между животными в опытный период не производилось.

Учет молочной продуктивности производили согласно общепринятым методикам. Каче-

ственные показатели молока определяли в лаборатории селекционного контроля качества молока ФГБОУ ВО Ставропольского государственного аграрного университета.

Фактические рационы кормления коров первотелок при проведении исследований и структура рациона представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Рационы для коров-первотелок по фазам лактации (живая масса 550 кг)

Показатель	Суточная дача, кг на одну голову	
	I фаза лактации (удой 25–27 кг)	II фаза лактации (удой 14–16 кг)
Солома ячменная	–	1,0
Сено разнотравное	1,4	4,0
Силос кукурузный	24,0	23,0
Сенаж люцерны	10,0	6,0
Патока свекловичная	2,0	0,8
Дерть кукурузная	3,3	–
Дерть ячменная	3,0	0,8
Дерть пшеничная	2,1	1,5
Шрот подсолнечный	2,5	1,7
Премикс МегаМикс МаксиЛак	0,15	0,15
КД Бацелл	0,100	0,08
Соль поваренная	0,10	0,08
Мел	0,12	0,08
Сода	0,11	0,08
Адсорбент	0,04	0,04
Динатрийфосфат	120	0,15
ИТОГО	48,65	39,46
В рационе содержится		
ЭКЕ	24,7	16,1
Сухое вещество, г	22,5	16,8
ОЭ, МДж	246	161
Сырой протеин, г	3399	2321
Переваримый протеин, г	2324	1510
Лизин, г	167	123
Метионин, г	116	88
Сахар, г	1717	909
Сырая клетчатка, г	4078	4182
Кальций, г	157	130
Фосфор, г	111	91
Поваренная соль, г	127	127
Кобальт, мг	18,8	18,0
Железо, мг	3752	3420
Медь, мг	289	228
Цинк, мг	1842	1637
Марганец, мг	2388	2279
Йод, мг	19,1	18,2
Каротин, мг	1608	1523
Витамин Д, МЕ	25713	25343
Витамин Е, мг	1837	1552

Таблица 2 – Структура рационов по фазам лактации, %

Показатель	I фаза лактации	II фаза лактации
Грубые корма	20,3	34,6
Сочные корма	22,3	32,9
Концентрированные корма	51,0	28,6
Патока свекловичная	6,4	3,9

Из таблицы 3 мы видим, что наиболее активно поедали корма животные лептосомного и эйрисомного типа телосложения в I фазу лактации – 96,4 и 94,3 % от заданного рациона, что выше аналогичного показателя первотелок мезосомного типа на 3,3 и 7,0 %. Во II фазу лак-

тации поедаемость рациона животными лептосомного и эйрисомного типа телосложения составляет 89,6 и 84,0 %, что на 4,6 и 10,5 % больше в сравнении с коровами мезосомного типа телосложения.

Таблица 3 – Фактическое потребление питательных компонентов рациона подопытными животными, n=10

Показатель	Тип телосложения					
	I фаза лактации			II фаза лактации		
	Лептосомный	Мезосомный	Эйрисомный	Лептосомный	Мезосомный	Эйрисомный
Задано кормов, кг	48,65±0,12	48,65±0,12	48,65±0,12	39,49±0,11	39,49±0,11	39,49±0,11
Кормовые остатки, кг	1,75±0,23	4,52±0,56***	2,77±0,38***	4,23±1,21	7,82±2,10***	6,32±1,84
Фактическое потребление, кг	46,90±0,26***	44,13±0,49	45,88±0,37***	33,80±1,16	31,67±2,06	33,17±1,83
Поедаемость кормового рациона, %	96,40±3,30	90,70±6,47	94,30±5,32	89,60±8,3	80,20±9,59	84,00±7,82
Фактическое потребление питательных веществ рациона						
ЭКЕ	23,8	22,4	23,3	14,4	12,9	13,5
Обменная энергия, МДж	237,1	223,1	232,0	144,3	129,1	135,2
Сухое вещество, г	21,7	20,4	21,2	15,1	13,5	14,1
Сырой протеин	3276,6	3082,9	3205,3	2079,6	1861,4	1949,6
Переваримый протеин	2240,3	2107,9	2191,5	1353,0	1211,0	1268,4
Лизин, г	161,0	151,5	157,5	110,2	98,6	103,3
Метионин, г	111,8	105,2	109,4	78,8	70,6	73,9
Сахар, г	1655,2	1557,3	1619,1	814,5	729,0	763,6
Сырая клетчатка, г	3931,2	3698,7	3845,6	3747,1	3354,0	3512,9
Кальций, г	151,3	142,4	148,1	116,5	104,3	109,2
Фосфор, г	107,0	100,7	104,7	81,5	73,0	76,4
Поваренная соль, г	122,4	115,2	119,8	113,8	101,9	106,7
Кобальт, мг	18,1	17,1	17,7	16,1	14,4	15,1
Железо, мг	3616,9	3403,1	3538,1	3064,3	2742,8	2872,8
Медь, мг	278,6	262,1	272,5	204,3	182,9	191,5
Цинк, мг	1775,7	1670,7	1737,0	1466,8	1312,9	1375,1
Марганец, мг	2302,0	2165,9	2251,9	2042,0	1827,8	1914,4
Йод, мг	18,4	17,3	18,0	16,3	14,6	15,3
Каротин, мг	1550,1	1458,5	1516,3	1364,6	1221,4	1279,3
Витамин Д, МЕ	24787,3	23321,7	24247,4	22707,3	20325,1	21288,1
Витамин Е, мг	1770,9	1666,2	1732,3	1390,6	1244,7	1303,7

Примечание: *** p≤0,001.

Животные лептосомного типа телосложения I и II фаз лактации употребили 21,7 и 15,1 кг сухого вещества соответственно, что соответствует 237,1 и 232,0 МДж и 2240,3 и 2191,5 г перевариваемого протеина. В то же время у животных эйрисомного типа телосложения показатели потребления сухого вещества были выше на 3,6 и 4,3 % по сравнению с животными мезосомного типа.

Согласно данным таблицы 4, за отчетный десятидневный период было зафиксировано,

что коровы лептосомного и эйрисомного типов телосложения I и II фаз лактации показали наивысшую молочную продуктивность. У животных лептосомного типа телосложения наблюдалось увеличение удоев на 5,6 и 3,5 % по сравнению с первотелками эйрисомного и мезосомного типов соответственно. При этом животные эйрисомного типа превосходят животных мезосомного типа на 2,3 %. У животных лептосомного и эйрисомного типов II фазы лактации общий

объем молока составил 157,8 и 152,8 кг, что на 6,4 и 3,3 % превышает показатели у коров мезосомного типа телосложения.

По выходу молочного жира коровы-первотелки лептосомного и эйрисомного типов телосложения как I, так и II фазы лактации превосходили животных мезосомного типа на 9,5 и 3,6 абс. % и на 10,5 и 5,7 абс. %.

По выходу молочного белка животные мезосомного типа I и II фаз лактации уступали жи-

вотным лептосомного и эйрисомного типов на 7,1 и 2,8 абс. % и на 7,0 и 3,6 абс. %.

При оценке эффективности использования питательных веществ для производства молока ключевыми параметрами являются издержки на производство молока. Мы провели анализ информации о расходе энергетических кормовых единиц (ЭКЕ) и усвояемого белка на каждую единицу произведенной продукции в течение исследуемого периода, который представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Молочная продуктивность коров-первотелок, n=10

Показатель	Тип телосложения					
	I фаза лактации			II фаза лактации		
	Лептосомный	Мезосомный	Эйрисомный	Лептосомный	Мезосомный	Эйрисомный
Удой за учетный период (10 дней), кг	273,6±7,1	258,3±10,3	264,2±9,8	157,8±10,9	147,8±10,4	152,8±8,9
Среднесуточный удой, кг	27,4±0,7	25,8±1,1	26,4±1,0	15,8±1,1	14,8±0,9	15,3±1,0
Жир, %	3,86	3,70	3,75	4,11	3,93	4,03
Белок, %	3,15	3,10	3,12	3,01	3,00	3,00
Выход молочного жира, кг	10,56±0,52	9,56±0,54	9,91±0,54	6,49±0,43**	5,81±0,32	6,16±0,45
Выход молочного белка, кг	8,62±0,43	8,01±0,43	8,24±0,39	4,91±0,32	4,57±0,37	4,74±0,30
Среднесуточный удой базисной жирности (3,4%), кг	31,1±1,9	28,1±1,4	29,1±1,7	19,1±0,8	17,1±1,0	18,1±0,9
Удой за учетный период (10 дней) базисной жирности (3,4 %), кг	310,6±19,9	281,1±15,0	291,4±16,9	190,8±7,9	170,8±9,8	181,1±9,4
Суммарный выход молочного жира и молочного белка, кг	19,18±0,64	17,56±1,12	18,15±1,05	11,39±0,63	10,38±0,59	10,89±0,70
Затраты на продуцирование 1 кг молока: ЭКЕ	0,90±0,08***	0,96±0,08	0,94±0,09*	1,02±0,13	1,09±0,11	1,05±0,14
обменной энергии, МДж	9,0±0,56	9,6±0,78	9,4±0,56	10,2±0,98	10,9±0,89	10,5±0,95
переваримого протеина, г	84,8±5,06	90,0±6,43	88,0±6,12	95,5±6,98	102,0±6,65	98,6±8,37
Затраты на продуцирование 1 кг молока с учетом поедаемости: ЭКЕ	0,87±0,07	0,86±0,10	0,88±0,08	0,91±0,16	0,87±0,02	0,88±0,02
обменной энергии, МДж	8,7±0,54	8,6±0,61	8,8±0,41	9,1±0,70	8,7±0,67	8,8±0,87
переваримого протеина, г	81,7±5,30	81,8±5,00	83,0±7,11	81,8±5,43	85,6±6,76	82,9±3,98

Примечание: * p≤0,01; ** p≤0,05; *** p≤0,001.

За десятидневный период опыта первотелками всех типов телосложения I и II фазы лактации было затрачено 9,0–9,6 и 10,2–10,9 МДж обменной энергии, переваримого протеина 84,8–90,0 и 95,5–102,0 г. При этом с учетом поедаемости наибольшие затраты корма были у животных мезосомного типа телосложения I и II фаз лактации в сравнении с животными двух других типов.

Таким образом, тип телосложения крупного рогатого скота напрямую связан с кормлением и его влиянием на продуктивность, здоровье и способность к воспроизводству. Сбалансированный рацион, соответствующий потребностям животных в зависимости от их типа те-

лосложения, способствует поддержанию их здоровья и продуктивности на высоком уровне.

Результаты проведенного нами исследования показывают, что тип телосложения коров-первотелок оказывает значимое влияние на их продуктивность при одинаковом уровне кормления. Коровы лептосомного и эйрисомного типов телосложения демонстрируют лучшую поедаемость кормов: в I фазу лактации они потребляли 96,4 и 93,2 % от заданного рациона, что на 3,3–7,0 % больше, чем у мезосомных коров. Во II фазу эта разница составила 4,6–10,5 %. Кроме того, коровы лептосомного типа телосложения потребляли больше сухого вещества рациона по сравнению с мезосомными: в I и II фазах лакта-

ции это различие составило 1,3 и 1,5 кг соответственно. Эйрисомные коровы также потребляли большее количество сухого вещества, хотя и немного меньше, чем лептосомные: на 0,8 и 0,6 кг больше.

Эти данные свидетельствуют о том, что коровы с лептосомным и эйрисомным типом телосложе-

ния более эффективно используют предлагаемый рацион, что отражается на их молочной продуктивности. Таким образом, при разработке рационов и условий содержания коров следует учитывать индивидуальные особенности их телосложения для обеспечения максимальной продуктивности и оптимизации затрат на кормление.

Литература

1. Абилов Б. Т., Марынич А. П. Продуктивность коров при скармливании кормовых добавок с разной распадаемостью протеина в рубце // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России : сб. науч. статей. Ставрополь, 2019. С. 112–117.
2. Буряков Н. П., Бурякова М. А., Гришак Ю. А. Влияние дифференцированного скармливания концентрированных кормов на молочную продуктивность коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2007. № 3. С. 44–49.
3. Викторов П. И., Менькин В. К. Методика и организация зоотехнических опытов. М.: Агропромиздат, 1991. 112 с.
4. Гусаров И. В., Обряева О. Д. Система нормированного кормления высокопродуктивных коров с учетом их биохимического статуса // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 12 (197). С. 23–39.
5. Гусаров И. В., Обряева О. Д. Интегративность факторов системы нормированного кормления высокопродуктивных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 5. С. 47–52.
6. Направленное выращивание молодняка / А. П. Курдеко, Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко [и др.]. Горки : УО БГСХА, 2011. 88 с.
7. Продуктивность дойных коров при включении в рацион углеводно-протеиновых кормовых добавок / А. П. Марынич, Б. Т. Абилов, В. В. Семенов [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (15). С. 58–68.
8. Никонова Н. А. Зарубежный опыт повышения эффективности производства и переработки молока // Российский электронный научный журнал. 2018. № 4 (30). С. 148–161.
9. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. 3-е изд., перераб. и доп. М., 2003. 456 с.
10. Радчиков В., Сапсалева Т., Бесараб Г. Улучшаем поедаемость травяных кормов // Животноводство России. 2023. № 6. С. 40–42.
11. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы / С. А. Рябцева, А. Г. Храпцов, Р. О. Будкевич [и др.] //

References

1. Abilov B. T., Marynich A. P. Productivity of cows when feeding feed additives with different protein disintegration in the rumen // Priority and innovative technologies in animal husbandry – the basis for modernization of the agro-industrial complex of Russia : collection of scientific articles. Stavropol, 2019. P. 112–117.
2. Buryakov N. P., Buryakova M. A., Grishakin Yu. A. Effect of differentiated feeding of concentrated feeds on dairy productivity of cows // Feeding of agricultural animals and feed production. 2007. № 3. P. 44–49.
3. Viktorov P. I., Menkin V. K. Methodology and organization of zootechnical experiments. M. : Agropromizdat, 1991. 112 p.
4. Gusarov I. V., Obryaeva O. D. System of normalized feeding of highly productive cows, taking into account their biochemical status // Feeding of farm animals and feed production. 2021. № 12 (197). P. 23–39.
5. Gusarov I. V., Obryaeva O. D. Integrativity of factors of the system of normalized feeding of highly productive cows // Dairy and meat cattle breeding. 2022. № 5. P. 47–52.
6. Directed rearing of young animals / A. P. Kurdeko, N. A. Popkov, V. N. Timoshenko [et al.]. Gorki : EI Belarusian State Agricultural Academy, 2011. P. 88.
7. Productivity of dairy cows when including carbohydrate-protein feed additives in diets / A. P. Marynich, B. T. Abilov, V. V. Semenov [et al.] // Agricultural Magazine. 2022. № 1 (15). P. 58–68.
8. Nikonova N. A. Foreign experience in improving the efficiency of milk production and processing // Russian Electronic Scientific Journal. 2018. № 4 (30). P. 148–161.
9. Norms and rations for feeding farm animals : a reference guide / edited by A. P. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. Shcheglova. N. I. Kleimenov. 3rd edition, revised and expanded. M., 2003. 456 p.
10. Radchikov V., Sapsaleva T., Besarab G. Improving the digestibility of herbal feeds // Animal Husbandry of Russia. 2023. № 6. P. 40–42.
11. Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose / S. A. Ryabtseva, A. G. Khrantsov, R. O. Budkevich [et al.] // Nutrition issues. 2020. Vol. 89, № 2. P. 5–20. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10012

- Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 2. С. 5–20. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10012
12. Сиротинин В. И. Выращивание молодняка в скотоводстве. СПб., 2007. 210 с.
 13. Теребова С. В., Гусаров И. В. Молочное животноводство. Проблемы повышения экономической эффективности на основе оптимизации кормления // Корма – заготовка, приготовление и использование при ведении молочного животноводства в регионах Европейского Севера. 2023. № 4. С. 44–48.
 14. Radzikowski D. Effect of probiotics, prebiotics and synbiotics on the productivity and health of dairy cows and calves // World Scientific News. 2017. № 78. P. 193–198.
 15. Harman J., Gröht Y., Erb H. Event-time analysis of the effect of 60-day milk production on dairy cow interval-to-conception // Vet. Res. 1996. Vol. 57 (5). P. 634–639.
 12. Sirotinin V. I. Rearing of young animals in cattle breeding. SPb., 2007. 210 p.
 13. Terebova S. V., Gusarov I. V. Dairy farming. Problems of increasing economic efficiency based on optimization of feeding // Forage – harvesting, preparation and use in dairy farming in the regions of the European North. 2023. № 4. P. 44–48.
 14. Radzikowski D. Effect of probiotics, prebiotics and synbiotics on the productivity and health of dairy cows and calves // World Scientific News. 2017. № 78. P. 193–198.
 15. Harman J., Gröht Y., Erb H. Event-time analysis of the effect of 60-day milk production on dairy cow interval-to-conception // Vet. Res. 1996. Vol. 57 (5). P. 634–639.

А. В. Гайдамакин, Н. Н. Глазунова, А. П. Шутко, А. В. Хомутова

Gaidamakin A. V., Glazunova N. N., Shutko A. P., Khomutova A. V.



АГРЕССИВНОСТЬ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA* НА ПОДСОЛНЕЧНИКЕ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

AGGRESSIVENESS OF FUNGI OF THE GENUS *ALTERNARIA* ON SUNFLOWER IN THE ZONE OF UNSTABLE HUMIDIFICATION OF THE STAVROPOL TERRITORY

Приведены данные исследований 2024 года, проведенные в посевах подсолнечника на трех гибридах (НЕОМА, МАГ 4213, МАГ 4215), действующих веществ из разных химических классов против альтернариоза – широко распространенной болезни в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Условия для развития и распространения альтернариоза сложились нетипичные из-за недостатка влаги и засушливых условий агробиоценоза, но даже в таких условиях патогены проявили агрессивность в отношении подсолнечника. По морфологическим признакам определены до вида возбудители альтернариоза, которые проявили агрессивность в отношении подсолнечника: *Alternariaster helianthi*, *Alternaria helianthifecins*, *A. tenuissima*, *A. alternate*, *A. infectoria*. В результате исследований гибрид Неома оказался самым восприимчивым к альтернариозу из трех исследуемых гибридов подсолнечника, на котором степень поражения в верхних ярусах листьев доходила до 72,2 %. На гибриде МАГ 4213 степень поражения на 28 сутки составила 52,8 %, на гибриде МАГ 4215 – 44,4 %, что характеризует восприимчивость гибридов к выявленным изолятам альтернариоза. По устойчивости альтернариоза к действующим веществам фунгицидов из разных химических классов все испытываемые препараты в сравнении с контрольным вариантом проявили эффективность в разной степени: Эвклид, СК – 0,8 л/га и Ланцея, КМЭ – 1,2 л/га показали стабильный сдерживающий эффект против болезней на всех гибридах; по препаратам Бенорад, СП – 1,5 кг/га и Спирит, СК – 0,8 л/га на трех гибридах установлена различная степень воздействия на возбудителей альтернариоза.

Ключевые слова: подсолнечник, альтернариоз, фунгициды, патогенность, чувствительность, штамм.

The article presents data from 2024 studies conducted in sunflower crops on three hybrids (NEOMA, MAG 4213, MAG 4215), active substances from different chemical classes against alternariasis, a widespread disease in the conditions of unstable humidification zone of the Stavropol Territory. The conditions for the development and spread of alternariasis were atypical due to lack of moisture and arid conditions of agrobiocenosis, but even in such conditions, pathogens showed aggressiveness against sunflower. According to morphological characteristics, the pathogens of alternariasis that have shown aggressiveness against sunflower have been identified to the species: *Alternariaster helianthi*, *Alternaria helianthifecins*, *A. tenuissima*, *A. alternate*, *A. infectoria*. As a result of the research, the Neoma hybrid turned out to be the most susceptible to alternariasis of the three studied sunflower hybrids, in which the degree of damage in the upper tiers of the leaves reached 72.2 %. On the hybrid MAG 4213, the degree of lesion on day 28 was 52.8 %, on the hybrid MAG 4215 – 44.4 %, which characterizes the susceptibility of hybrids to the identified isolates of alternariasis. According to the resistance of alternariasis to active substances of fungicides from different chemical classes, all the tested drugs, in comparison with the control variant, showed effectiveness to varying degrees: Euclid, SC – 0.8 l/ha and Lancea, KME – 1.2 l/ha showed a stable deterrent effect against diseases on all hybrids; Benorad, SP – 1.5 kg/ha and Spirit, SC – 0.8 l/ha showed different degrees of exposure to the pathogens of alternariasis on three hybrids.

Key words: sunflower, alternariasis, fungicides, pathogenicity, sensitivity, strains.

Гайдамакин Алексей Владимирович – аспирант кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2130-9639
Тел.: 8(8652)35-59-66
E-mail: gajdamakin97@mail.ru

Глазунова Наталья Николаевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7173-5580
Тел.: 8(8652)35-59-66
E-mail: gnn2312@gmail.com

Шутко Анна Петровна – доктор сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой химии и защиты растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь

Gaidamakin Alexey Vladimirovich – postgraduate student of the Department of Chemistry and Plant Protection FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 2130-9639
Tel.: 8(8652)35-59-66
E-mail: gajdamakin97@mail.ru

Glazunova Natalia Nikolaevna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Chemistry and Plant Protection FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 7173-5580
Tel.: 8(8652)35-59-66
E-mail: gnn2312@gmail.com

Shutko Anna Petrovna – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Chemistry and Plant Protection FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol

РИНЦ SPIN-код: 4115-5536
Тел.: 8(8652)35-59-66
E-mail: schutko.an@yandex.ru

Хомутова Анна Владимировна –
старший преподаватель кафедры химии
и защиты растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5332-5495
Тел.: 8(8652)35-59-66
E-mail: khomutovaav@yandex.ru

RSCI SPIN-code: 4115-5536
Tel.: 8(8652)35-59-66
E-mail: schutko.an@yandex.ru

Khomutova Anna Vladimirovna –
Senior Lecturer at the Department of Chemistry
and Plant Protection
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian
University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 5332-5495
Tel.: 8(8652)35-59-66
E-mail: khomutovaav@yandex.ru

В Российской Федерации одной из востребованных сельскохозяйственных культур на протяжении многих лет для получения масла остается подсолнечник. Российские сельхозпроизводители в этом году выделили порядка 10,6–10,7 млн га площадей, в том числе 1,2 млн га в новых регионах, под выращивание подсолнечника. На Ставрополье посевные площади подсолнечника в 2023 году составляли 256,8 тыс. га, в 2024 году площадь возделывания подсолнечника увеличилась до 260 тыс. га, по данным Масложирового союза России [1].

Подсолнечник масличный в Российской Федерации является одной из высокодоходных сельскохозяйственных культур, экономический интерес к которой постоянно растет с повышением закупочных цен на масло. Так, если закупочная цена 1 т товарных семян подсолнечника в 2000 году составляла 3500 руб., то в 2010 году она достигла 18 200 руб., 2023 году – около 25 500 руб., а в 2024 году – 33 600 руб. [2].

Увеличение площадей возделывания подсолнечника на территории страны, а также чрезмерное насыщение им севооборотов ведет к существенным изменениям состава вредных организмов, трофических связей, условий среды в складывающихся агробиоценозах [3].

В Ставропольском крае подсолнечник подвержен многим заболеваниям: пероноспороз, альтернариоз, белая и серая гниль, фомоз, фомопсис, сухая гниль, ржавчина. Наиболее широко распространенной болезнью в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края является альтернариоз, которому и посвящены данные исследования.

Род *Alternaria* Nees представлен достаточно большим с разнообразными группами микроорганизмов, которые насчитывают более 250 видов. Однако большинство видов являются космополитами, многие из которых встречаются практически повсеместно [4]. Некоторые виды грибов рода *Alternaria* относят к паразитам из-за некротрофного типа питания. Грибы рода *Alternaria* синтезируют большое количество микотоксинов, особо опасных для жизнедеятельности человека и животных [5–7].

Целью наших исследований являлось изучение агрессивности грибов рода *Alternaria* на посевах подсолнечника в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края.

В задачи исследований входило: 1) изучить агрессивность изолятов грибов рода *Alternaria* в 3-й климатической зоне Ставропольского края; 2) оценить восприимчивость гибридов подсолнечника к грибам рода *Alternaria* в период вегетации; 3) провести оценку чувствительности грибов рода *Alternaria* к действующим веществам фунгицидов из разных химических классов.

Исследования проводили в 3-й климатической зоне Ставропольского края в мелкоделяночном опыте, который включал в себя 5 вариантов в четырехкратной повторности.

По среднемноголетним данным, в зоне исследований за год выпадает около 450–550 мм осадков при ГТК 0,9–1,1 и сумме активных температур воздуха 3000–3200 °С. Зима умеренно мягкая, среднемесячная температура воздуха января – 3...–0,5 °С, минимальная –32...–34 °С. Высота снежного покрова до 10 см и выше. Сход снежного покрова наблюдается в марте, возобновление вегетации – в конце марта – начале апреля. Продолжительность безморозного периода 180–195 дней. Лето довольно жаркое, со среднемесячной температурой 22–24 °С. Осадков за период активной вегетации выпадает порядка 300–350 мм. Почвы представлены черноземами выщелоченными среднемоющими тяжелосуглинистыми [8].

В 2024 году за период вегетации подсолнечника (с 6 апреля по 13 сентября) зафиксировано 207 мм осадков [9], что меньше среднемноголетних данных.

В фенологическую фазу развития подсолнечника «звездочка» проводили обработку фунгицидами: Спирит, СК – 0,8 л/га, Бенорад, СП – 1,5 кг/га, Ланцея, КМЭ – 1,2 л/га, Эвклид, СК – 0,8 л/га. Погодные условия в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края в сезоне 2024 года сложились засушливыми и в целом были неблагоприятными для прогрессирующего развития грибов рода *Alternaria*, однако при выпадении дождей альтернариоз быстро начинал распространяться и поражать другие растения, что в целом способствовало проявлению патогенных (агрессивных) свойств в отношении подсолнечника.

Учет альтернариоза проводили согласно методическому пособию «Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*» [6]. Использовали для оценки поражения альтернариоза стандартную балльную шкалу учета: 0 – отсутствует пора-

жения; 1 – поражено до 10 %; 2 – от 11 до 25 %; 3 – от 25 до 50 %; 4 – свыше 50 %.

Учет распространенности и развития болезней проводили согласно методике «Методические указания по регистрационному испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве» [10].

Распространенность болезни определяли по формуле $P = n/N \cdot 100$.

Развитие болезни определялось по формуле

$$R = \frac{\sum (a \cdot b) \cdot 100}{NK}$$

где $\sum (a \cdot b)$ – сумма произведений числа растений на соответствующий им балл поражения; N – общее количество учтенных растений; K – высший балл шкалы учета.

По литературным данным, не менее 11 видов грибов рода *Alternaria* описаны на подсолнечнике. Известные специалисты в области возделывания масличных культур, сотрудники ФИЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта» М. В. Ивебор, С. Л. Саукова, Н. М. Арасланова (2015) разделяют их на 4 видовые группы:

1. *Alternariaster helianthi* (E. G. Simmons, Walczet R. G. Roberts) – крупноспоровый специализированный к подсолнечнику патогенный вид.
2. *A. helianthiinficiens* (E. G. Simmons, Walczet R. G. Roberts), *A. heliophytovani* (E. G. Simmons) и *A. protenta* (E. G. Simmons) – крупноспоровые патогенные виды, вызывающие альтернариоз подсолнечника.
3. *A. tenuissima* (Nees et T. Nees: Fr.) Wiltshire), *A. alternata* (Fr.) Keissl, *A. arborescens* (E. G. Simmons). Эти виды обладают значительным морфологическим сходством и отличаются лишь типом ветвления цепочек спор. Все они способны к синтезу нескольких микотоксинов.
4. Комплекс мелкоспоровых видов: *A. infectoria* (E. G. Simmons), *A. helianthicola* и *A. roseogrisea*.

В условиях Ставрополья на посевах подсолнечника отмечали поражение сразу несколькими видами грибов рода *Alternaria*. При этом

обнаружили, что альтернариоз поражает все части растений подсолнечника. Признаки поражения не всегда схожи друг с другом, но имеют общие черты. Это характеризуется из-за наличия видового состава грибов, поражающего подсолнечник. Однако признаки поражения, на которые стоит опираться для идентификации альтернариоза по листовой поверхности, это: округлые или угловатые формы проявления пятен с хлоротичным оттенком около некротизированной ткани на листьях [11] (рис. 1).

На стебле подсолнечника поражение альтернариозом проявляется в виде штрихов, которые разрастаются и в процессе своего развития сливаются. Для идентификации грибов пораженные альтернариозом фрагменты закладывали во влажную камеру и на питательные среды после поверхностной стерилизации (рис. 2).



Рисунок 1 – Признаки поражения альтернариозом листьев подсолнечника (оригинальные фотографии)

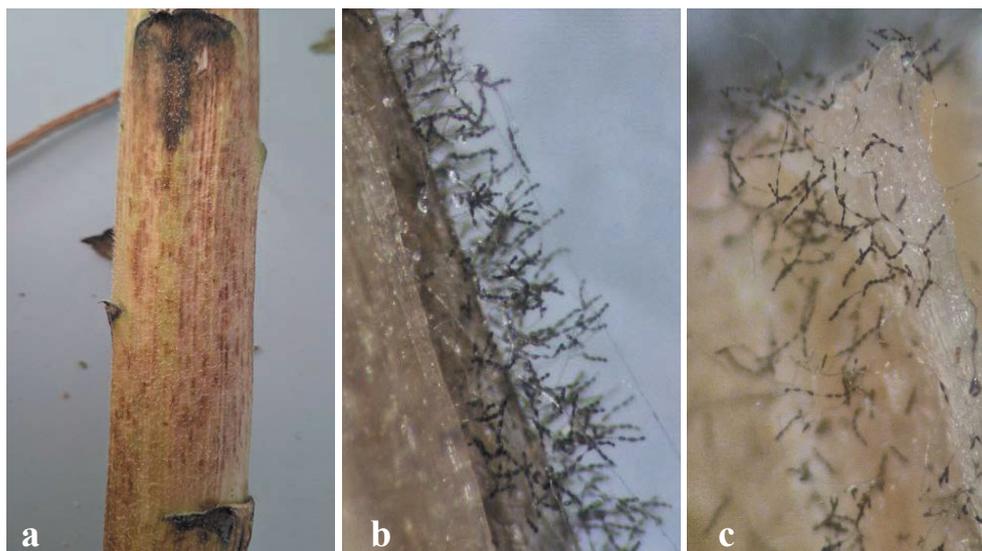


Рисунок 2 – Признаки поражения альтернариозом на стебле подсолнечника (a) и выявленные штаммы из пораженных фрагментов с различным типом ветвления цепочек спор (b, c) (оригинальные фотографии)

На корзинках альтернариоз проявляется в виде пятен на расширенной оси соцветия или оберточных листьях. В местах поражения образуется оливковый налет спор [https://www.syngenta.ru] (рис. 3).

Выявлено, что многочисленный видовой состав грибов рода *Alternaria*, вызывающих альтернариоз на подсолнечнике в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края, разнообразен.



Рисунок 3 – Корзинки подсолнечника, пораженные альтернариозом (оригинальные фотографии)

В разные годы патоген *A. helianthi* (Hansford) Tubaki et Nishihara, вызывающий черную пятнистость листьев, чаще всего называли: *Helminthosporium* или *Embellisia*, но по современной классификации близкородственных родов из альтернариоидных гифомицетов он вынесен в отдельный род *Alternariaster*, насчитывающий 1 вид [4] (рис. 4), который преимущественно был обнаружен на исследуемых участках опыта. Но также по морфологическим признакам обнаружили еще один крупноспоровый вид *Alternaria helianthiifeciens* (рис. 5).

Крупноспоровым сопутствовали ещё несколько видов мелкоспоровых грибов рода *Alternaria*. Данные виды были выявлены на листовой поверхности, стеблях и корзинках подсолнечника (рис. 6).

В связи с этим был определен видовой состав грибов, проявивший комплексную видовую патогенность (агрессивность) на подсолнечнике в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Выявлены такие виды,

как: *Alternariaster helianthi*, *Alternaria helianthiifeciens*, *A. tenuissima*, *A. alternate*, *A. infectoria*. Альтернариоз активно поражает подсолнечник многочисленными видами грибов рода *Alternaria*, и чувствительность выявленных изолятов к действующим веществам фунгицидов не изучена в данной зоне возделывания Ставропольского края.

В задачи наших исследований также входило провести оценку агрессивности грибов рода *Alternaria* на подсолнечнике в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края и определить чувствительность данных грибов к различным действующим веществам фунгицидов из разных химических классов. В таблице приведены результаты учетов распространенности и интенсивности развития альтернариоза.



Рисунок 4 – *Alternariaster helianthi*



Рисунок 5 – *Alternaria helianthiifeciens* (оригинальные фотографии)

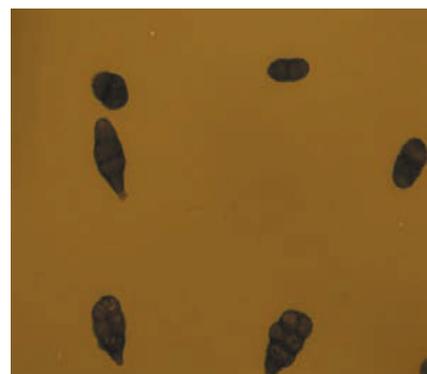
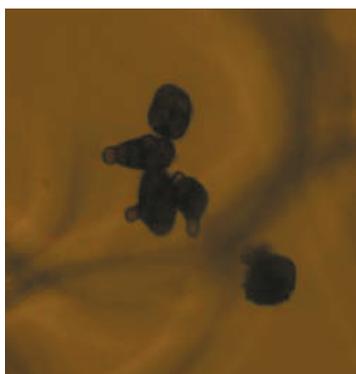


Рисунок 6 – Мелкоспоровые виды грибов рода *Alternaria* (оригинальные фотографии)

Таблица– Распространенность и интенсивность развития альтернариоза

Ярус листьев	Контроль		Спирит, СК		Бенорад, СП		Ланцея, КМЭ		Эвклид, СК	
	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
ГИБРИД: НЕОМА										
Учет проводили в день обработки										
Верхний	8,3	2,1	8,3	2,1	16,6	4,2	8,3	2,1	0	0
Средний	25	6,3	25	8,3	0	0	8,3	2,1	8,3	2,1
Нижний	91,6	33,3	91,6	31,3	41,6	16,6	75	20,8	25	6,3
Через 14 дней после обработки										
Верхний	53,8	20,8	66,6	33,3	41,6	22,9	25	10,4	66,6	29,2
Средний	83,3	47,9	100	60,4	75	45,8	41,6	25	83,3	45,8
Нижний	100	58,3	100	64,6	100	62,5	91,7	60,4	100	60,4
Через 28 дней после обработки										
Верхний	91,6	72,2	75	44,4	91,6	80,5	91,6	55,5	91,6	69,4
Средний	100	86,1	100	86,1	100	86,1	100	83,3	100	72,2
Нижний	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97,2
ГИБРИД: МАГ 4213										
Учет проводили в день обработки										
Верхний	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Средний	16,7	4,2	0	0	25	6,3	16,6	4,2	0	0
Нижний	75	25	41,6	12,5	33,3	8,3	50	12,5	33,3	8,3
Через 14 дней после обработки										
Верхний	75	31,3	58,3	29,2	33,3	16,6	66,6	33,3	33,3	14,5
Средний	75	41,6	83,3	37,5	66,6	29,2	66,6	27,1	58,3	25
Нижний	100	50	100	58,3	100	37,5	91,6	58,3	66,6	27,1
Через 28 дней после обработки										
Верхний	100	52,8	83,3	33,3	100	55,5	100	44,4	91,6	44,4
Средний	100	63,9	100	50	100	61,1	100	63,9	91,6	55,5
Нижний	100	100	100	94,4	100	100	100	97,2	100	100
ГИБРИД: МАГ 4215										
Учет проводили в день обработки										
Верхний	8,3	2,1	0	0	0	0	0	0	8,3	2,1
Средний	8,3	2,1	25	6,3	0	0	8,3	2,1	0	0
Нижний	66,7	22,9	33,3	8,3	25	6,3	25	6,3	41,7	10,4
Через 14 дней после обработки										
Верхний	66,6	27,1	83,3	43,8	41,7	18,8	50	22,9	66,6	27,1
Средний	75	41,7	83,3	47,9	58,3	31,1	66,6	37,5	66,6	33,3
Нижний	83,3	52,1	100	66,6	83,3	56,3	75	41,6	83,3	52,1
Через 28 дней после обработки										
Верхний	100	44,4	91,6	44,4	75	30,5	75	41,6	100	38,8
Средний	100	58,3	100	63,8	91,6	55,5	100	63,9	100	58,3
Нижний	100	100	100	92,2	100	91,6	100	88,9	100	100

Примечание: P – распространение болезни, %; R – развитие болезни, %.

Исследования проводились на трех гибридах подсолнечника (Неома, МАГ 4213, МАГ 4215). Оценивали восприимчивость трех гибридов подсолнечника к выявленному видовому составу патогенных грибов в третьей климатической зоне Ставропольского края.

Исследуемые фунгициды в борьбе с альтернариозом в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края взяты для оценки чув-

ствительности патогенов к различным химическим классам. Испытуемые препараты были из разных химических классов, таких как: бензимидазолы, стробилурины, триазолы, карбоксамиды. В препарате Бенорад, СП (беномил, 500 г/кг (хим. кл. бензимидазолы)), Спирит, СК (азоксистробин, 240 г/л (хим. кл. стробилурины) + эпоксиконазол, 160 г/л (хим. кл. триазолы)), Ланцея, КМЭ (протиокконазол, 125 г/л (хим. кл.

триазолы) + пикоксистробин, 100 г/л (хим. кл. стробилурины)), Эвклид, СК (азоксистробин, 250 г/л (хим. кл. стробилурины) + боскалид, 150 г/л (хим. кл. карбоксамиды)).

Первый учет по распространенности и интенсивности развития альтернариоза проводили до обработки фунгицидами в фазу «звездочка». Отмечено, что до обработки за июнь зафиксировано всего 10 мм осадков, поэтому прогрессирующего развития альтернариоза на подсолнечнике в день учета не обнаружили. Установлено, что гибрид Неома более восприимчив к альтернариозу, чем гибриды МАГ 4213 и МАГ 4215, – на всех опытных делянках до обработки на данном гибриде распространенность альтернариоза доходила в верхних ярусах листьев до 16,6 % поражения, в среднем ярусе до 25 %, в нижнем до 91,6 % (табл.).

На гибриде МАГ 4213 обнаружили более устойчивое проявление альтернариоза. В верхнем ярусе подсолнечника поражения альтернариозом не обнаружили, в среднем ярусе на листовой поверхности распространённость заболевания доходила до 25 %, в нижнем – до 75 % поражения. На гибриде МАГ 4215 устойчивость была схожа с гибридом МАГ 4213. В верхнем ярусе распространённость заболевания проявилась до 8,3 % поражения, в среднем – 25 %, нижнем – 66,7 %.

После обработки фунгицидами на протяжении нескольких недель наблюдали высокие температуры, но небольшие осадки и утренние росы благоприятно сказались на развитии и распространении альтернариоза.

Из-за определенных условий окружающей среды большинство видов грибов рода *Alternaria* способны на разрушительные эпифитотии. Для прогрессирующего развития альтернариоза исключительно необходимы: жаркая погода (< 20 °С), наличие капельной влаги (в виде дождей) или росы [6].

Гибрид Неома в сравнении с МАГ 4213 и МАГ 4215 более восприимчив к альтернариозу. Наблюдали, что при последующих учетах на гибридах сохраняется тенденция поражения альтернариозом. На 28-е сутки на гибриде Неома отмечали полное или частичное поражение альтернариозом на всех растениях. Самым устойчивым к альтернариозу оказался гибрид МАГ 4215, на 28-е сутки учета выявили, что данный гибрид более устойчив к альтернариозу из-за низкой степени развития болезни, которая составила 44,4 %.

По показателям учета распространенности и интенсивности развития лучшими сдер-

живающими рост альтернариоза установлены фунгициды: Эвклид, СК в норме применения 0,8 л/га и Ланцея, КМЭ – 1,2 л/га, так как показатели были практически одинаковыми на всех гибридах. Но тем не менее наблюдали, что сдерживающий и подавляющий эффект у всех применяемых фунгицидов из разных химических классов к выявленным изолятам грибов, их различным комбинациям и разнообразному сопутствующему видовому составу альтернариоза отличается. На гибриде МАГ 4213 в варианте Спирит, СК – 0,8 л/га показал лучший сдерживающий эффект, чем другие фунгициды. Из-за высокой степени развития альтернариоза на гибридах Неома и МАГ 4215 до обработки на варианте Спирит, СК высокого подавляющего эффекта не обнаружили, но отметили, что в сравнении с контролем (без обработки) наблюдали более медленное развитие альтернариоза, что доказывает эффективность фунгицидной обработки. Точно такую же закономерность мы обнаружили на гибриде Неома в варианте фунгицида Бенорад, СП – 1,5 кг/га. Результаты учета эффективности фунгицида Бенорад, СП – 1,5 кг/га на 3 гибридах в сравнении с другими вариантами опыта (Эвклид, СК – 0,8 л/га и Ланцея, КМЭ – 1,2 л/га) сильно различались и стабильных показателей не отмечали.

Таким образом, можно сделать вывод, что на разные виды грибов рода *Alternaria* лучшую устойчивость к альтернариозу показал гибрид МАГ 4215. При оценке чувствительности грибов рода *Alternaria* к действующим веществам фунгицидов из разных химических классов по стабильным показателям на всех трех гибридах самыми эффективными получились варианты: Эвклид, СК – 0,8 л/га и Ланцея, КМЭ – 1,2 л/га. Однако на гибридах Неома и МАГ 4215 на варианте Спирит, СК – 0,8 л/га и МАГ 4213 в варианте Бенорад, СП – 1,5 кг/га определена одинаковая взаимосвязь по эффективности фунгицидов, зависящая от изначальных (до обработки) показателей распространенности и интенсивности развития альтернариоза. Это доказывает, что действующие вещества из разных химических классов имеют разный период защитного действия, скорость сдерживания или подавления патогена. Лучшей комбинацией действующих веществ фунгицидов из разных химических классов для подавления альтернариоза в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края оказались: азоксистробин (хим. кл. стробилурины) + боскалид (хим. кл. карбоксамиды) и протиоконазол (хим. кл. триазолы) + пикоксистробин (хим. кл. стробилурины).

Литература

1. Площади под подсолнечником в РФ в 2024 году – прогноз // Масложировой Союз России [Электронный ресурс]. URL: <https://mzhsr.ru/news/novosti-otrasli/ploshhadi-pod-podsolnechnikom-v-rf-v-2024-godu-sostavyat-10,6-10,7-mln-ga,-E2%80%93>

References

1. Sunflower areas in the Russian Federation in 2024 – forecast // Fat and Oil Union of Russia [Electronic resource]. URL: <https://mzhsr.ru/news/novosti-otrasli/ploshhadi-pod-podsolnechnikom-v-rf-v-2024-godu-sostavyat-10,6-10,7-mln-ga,-E2%80%93>

- prognoz?ysclid=m2ucme1ffo428524009 (дата обращения: 25.10.2024).
2. Подсолнечник [Электронный ресурс]. URL: <https://forkagro.com/monitoring/v/sunflower?ysclid=m2ucukhsu0919651337> (дата обращения: 25.10.2024).
 3. Лукомец В. М., Пивень В. Т., Тишков Н. М. Болезни подсолнечника. Краснодар, 2011. 210 с.
 4. Ивебор М. В., Антонова Т. С., Саукова С. Л. К вопросу о возбудителях альтернариоза подсолнечника // Масличные культуры : науч.-техн. бюл. / Всерос. науч.-исслед. ин-т масличных культур. 2013. Вып. 1. С. 153–154.
 5. MycoBank [Electronic resource]: fungal databases. Nomenclature and species bank / Intern. Mycological Assos. Mode of access. URL: <http://www.mycobank.org>. (date of access: 23.10.2024).
 6. Ганнибал Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* : метод. пособие. / под ред. М. М. Левитина. СПб. : ВИЗР Россельхозакадемии, 2011. 70 с.
 7. Ивебор М. В., Саукова С. Л., Арасланова Н. М. Альтернариоз подсолнечника // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции : сб. / Всерос. НИИ табака, махорки и табачных изделий. 2015. С. 187–190.
 8. Системы земледелия Ставрополя : монография / под общ. ред. акад. РАН, РАСХН А. А. Жученко ; чл.-кор. РАСХН В. И. Трухачева. Ставрополь : АГРУС, 2011. 844 с.
 9. Погода и климат (Архивы погоды, погода в России, СНГ, Балтии, Грузии, Дальнем Зарубежье) : офиц. сайт. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>. (дата обращения: 25.10.2024).
 10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / ВИЗР, Минсельхоз России. Санкт-Петербург, 2009. 378 с.
 11. Станчева Йорданка. Атлас болезней сельскохозяйственных культур. Т. 4. Болезни технических культур. София – Москва : Изд-во ПЕНСОФТ, 2003. 193 с.
- prognoz?ysclid=m2ucme1ffo428524009 (date of access: 25.10.2024).
2. Sunflower [Electronic resource]. URL: <https://forkagro.com/monitoring/v/sunflower?ysclid=m2ucukhsu0919651337> (date of access: 25.10.2024).
 3. Lukomets V. M., Piven V. T., Tishkov N. M. Sunflower diseases. Krasnodar, 2011. 210 p.
 4. Ivebor M. V., Antonova T. S., Saukova S. L. On the issue of the causative agents of sunflower alternariasis // OILSEEDS. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2013. Iss. 1. P. 153–154.
 5. MycoBank [Electronic resource]: fungal databases. Nomenclature and species bank / Intern. Mycological Assos. Mode of access. URL: <http://www.mycobank.org>. (date of access: 23.10.2024).
 6. Hannibal F. B. Monitoring of alternarioses of agricultural crops and identification of fungi of the genus *Alternaria* : Methodical manual / edited by M. M. Levitin. St. Petersburg : All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection of the RAAS. SPb., 2011. 70 p.
 7. Ivebor M. V., Saukova S. L., Araslanova N. M. Alternariosis of sunflower // Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally safe agricultural and food products : collection / All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Shag and Tobacco Products. 2015. P. 187–190.
 8. Stavropol agricultural systems : monograph / under the general ed. of the Academy RAS, RAAS A. A. Zhuchenko; Corresponding member RAAS V. I. Trukhachev. Stavropol : AGRUS, 2011. 844 p.
 9. Weather and climate (Weather archives, weather in Russia, CIS, Baltic States, Georgia, Far Abroad) : official. website. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>. (date of access: 25.10.2024).
 10. Methodological guidelines for conducting registration tests of fungicides in agriculture / All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection of the RAAS. St. Petersburg, 2009. 378 p.
 11. Stancheva Yordanka. Atlas of diseases of agricultural crops. Vol. 4. Diseases of technical cultures. Sofia – Moscow : Publishing House PENSOFT, 2003. 193 p.

УДК 633.11«324»:631.82:631.445.41(470.630)
DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-56-35-41Дата поступления статьи в редакцию: 02.09.2024
Принята к публикации: 07.10.2024**Ю. Н. Середняк, А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова,
С. А. Шебаршинов**

Serednyak Yu. N., Esaulko A. N., Ozheredova A. Yu., Shebarshinov S. A.



ZPRVOS

ВЛИЯНИЕ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ФОНАХ ПИТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

INFLUENCE OF COPPER-CONTAINING FERTILIZERS ON VARIOUS NUTRITION BACKGROUNDS ON THE CONTENT OF COPPER AND ZINC IN SOILS AND PLANTS, YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN ON LEACHED CHERNOZEM OF THE STAVROPOL UPLAND

Рассматривается влияние медьсодержащих микроудобрений на продуктивность и качественные характеристики озимой пшеницы сорта Алексеич, выращенной на выщелоченном чернозёме Ставропольской возвышенности. Исследования проводились в 2022–2024 гг. по двухфакторной схеме опыта, включавшей четыре уровня минерального питания и три вида медьсодержащих удобрений (сульфат меди, Контролфит Cu, хелат меди).

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование удобрений, содержащих медь, способствует увеличению урожайности озимой пшеницы на 0,29–0,46 т/га, а также улучшает её качественные характеристики, такие как содержание белка, клейковины и стекловидность зерна. Применение высоких доз минеральных удобрений способствовало усиленному выносу меди из почвы за счёт увеличения биомассы растений. Использование сульфата меди и препарата Контролфит привело к значимому снижению содержания меди в почве на 0,02–0,03 мг/кг, тогда как внесение хелата меди практически не изменило концентрацию элемента относительно контрольного уровня (0,22 мг/кг). При этом исследуемые дозы минеральных удобрений не оказали заметного влияния на содержание меди в растениях озимой пшеницы.

Разница в снижении элемента относительно контрольного варианта была незначительной – 0,03–0,06 мг/кг, что объясняется действием микроудобрений. При комбинированном применении хелата меди и минеральных удобрений в расчетной на 8,5 т/га дозе удалось достичь максимальной урожайности зерна (7,1 т/га) и получить качество зерна второго класса. Несмотря на положительный эффект, запланированных показателей урожайности достичь не удалось. Полученные выводы подчёркивают необходимость комплексного подхода к применению удобрений.

Ключевые слова: дозы удобрений, микроудобрения, урожайность, озимая пшеница, качество зерна, минеральные удобрения, медные микроудобрения.

The article examines the influence of copper-containing micro-fertilizers on the productivity and quality characteristics of winter wheat variety Alexeyevsky, grown on calcareous black soil in the Stavropol Upland. The research was conducted in 2022–2024 using a two-factor experimental design, including four levels of mineral nutrition and three types of copper-containing fertilizers (copper sulfate, Kontrolfit Cu, copper chelate).

The data obtained indicate that the use of fertilizers containing copper contributes to an increase in the yield of winter wheat by 0.29–0.46 t/ha, as well as improves its quality characteristics, such as protein content, gluten, and grain vitreousness. The application of high doses of mineral fertilizers led to increased copper uptake from the soil due to the increase in plant biomass. The use of copper sulfate and Kontrolfit resulted in a significant decrease in soil copper content by 0.02–0.03 mg/kg, while the application of copper chelate almost did not change the element concentration compared to the control level (0.22 mg/kg). The investigated doses of mineral fertilizers had no noticeable effect on the copper content in winter wheat plants.

The difference in the reduction of the element relative to the control variant was insignificant – 0.03–0.06 mg/kg, which is explained by the action of micro-fertilizers. With the combined application of copper chelate and mineral fertilizers at the calculated dose of 8.5 t/ha, maximum grain yield (7.1 t/ha) and second-class grain quality were achieved. Despite the positive effect, the planned yield targets were not achieved. The findings underline the necessity of a comprehensive approach to fertilizer application.

Key words: fertilizer doses, micronutrients, yield, winter wheat, grain quality, mineral fertilizers, copper micronutrients.

Середняк Юлия Николаевна –

аспирант кафедры агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9183-3747
Тел.: 8-968-262-47-68
E-mail: kuzminova1111@yandex.ru

Есаулко Александр Николаевич –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН,
директор института агробиологии и природных
ресурсов, профессор кафедры агрохимии
и физиологии растений

Serednyak Yulia Nikolaevna –

postgraduate student of the Department
of Agrochemistry and Plant Physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9183-3747
Tel.: 8-968-262-47-68
E-mail: kuzminova1111@yandex.ru

Esaulko Alexander Nikolaevich –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian
Academy of Sciences, Director of the Institute
of Agrobiology and Natural Resources, Professor
of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology

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,
заведующая кафедрой агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 3968-8440
Тел.: 8-968-266-06-25
E-mail: alena.gurueva@mail.ru

Шебаршинов Сергей Алексеевич –
магистрант кафедры агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-988-111-12-12
E-mail: Segamegadrive26@mail.ru

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,
Head of the Department of Agrochemistry
and Plant Physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 3968-8440
Tel.: 8-968-266-06-25
E-mail: alena.gurueva@mail.ru

Shebarshinov Sergey Alekseevich –
master's student at the Department of Agrochemistry
and Plant Physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-988-111-12-12
E-mail: Segamegadrive26@mail.ru

Пшеница является одной из наиболее распространённых сельскохозяйственных культур в мире с ежегодным производством более 749 млн тонн. Основными производителями пшеницы являются Китай (131,7 млн тонн), Индия (93,5 млн тонн) и Россия (73,3 млн тонн). В России отмечается рост объёмов производства пшеницы. Среднегодовой объём производства в период с 2012 по 2016 год составлял 56,96 млн тонн, а в 2017–2021 годах увеличился до 78,9 млн тонн [1]. По данным экспертно-аналитического центра агробизнеса, в России сохраняется устойчивая положительная динамика средней урожайности пшеницы. В период 1990–2000 годов она составляла 1,67 т/га, в 2000–2010 годах выросла до 2,07 т/га, а в 2010–2020 годах достигла 2,58 т/га. Пшеница играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности многих стран мира. Благодаря развитию технологий и повышению эффективности сельского хозяйства производство пшеницы продолжает расти, обеспечивая стабильные урожаи и удовлетворение потребностей населения в продуктах питания [2].

Повышение урожайности зерновых культур за счёт интенсификации сельскохозяйственного производства приводит к увеличению выноса питательных веществ из почвы, в том числе такого важного микроэлемента, как медь [3]. В ряде регионов Российской Федерации отмечено значительное количество пахотных земель с низким содержанием подвижной меди (до 1,3 мг/100 г CuO), охватывающее от 50 до 70 % площадей [4]. Основными факторами, усиливающими дефицит меди, являются не только вынос её с урожаем, но и вымывание из почвы в условиях длительного применения физиологически кислых удобрений без известкования [5]. Такая ситуация обуславливает необходимость использования медьсодержащих удобрений для повышения урожайности и качества зерно-

вых культур, особенно озимой пшеницы, которая наиболее чувствительна к недостатку меди. Применение меди способствует увеличению содержания белка в зерне, повышению устойчивости растений к бактериальным и грибным инфекциям, засухе, а также экстремальным температурам [6]. Однако для достижения действительно высоких урожаев необходим комплексный подход – сочетание необходимых растению доз микро- и макроудобрений [7, 8].

Цель нашего исследования заключается в изучении влияния медьсодержащих микроудобрений на различных питательных режимах при выращивании озимой пшеницы на выщелоченных чернозёмах Ставропольской возвышенности. Эксперимент проводился в период с 2022 по 2024 год на территории учебно-опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета, расположенной в зоне умеренного увлажнения.

Почва в этой местности представлена выщелоченными чернозёмами с низким содержанием гумуса, тяжёлыми суглинками и нейтральным уровнем pH (6,96) в слое 0–40 см. Перед началом эксперимента почва имела средние показатели содержания органического вещества (4,28 %), подвижных соединений фосфора (29,3 мг/кг) и калия (248,0 мг/кг).

Опыт двухфакторный: фактор А – фон питания, фактор В – медьсодержащие микроудобрения. Схема 2-факторного опыта построена по методу расщепленных делянок, повторность опыта 4-кратная, ширина одной делянки – 12 м, длина – 39 м, общая S делянки – 432 м². Изучаемая культура – озимая пшеница сорта Алексеевич.

Фон 1 включал контрольный вариант без применения удобрений. Фон 2 предусматривал внесение минеральных удобрений в рекомендованной дозе, равной N₉₀P₆₀. Для фона 3 расчет проводился исходя из запланированной урожайности 7,5 т/га, что соответствовало дозам N₁₀₂P₅₄K₈₆. Фон 4 был рассчитан на урожайность 8,5 т/га, с дозами N₁₁₆P₆₀K₉₇.

На фоне с рекомендованной дозой удобрений применялся аммофос в количестве 115 кг/га ($N_{14}P_{60}$), а весенние подкормки проводились аммиачной селитрой: 110 кг/га (N_{38}) в фазе кущения и 110 кг/га (N_{38}) в фазе выхода в трубку. Для фона 3 (урожайность 7,5 т/га) основное удобрение включало 375 кг/га НАФК ($N_{53}P_{53}K_{86}$), подкормка весной осуществлялась аммиачной селитрой по 71 кг/га ($N_{24,5}$) как в фазу кущения, так и в фазу выхода в трубку. На фоне 4 (урожайность 8,5 т/га) основная доза составляла 425 кг/га НАФК ($N_{60}P_{60}K_{97}$), а подкормки аммиачной селитрой выполнялись в фазе кущения (81 кг/га, N_{28}) и в фазе выхода в трубку (81 кг/га, N_{28}).

Данный подход обеспечил систематическое внесение удобрений, соответствующее различным уровням планируемой урожайности.

В качестве медьсодержащих микроудобрений использовались сульфат меди, Контролфит Си и хелат меди.

Сульфат меди ($CuSO_4$) представляет собой кристаллическую соль голубовато-синего цвета, содержащую 23–24 % меди и хорошо растворимую в воде. Этот препарат наиболее часто используется для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки растений. Рекомендуемая норма расхода составляет 100–300 г на 1 га посевов, растворённых в 300–500 литрах воды. Норма расхода – 100 г/га.

Контролфит Си содержит 6,5 % меди в форме глюконата меди с рН в пределах 2–3. Особенностью данного удобрения является наличие меди, связанной с органической кислотой низкой молекулярной массы — глюконовой (альдоновой) кислотой, что способствует улучшению абсорбции меди растениями и её перемещению внутри них. Норма расхода – 0,5 л/га.

Хелат меди представляет собой моно-микроудобрение с высоким содержанием хелата меди (15 %), предназначенное преимущественно для

некорневой подкормки сельскохозяйственных культур. Кроме того, оно может использоваться для обработки семян, корневой подкормки растений, а также в гидропонных системах для корректировки содержания меди в питательном растворе. рН 1 % раствора хелата меди составляет 6,5 ед. Норма расхода – 10 г/га.

Подкормки микроудобрениями проводились дважды – в фазу кущения и начала выхода в трубку.

Урожай учитывали механизированным способом с последующей корректировкой до стандартных значений влажности и чистоты, в соответствии с методикой, принятой для Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989 г.). Качественные характеристики зерна озимой пшеницы, включая содержание белка и клейковины, определялись в соответствии с нормативами ГОСТ 10846–91 и ГОСТ 13586.1–68. Для оценки экономической целесообразности применялись технологические карты, учитывающие актуальные нормы затрат и рыночные цены. Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием методов корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализа, как описано в методике Б. А. Доспехова (1985 г.).

Анализ средних значений (табл. 1) показал, что при внесении исследуемых доз минеральных удобрений содержание меди в верхнем слое почвы (0–20 см) снижалось на 0,01–0,03 мг/кг относительно контрольного варианта. Это обусловлено интенсивным выносом микроэлемента растениями озимой пшеницы.

Использование сульфата меди и препарата Контролфит способствовало статистически значимому снижению содержания меди в почве на 0,02–0,03 мг/кг, тогда как внесение хелата меди не оказало заметного влияния, сохранив уровень меди на контрольных значениях (0,22 мг/кг).

Таблица 1 – Влияние медных микроудобрений на различных фонах питания на динамику содержания меди в чернозёме выщелоченном (слой 0–20 см) в посевах озимой пшеницы, среднее за 2023–2024 гг., мг/кг

Фон, А	Микроудобрения, В	Фазы развития растений, С			А, НСП ₀₅ = 0,010	В, НСП ₀₅ = 0,012
		Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрений)	Контроль	0,28	0,24	0,20	0,24	0,23
	Сульфат меди	0,26	0,23	0,19		0,21
	Контролфит	0,25	0,22	0,18		0,20
	Хелат меди	0,28	0,25	0,23		0,22
Рекомендованная ($N_{90}P_{60}$)	Контроль	0,27	0,24	0,20	0,23	
	Сульфат меди	0,26	0,23	0,20		
	Контролфит	0,25	0,20	0,18		
	Хелат меди	0,27	0,23	0,21		
Расчетная 7,5 ($N_{102}P_{54}K_{86}$)	Контроль	0,28	0,24	0,15	0,22	
	Сульфат меди	0,27	0,23	0,14		
	Контролфит	0,27	0,22	0,11		
	Хелат меди	0,29	0,24	0,12		

Продолжение

Фон, А	Микроудобрения, В	Фазы развития растений, С			А, НСП ₀₅ = 0,010	В, НСП ₀₅ = 0,012
		Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Расчетная 8,5 (N ₁₁₆ P ₆₀ K ₉₇)	Контроль	0,27	0,24	0,14	0,21	
	Сульфат меди	0,26	0,23	0,13		
	Контролфит	0,27	0,21	0,10		
	Хелат меди	0,29	0,23	0,13		
С, НСП ₀₅ = 0,012		0,27	0,23	0,16	НСП ₀₅ = 0,018	

Независимо от фона питания на протяжении периода вегетации культуры происходило постепенное снижение содержания изучаемого микроэлемента в почве с достижением минимальных значений к уборке (0,16 мг/кг).

Особое внимание в исследовании было уделено изучению влияния микроудобрений на изменение содержания меди в озимой пшенице, учитывая низкий уровень этого элемента в почве и значительное его снижение под воздействием минеральных удобрений (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние медных микроудобрений на различных фонах питания на динамику содержания меди в растениях озимой пшеницы, среднее за 2023–2024 гг., мг/кг

Фон, А	Микроудобрения, В	Фазы развития растений, С			А, НСП ₀₅ = 0,08	В, НСП ₀₅ = 0,06
		Выход в трубку	Колошение	Полная спелость		
Контроль (без удобрений)	Контроль	2,64	2,00	0,83	1,82	1,79
	Сульфат меди	2,63	2,01	0,87		1,81
	Контролфит	2,55	1,95	0,78		1,72
	Хелат меди	2,66	2,02	0,88		1,82
Рекомендованная (N ₉₀ P ₆₀)	Контроль	2,63	1,97	0,79	1,79	
	Сульфат меди	2,60	2,01	0,82		
	Контролфит	2,52	1,92	0,74		
	Хелат меди	2,66	1,99	0,84		
Расчетная 7,5 (N ₁₀₂ P ₅₄ K ₈₆)	Контроль	2,59	1,92	0,76	1,76	
	Сульфат меди	2,61	1,95	0,78		
	Контролфит	2,51	1,88	0,71		
	Хелат меди	2,65	1,95	0,80		
Расчетная 8,5 (N ₁₁₆ P ₆₀ K ₉₇)	Контроль	2,59	1,93	0,77	1,76	
	Сульфат меди	2,62	1,95	0,79		
	Контролфит	2,51	1,88	0,72		
	Хелат меди	2,64	1,96	0,80		
С, НСП ₀₅ = 0,12		2,60	1,96	0,79	НСП ₀₅ = 0,16	

Изучаемые дозы минеральных удобрений не оказали существенного влияния на динамику содержания меди в растениях озимой пшеницы. Разница в снижении элемента относительно контрольного варианта была незначительной – 0,03–0,06 мг/кг, что объясняется действием микроудобрений.

В ходе эксперимента установлено, что использование медьсодержащих микроудобрений, таких как хелат меди и сульфат меди, не оказывало существенного влияния на повышение концентрации меди в озимой пшенице, увеличивая её содержание лишь на 0,03–0,04 мг/кг. В то же время при применении препарата Контролфит зафиксировано статистически значимое сни-

жение уровня меди на 0,07 мг/кг по сравнению с контрольным вариантом. Независимо от используемых удобрений и фона питания, в течение всего периода вегетации наблюдалась тенденция к достоверному уменьшению содержания меди в растениях озимой пшеницы на 0,64–0,81 мг/кг, с минимальными значениями, отмеченными к моменту уборки урожая, – 0,79 мг/кг.

Согласно данным таблицы 3, применение микроудобрений и различных уровней минерального питания в исследовании в целом способствовало увеличению урожайности озимой пшеницы. Разница средних показателей по сравнению с контрольным вариантом составила 1,03 и 2,72 т/га.

Таблица 3 – Влияние медных микроудобрений на различных фонах питания на урожайность озимой пшеницы на чернозёме выщелоченном, среднее за 2023–2024 гг.

Дозы минеральных удобрений (Фон), А	Микроудобрения, В				А, НСР ₀₅ = 0,39
	Контроль	Сульфат меди	Контролфит	Хелат меди	
Контроль	4,03	4,21	4,20	4,24	4,17
Рекомендованная (N ₉₀ P ₆₀)	4,95	5,24	5,22	5,39	5,20
Расчетная 7,5 (N ₁₀₂ P ₅₄ K ₈₆)	5,85	6,25	6,23	6,45	6,20
Расчетная 8,5 (N ₁₁₆ P ₆₀ K ₉₇)	6,57	6,94	6,90	7,14	6,89
В, НСР ₀₅ = 0,23	5,35	5,66	5,64	5,81	НСР ₀₅ = 0,54

Все изучаемые в опыте микроудобрения существенно увеличивали урожайность культуры на 0,29–0,46 т/га по отношению к контрольному варианту, а наибольшей продуктивности озимой пшеницы удалось добиться при внесении хелата меди. Максимальная урожайность была получена на варианте с внесением расчётной на 8,5 т/га дозы (N₁₁₆P₆₀K₉₇) + хелат меди и со-

ставила 7,14 т/га. Однако планируемой урожайности в 7,5 и 8,5 т/га не удалось достигнуть ни на одном из вариантов.

Использование медных удобрений значимо повышало содержание белка, стекловидность и количество клейковины в зерне по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние медных микроудобрений на различных фонах питания на качество зерна озимой пшеницы на чернозёме выщелоченном, среднее за 2023–2024 гг.

Фон, А	Микроудобрения, В	Содержание белка, %	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Содержание клейковины, %	Класс
Контроль (без удобрений)	Контроль	12,0	58	37,5	18,0	4
	Сульфат меди	12,5	52	36,3	18,8	4
	Контролфит	12,3	53	35,7	18,4	4
	Хелат меди	12,7	56	36,5	19,1	4
Рекомендованная (N ₉₀ P ₆₀)	Контроль	13,4	60	38,2	22,7	4
	Сульфат меди	14,0	53	38,7	23,8	3
	Контролфит	13,8	51	38,3	23,4	3
	Хелат меди	14,3	59	37,5	24,2	3
Расчетная 7,5 (N ₁₀₂ P ₅₄ K ₈₆)	Контроль	13,9	61	37,8	24,3	3
	Сульфат меди	14,3	51	38,8	25,0	3
	Контролфит	13,6	53	38,5	24,5	3
	Хелат меди	14,3	60	39,0	25,7	3
Расчетная 8,5 (N ₁₁₆ P ₆₀ K ₉₇)	Контроль	13,7	58	39,1	26,0	3
	Сульфат меди	14,5	52	39,1	27,6	3
	Контролфит	14,2	55	38,9	26,8	3
	Хелат меди	14,8	60	39,5	28,2	2
НСР А		0,88	3,4	2,2	1,68	–
НСР В		0,48	2,4	1,6	0,94	–
НСР АВ		1,32	5,8	3,6	2,54	–

Исследования, проведённые в 2022–2024 годах, продемонстрировали существенное влияние доз минеральных удобрений на качественные параметры зерна озимой пшеницы. Средние данные за два года показали, что использование минеральных удобрений увеличивало содержание белка в зерне на 1,50–1,92 % по сравнению с контрольным вариантом. Максимальный показатель белка (14,8 %) был достигнут при внесении дозы N₁₁₆P₆₀K₉₇, оптимизированной для запланированной урожайности

8,5 т/га, в комбинации с обработкой зерна хелатом меди.

Дозы минеральных удобрений способствовали небольшому увеличению стекловидности зерна (на 1,0–1,5 %) по сравнению с контрольным вариантом. Максимальный показатель стекловидности (60 %) был зафиксирован при обработке растений хелатом меди на фоне внесения расчётных норм удобрений.

Качество зерна пшеницы варьировало в зависимости от уровня питания. Применение ре-

комендованной дозы удобрений ($N_{90}P_{60}$) и микроудобрений обеспечило получение зерна III и IV классов. При внесении расчётных доз удобрений для запланированной урожайности 7,5 т/га ($N_{102}P_{54}K_{86}$) и 8,5 т/га ($N_{116}P_{60}K_{97}$) зерно соответствовало III классу. Наиболее заметное улучшение качественных характеристик отмечалось при использовании хелата меди на фоне нормы удобрений $N_{116}P_{60}K_{97}$, что позволило зерну достичь II класса.

Таким образом, применение минеральных удобрений совместно с микроудобрениями способствует улучшению качества зерна, особенно при достижении оптимального уровня питания растений.

Исследования показали, что для получения урожайности озимой пшеницы на уровне 6,89 т/га на чернозёме выщелоченном с низким содержанием меди рекомендуется внесение минеральных удобрений в дозе $N_{116}P_{60}K_{97}$ в сочетании с хелатом меди в дозировке 10 г/га.

Литература

1. Реализация потенциальной продуктивности озимой пшеницы за счет оптимизации минерального питания в динамических условиях внешней среды в почвенно-климатических зонах Центрального Предкавказья : рекомендации по практическому обоснованию применения норм минеральных удобрений под озимую пшеницу в трех почвенно-климатических зонах Центрального Предкавказья / А. Ю. Ожередова, В. Н. Ситников, А. Н. Есаулко, [и др.]. Ставрополь : АГРУС, 2024. 56 с.
2. Влияние норм минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы в почвенно-климатических зонах Центрального Предкавказья / А. Ю. Ожередова, А. Н. Есаулко, Е. В. Письменная [и др.] // Новое слово в науке. Молодежные чтения-2023 : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 22 сентября 2023 г.). Ставрополь, 2023. С. 170–174.
3. Агрохимия / В. Г. Минеев, В. Г. Сычев, Г. П. Гамзиков [и др.]. М. : Изд-во Всерос. НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 2017. 854 с.
4. Сычев В. Г., Налиухин А. Н. Потребность в минеральных удобрениях с учётом роста урожая и воспроизводства плодородия почв России // Плодородие. 2024. № 4 (139). С. 5–10.
5. Оптимизация минерального питания растений озимой пшеницы на основе комплексного применения макро- и микроудобрений на черноземе выщелоченном / В. Н. Ситников, А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова [и др.] // Плодородие. 2023. № 4 (133). С. 102–107.
6. Productivity of Winter Wheat Cultivated by Direct Seeding: Measuring the Effect of Hydrothermal Coefficient in the Arid Zone of Central Fore-Caucasus / A. Esaulko, V. Sitnikov, E. Pismennaya [et al.] // Agriculture. 2023. Vol. 13, № 1. P. 55.
7. Влияние комплексных микроудобрений на содержание в почве и растениях меди и цинка, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко, В. А. Клец, А. Ю. Ожередова [и др.] // Агрохимический вестник. 2022. № 4. С. 9–14.
8. Эффективность применения комплексных

References

1. Realization of potential productivity of winter wheat by optimizing mineral nutrition in dynamic environmental conditions in the soil and climatic zones of the Central Ciscaucasia : Recommendations for the practical justification of the application of mineral fertilizer rates for winter wheat in three soil and climatic zones of the Central Ciscaucasia / A. Yu. Ozheredova, V. N. Sitnikov, A. N. Esaulko [et al.]. Stavropol : AGRUS, 2024. 56 p.
2. Influence of mineral fertilizer rates on winter wheat yield in soil and climatic zones of the Central Ciscaucasia / A. Yu. Ozheredova, A. N. Esaulko, E. V. Pismennaya [et al.] // New word in science. Youth readings-2023 : collection of scientific articles on materials of the International scientific and practical conference (Stavropol, 22 September, 2023) / Stavropol, 2023. P. 170–174.
3. Agrochemistry / V. G. Mineev, V. G. Sychev, G. P. Gamzikov [et al.]. M. : Publishing house of the All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikova, 2017. 854 p.
4. Sychev V. G., Naliukhin A. N. Need for mineral fertilizers taking into account the growth of yields and reproduction of soil fertility in Russia // Plodorodie. 2024. № 4 (139). P. 5–10.
5. Optimization of mineral nutrition of winter wheat plants based on the complex use of macro- and microfertilizers on leached chernozem / V. N. Sitnikov, A. N. Esaulko, A. Yu. Ozheredova [et al.] // Plodorodie. 2023. № 4 (133). P. 102–107.
6. Productivity of Winter Wheat Cultivated by Direct Seeding: Measuring the Effect of Hydrothermal Coefficient in the Arid Zone of Central Fore-Caucasus / A. Esaulko, V. Sitnikov, E. Pismennaya [et al.] // Agriculture. 2023. Vol. 13, № 1. P. 55.
7. Effect of complex microfertilizers on the content of copper and zinc in soil and plants, yield and grain quality of winter wheat on leached chernozem / A. N. Esaulko, V. A. Klets [et al.] // Agrochemical Bulletin. 2022. № 4. P. 9–14.
8. Efficiency of using complex microfertilizers on different nutrition backgrounds when culti-

микроудобрений на различных фонах питания при возделывании озимой пшеницы на черноземе выщелоченном / А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, В. А. Клец, Ю. Н. Кузьмина // Вестник АПК Ставрополя. 2020. № 4 (40). С. 62–67.

vating winter wheat on leached chernozem / A. N. Esaulko, A. Yu. Ozheredova, V. A. Klets, Yu. N. Kuzminova // Agrarian Bulletin of the Stavropol Region. 2020. № 4 (40). P. 62–67.

В. Н. Ситников, О. И. Власова, С. В. Горяйнов, И. А. Вольтерс

Sitnikov V. N., Vlasova O. I., Goryaynov S. V., Volters I. A.



СЕВООБОРОТ КАК ФАКТОР БИОЛОГИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ

CROP ROTATION AS A BIOLOGIZATION FACTOR IN WINTER WHEAT CULTIVATION USING DIRECT SEEDING TECHNOLOGY IN THE ZONE OF UNSTABLE MOISTURE IN THE STAVROPOL REGION

Севообороты играют ключевую роль в биологизации сельского хозяйства, так как они способствуют увеличению разнообразия сельскохозяйственных культур, улучшению структуры почвы, подавлению сорняков, профилактике заболеваний растений и общему оздоровлению экосистемы. Тщательно спланированные севообороты могут также повысить урожайность, уменьшить зависимость от пестицидов и удобрений, а также снизить риск эрозии почвы.

Важно отметить, что биологизация земледелия и использование севооборотов не только способствуют повышению устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных систем, но также вносят значительный вклад в сохранение окружающей природной среды и обеспечение продовольственной безопасности. Эти подходы позволяют сельскому хозяйству эффективно использовать природные ресурсы, минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и создавать устойчивые и продуктивные агроэкосистемы для будущих поколений.

Представлен материал по изучению влияния предшествующих культур: горох, подсолнечник, кукуруза на силос, – на биологические показатели почвенного плодородия и урожайность озимой пшеницы, возделываемой по технологии прямого посева. Выявлено, что на темпы разложения растительных остатков оказывает влияние их химический состав, а также соотношение углерода к азоту, урожайность озимой пшеницы зависит как от предшествующей культуры, так и от погодных условий года.

Ключевые слова: биологизация, плодородие, озимая пшеница, севооборот, растительные остатки, урожайность.

Crop rotations play a key role in the biologicalization of agriculture, as they contribute to increasing the diversity of agricultural crops, improving soil structure, suppressing weeds, preventing plant diseases, and overall enhancing the health of the ecosystem. Carefully planned crop rotations can also increase yields, reduce dependence on pesticides and fertilizers, and lower the risk of soil erosion.

It is important to note that biologicalization of agriculture and the use of crop rotations not only help to increase the sustainability and productivity of agricultural systems, but also make a significant contribution to the conservation of the natural environment and food security. These approaches allow agriculture to effectively use natural resources, minimize negative impacts on the environment and create sustainable and productive agroecosystems for future generations.

The article presents material on the study of the influence of preceding crops peas, sunflower, silage corn on biological indicators of soil fertility and the yield of winter wheat grown using direct seeding technology. It was found that the rate of decomposition of plant residues is influenced by their chemical composition, as well as the ratio of carbon to nitrogen; the yield of winter wheat depends on both the preceding crop and the weather conditions of the year.

Key words: biologization, fertility, winter wheat, crop rotation, plant residues, productivity.

Ситников Владимир Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6029-8733
Тел.: 8(8652)35-22-82
E-mail: rector@stgau.ru

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

Sitnikov Vladimir Nikolaevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 6029-8733
Tel.: 8(8652)35-22-82
E-mail: rector@stgau.ru

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

Горяйнов Сергей Владимирович –

исполнительный директор
ООО «Красносельское»
Грачевского муниципального округа
с. Красносельское
Тел.: 8(8652)3-46-72
E-mail: ooo.krasnoselskoe@mail.ru

Вольтерс Ирина Альвиановна –

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

Goryainov Sergey Vladimirovich –

Executive Director
LLC «Krasnoselskoye»
of the Grachevsky Municipal District
Krasnoselskoye
Tel.: 8(8652)3-46-72
E-mail: ooo.krasnoselskoe@mail.ru

Volters Irina Alvianovna –

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

Ставропольский край является регионом с высокоразвитыми и эффективными традициями в сельском хозяйстве. В этой сфере трудится около 6 % населения края, а продукция агросектора составляет 15,4 % валового регионального продукта (ВРП). Основным направлением сельского хозяйства является производство зерновых культур. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в Ставропольском крае достигает 5787,3 тыс. гектаров, из которых 3995,7 тыс. гектаров занимают пашни (что составляет 69 % от общей площади), а пастбища занимают 1628,1 тыс. гектаров.

Регион производит примерно 8–10 % от общего объема зерна в России, более 4 % сахарной свеклы и около 5 % подсолнечника. В аграрном секторе наивысшие показатели наблюдаются именно в растениеводстве, особенно в производстве зерна.

Ставропольский край занимает одну из лидирующих позиций среди зернопроизводящих регионов России и является надежным поставщиком высококачественной зерновой продукции. За последние пять лет объем производства зерна в регионе стабильно держится на уровне приблизительно 7,3 миллиона тонн. Это свидетельствует о высоком уровне агрономической практики и эффективном использовании природных ресурсов. Кроме того, развитие современных технологий и внедрение инновационных методов в сельском хозяйстве способствуют увеличению урожайности и улучшению качества продукции, что укрепляет позиции Ставрополя на внутреннем и внешнем рынках.

В 2023 году сбор зерновых составил 8,2 миллиона тонн, что немного ниже показателей предыдущего года, при этом урожайность составила 36,5 ц/га. Ставропольский край занял третье место среди субъектов Российской Федерации по сбору зерновых культур в этом году.

Приоритетными направлениями для развития агропромышленного комплекса России должны стать формирование экологически безопасных условий для сельскохозяйственной деятельности, основанных на рациональном и эффективном использовании природных ресур-

сов. Важным аспектом также является внедрение ресурсосберегающих и биологизированных агротехнологий, которые способствуют минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Эти меры не только обеспечат устойчивый рост аграрного сектора, но и значительно повысят его конкурентоспособность как на внутреннем, так и на международном рынках. Кроме того, необходимо акцентировать внимание на развитии агрономической науки, поддержке фермерских хозяйств и внедрении инновационных технологий, что создаст дополнительные возможности для повышения продуктивности и качества сельскохозяйственной продукции [1].

Рекомендуется разрабатывать системы обработки почвы, применение машин и орудий в соответствии со степенью проявления деградационных процессов и уровнем плодородия почв [2]. При этом система основной обработки почвы должна быть дифференцированной с учетом предшествующей и основной культуры [3].

В лесостепной зоне наиболее эффективными технологиями обработки выщелоченного чернозема в чистых парах являются послепосевная плоскорезная обработка в сочетании с гербицидной, дискаторной и культиваторной обработками с использованием таких почвообрабатывающих орудий, как чизельные орудия, посевные машины «Обь-4», тяжелые культиваторы КПЭ–3,8 [4].

Плодородие почвы является уникальным и наиболее ценным природным ресурсом, составляющим основу сельскохозяйственного производства. Воспроизводство почвенного плодородия всегда находится под пристальным вниманием ученых и практиков. Если первым земледельцам для этого приходилось использовать природные процессы, то в современных условиях имеются все необходимые приемы интенсификации, в том числе и биологической, не только для простого, но и расширенного воспроизводства плодородия почв [5].

Важно отметить, что биологизация земледелия и использование севооборотов не только способствуют повышению устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных систем, но также вносят значительный вклад в сохранение

окружающей природной среды и обеспечение продовольственной безопасности.

Отмечена значимая роль многолетних трав как предшественников для озимой пшеницы в отношении высвобождения и накопления питательных веществ. Выявлена положительная корреляционная связь между накоплением пожнивно-корневых остатков и возвратом элементов питания [6].

В современном сельском хозяйстве наметилась положительная тенденция перехода от техногенной к биологизированной технологии возделывания полевых культур, и севооборот в данном переходном периоде играет фундаментальную роль в стабилизации сельскохозяйственного производства [7].

В условиях Центрального Черноземья использование многолетних трав, в частности эспарцета, в качестве сидеральной культуры является средством воспроизводства почвенного плодородия, а размещение озимой пшеницы по данному предшественнику обеспечивает получение урожайности до 4,5 т/га [8].

Исследованиями авторов доказано, что самый высокий сбор зерна обеспечивается в биологизированном севообороте с использованием сидеральных культур [9].

В условиях промывного режима Нечерноземной зоны огромной проблемой на дерново-подзолистых почвах является ежегодная утрата гумуса, потери достигают 1 т/га, в условиях дефицита органических удобрений животного происхождения большое значение принадлежит различным видам растительных остатков как источникам пополнения запасов органического вещества и воспроизводства плодородия почв [10].

Эти методы способствуют эффективному использованию природных ресурсов в сельском хозяйстве, снижению негативного воздействия на окружающую среду и созданию устойчивых и продуктивных агроэкосистем, которые будут служить основой для будущих поколений.

Исследования проводились в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края, где почвы представлены черноземами обыкновенными. Почвообразующие породы включают в себя тяжелые карбонатные элювиоделювиальные суглинки и глины. В верхнем горизонте почвы наблюдается щелочная реакция почвенного раствора с pH 7,8. Гидротермический коэффициент варьируется от 0,9 до 1,1, что указывает на умеренные условия для агрономической деятельности. Средняя многолетняя сумма осадков составляет 452 мм, а сумма активных температур колеблется в пределах 2800–3100 °С. Среднегодовая температура воздуха достигает +10 °С, а продолжительность безморозного периода составляет от 170 до 185 дней. Эти климатические условия и характеристики почвы создают определенные вызовы и возможности для сельскохозяйственного производства в данном регионе.

Целью исследования является анализ влияния различных предшественников озимой пшеницы, выращиваемой с использованием технологии прямого посева, на биологические

характеристики почвенного плодородия и итоговую урожайность культуры.

Объектом исследования является озимая пшеница, которая выращивается после таких предшественников, как подсолнечник, кукуруза и горох.

Предмет исследования – изучение накопления растительных остатков в различных звеньях севооборотов при применении технологии прямого сева, а также влияние этих остатков на урожайность озимой пшеницы.

Масса растительных остатков была определена с использованием весового метода, описанного И. П. Васильевым, А. М. Туликовым, Г. И. Баздыревым и другими (2024). Для этого на поверхность поля накладывалась прямоугольная рамка размером 50 x 50 см (0,25 м²) в четырех местах по диагонали. Внутри рамки собирались растительные остатки, которые затем высушивались до состояния воздушной сухости и взвешивались. Степень разложения растительных остатков оценивалась по изменению их массы между последовательными взвешиваниями.

Исследование проводилось на посевах озимой пшеницы, которая была высажена после различных предшественников весной, в период полного кущения и начала выхода в трубку. Следует отметить, что в данном хозяйстве уже длительное время применяется технология No-till и в настоящее время осуществляется вторая ротация севооборота. Это означает, что учитывается не только масса остатков последней предшествующей культуры, но и остатки от предыдущих культур, которые не разложились и остались на поверхности почвы.

При размещении озимой пшеницы после подсолнечника в слое почвы на глубине 0–30 см в фазу кущения – выхода в трубку было зафиксировано наличие 7,18 т/га растительных остатков (рис. 1). Эти данные подчеркивают значительное количество органических остатков, которые могут оказывать влияние на агрономические свойства почвы и развитие культур.

Высокая сохранность растительной биомассы объясняется коротким промежутком времени между уборкой подсолнечника и наступлением неблагоприятных погодных условий, которые затрудняют утилизацию остатков микрофлорой. Аналогично, после уборки кукурузы на зерно наблюдается значительное количество растительных остатков, достигающее 6,11 т/га.

При посеве культуры после гороха в почве зафиксировано 4,43 т/га растительных остатков, что на 1,62 раза меньше, чем после подсолнечника, и в 1,37 раза меньше по сравнению с кукурузой на зерно. Объем растительных остатков зависит не только от урожайности культуры, но и от времени ее уборки. Ранний срок сбора урожая способствует более длительному периоду до посева следующей культуры, что позволяет активнее разлагаться органической массе и соответственно уменьшает количество оставшихся остатков. Это подчеркивает важность учета временных факторов в агрономической практике для оптимизации использования растительных остатков в системе земледелия.

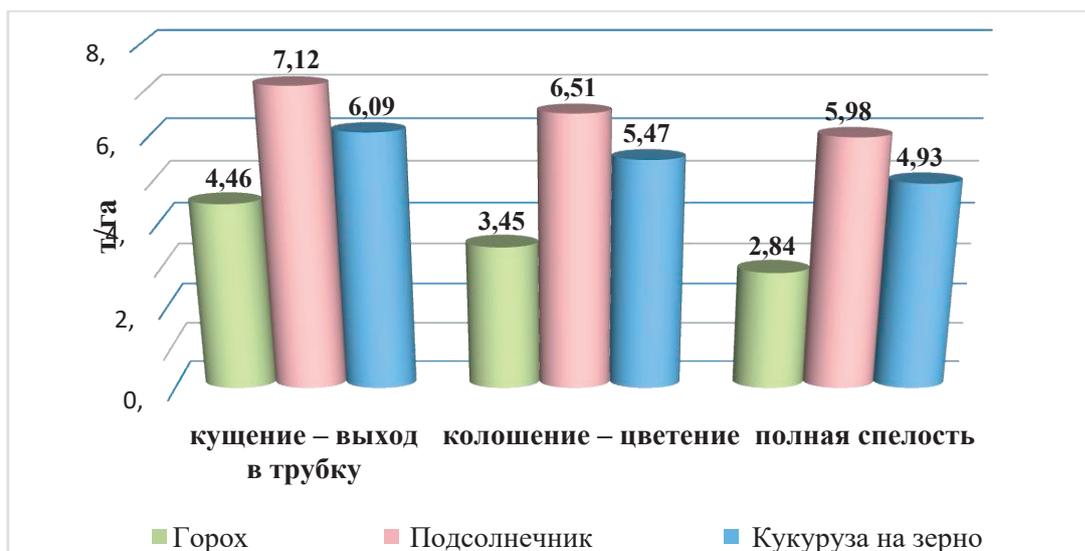


Рисунок 1 – Содержание растительных остатков по фазам развития озимой пшеницы в зависимости от предшественников, т/га

В течение вегетационного периода озимой пшеницы наблюдается постепенное снижение массы растительных остатков. К моменту колошения и цветения культуры, посеянной после гороха, масса остатков уменьшилась на 0,98 т/га, что составляет 22,2 % по сравнению с предыдущими измерениями. В то же время для предшественников подсолнечника и кукурузы на зерно снижение составило 8,5 % и 10,2 % соответственно. Это свидетельствует о том, что разложение растительных остатков после гороха происходило более активно по сравнению с другими культурами. Данная динамика может быть связана с особенностями разложения органических веществ, а также с различиями в химическом составе остатков этих культур.

Разница в интенсивности разложения растительных остатков объясняется их различным биохимическим составом и соотношением углерода к азоту (C:N). Из-за вариаций в содержании азота растительные остатки демонстрируют значительные колебания в соотношении C:N. Среди указанных предшественников наиболее благоприятное соотношение для разложения и образования гумуса наблюдается у остатков кукурузы, составляющее 34, тогда как у подсолнечника это значение достигает 57, а у гороха – 25. Химический состав растительных остатков также имеет важное значение. Содержание азота в остатках гороха составляет около 1,6 %, в то время как в кукурузе и подсолнечнике этот показатель варьируется от 0,5 % до 0,7 %. Азот, как известно, способствует активизации работы целлюлозоразлагающих микроорганизмов, что объясняет более высокую массу остатков после гороха по сравнению с другими предшественниками. Таким образом, можно сделать вывод о том, что выбор предшественника имеет решающее значение для процессов разложения и гумусообразования в почве, что, в свою очередь, влияет на плодородие и урожайность последующих культур.

К полной спелости озимой пшеницы масса остатков мульчирующего слоя уменьшилась по всем предшественникам, но с разной интенсивностью. По гороху, по тем же причинам, что и в предыдущий учет, убыль составила 17,7 % и была наибольшей. Менее активно этот процесс протекал после кукурузы на зерно, где масса растительных остатков уменьшилась на 9,9 % по сравнению с предыдущими данными. В то же время после уборки подсолнечника снижение составило 8,1 %.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на засушливые условия, наблюдавшиеся в период от цветения до полной спелости, процесс разложения растительной массы продолжает идти. Это связано с формированием благоприятного микроклимата в ризосфере почвы, где поддерживается оптимальный температурный режим и уровень влажности благодаря применению технологии прямого посева. Данная технология способствует сохранению влаги и улучшению условий для жизнедеятельности микроорганизмов, что, в свою очередь, способствует более эффективному разложению растительных остатков и улучшению структуры почвы.

Для выявления закономерностей в балансе накопления и разложения растительных остатков необходимо проанализировать скорость их трансформации в посевах предшествующих культур. В ходе проведенных исследований было установлено, что в посевах гороха, следующих за озимой пшеницей, наблюдается активное разложение растительных остатков в период с бутонизации до полной спелости культуры. За этот промежуток времени мульчирующий слой снизился с 5,39 т/га до 4,23 т/га, что составляет 21,6 % (рис. 2). Это свидетельствует о значительном процессе разложения остатков и подчеркивает важность учета предшествующих культур при планировании агрономических мероприятий.

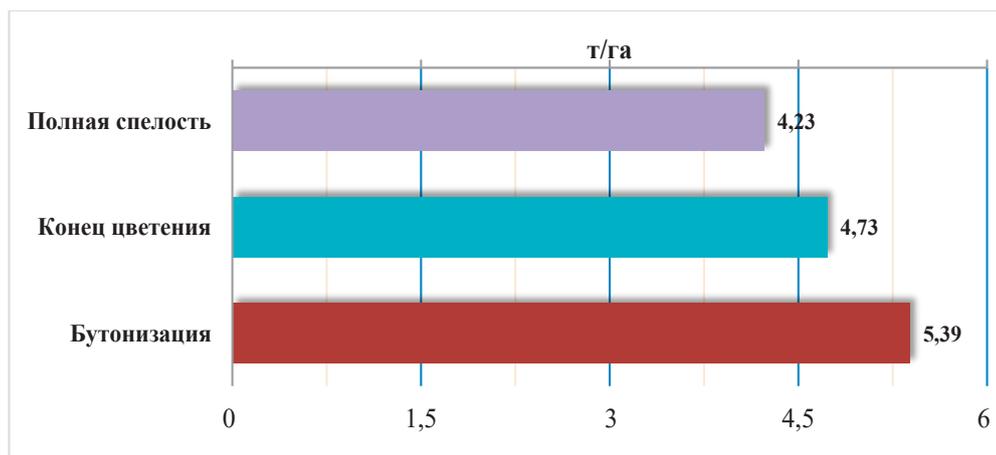


Рисунок 2 – Масса растительных остатков в посевах гороха после озимой пшеницы, т/га

Процесс разложения растительных остатков протекал наиболее активно в период от бутонизации до завершения цветения, в результате чего наблюдалось снижение их массы на 12,2 %. К моменту полной спелости гороха интенсивность убыли биомассы уменьшилась на 1,3 %, в итоге составив 10,9 %. Это, вероятно, связано с влажностью верхнего слоя почвы и повышенными температурами воздуха. В течение этого времени осадки практически отсутствовали — всего 0,5 мм, а июнь был особенно теплым по сравнению со средними многолетними значениями.

После сева подсолнечника до появления всходов масса растительных остатков на поверхно-

сти поля оказалась на 2,93 т/га, или на 35,2 %, выше, чем в аналогичный период в посевах гороха после озимой пшеницы. Общая масса растительных остатков достигла 8,32 т/га (рис. 3). Это подчеркивает значительное влияние предшествующей культуры на накопление остатков и их разложение, что важно учитывать при планировании агрономических мероприятий.

Такая высокая сохранность растительных остатков, несмотря на длительный период от уборки озимой пшеницы до сева подсолнечника весной следующего года, связана с тем, что большая часть из них не имела тесного контакта с почвой, что сдерживало минерализацию.

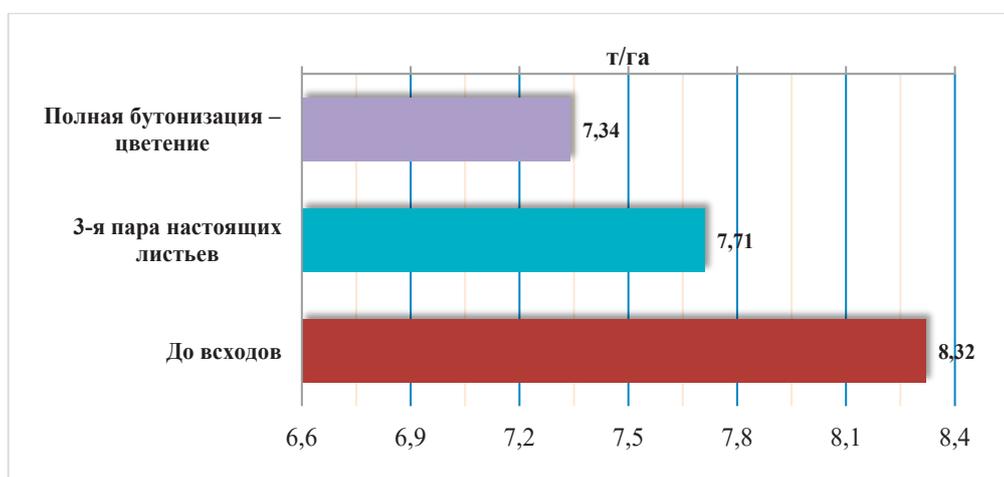


Рисунок 3 – Масса растительных остатков в посевах подсолнечника после озимой пшеницы, т/га

К моменту появления 3-й пары настоящих листьев у подсолнечника наблюдалось снижение растительной биомассы на поверхности поля с 8,32 т/га до 7,71 т/га, что составило 7,3 %. Состояние поля в этот период можно увидеть на рисунке 4. К концу фазы бутонизации и началу цветения подсолнечника масса растительных остатков уменьшилась еще на 4,8 %, достигнув 7,34 т/га.

Аналогичные изменения были зафиксированы и в посевах кукурузы на зерно, где масса растительных остатков пшеницы практиче-

ски не отличалась от наблюдаемой в посевах подсолнечника. В течение периода от первого учета до появления всходов кукурузы и до формирования 5–7 листьев биомасса растительных остатков снизилась с 8,81 т/га до 8,03 т/га, что составило 8,9 % (рис. 5). Эти данные подчеркивают схожесть динамики разложения растительных остатков в разных культурах, что может быть полезно для агрономов при разработке стратегии управления почвенным покровом и оптимизации агротехнических мероприятий.



Рисунок 4 – Состояние посевов подсолнечника в фазу 3 пар настоящих листьев

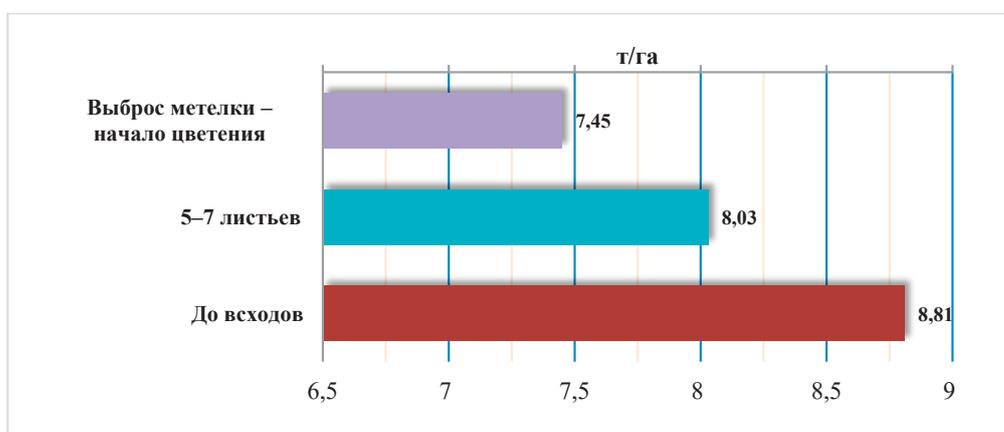


Рисунок 5 – Масса растительных остатков в посевах кукурузы на зерно после озимой пшеницы, т/га

К началу цветения кукурузы масса растительных остатков составляла 7,45 т/га и за месяц уменьшилась на 7,3 %. В целом за исследуемый период биомасса, находящаяся на поверхности почвы, уменьшилась на 1,36 т/га. Преобладание в составе растительных остатков предшествующей культуры озимой пшеницы целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и соответственно широкого соотношения углерода к азоту, которое равняется 78, не способствует повышению активности их разложения.

Урожайность озимой пшеницы, как показано в таблице, является результатом описанных ранее закономерностей. В среднем за три года при возделывании озимой пшеницы после различных предшественников были получены следующие показатели: по гороху – 4,61 т/га, по подсолнечнику – 3,49 т/га, а по кукурузе на зерно – 4,05 т/га.

При более детальном анализе данных по годам становится очевидной зависимость урожайности от климатических условий каждого конкретного года. В 2022 году, который оказался наиболее благоприятным с точки зрения увлажнения, наблюдалась максимальная урожайность по всем предшественникам. Особенно заметным было преимущество в урожайности при размещении озимой пшеницы после

гороха, где показатели оказались значительно выше и статистически достоверно отличались от остальных предшественников. Эти результаты подчеркивают важность выбора предшественников и учета погодных условий для достижения оптимальных результатов в агрономии.

Таблица – Урожайность озимой пшеницы, т/га

Предшественник	2022	2023	2024	Среднее
Горох	5,47	4,90	3,46	4,61
Подсолнечник	3,76	3,58	3,15	3,49
Кукуруза на зерно	4,34	4,08	3,74	4,05
НСП ₀₅ , т/га	1,11	0,98	0,62	
Sx, %	2,98	2,14	1,99	

В острозасушливом 2024 году урожайность была ниже на 2,01 т/га при размещении по гороху, на 0,6 т/га – по подсолнечнику и кукурузе. Математическая обработка данных урожайности 2022 и 2023 годов показала несущественные различия между изучаемыми предшественниками.

Таким образом, объем растительных остатков варьируется в зависимости от возделываемой культуры, а скорость их разложения

определяется качественным составом растительной массы и длительностью периода между уборкой предшественника и посевом озимой пшеницы. Весной, в фазу кущения и выхода в трубку озимой пшеницы, масса растительных остатков после подсолнечника и кукурузы на зерно превышает таковую после гороха на

59,6 % и 36,5 % соответственно. Это свидетельствует о том, что предшественники оказывают значительное влияние на накопление остатков, что, в свою очередь, может повлиять на агрономические характеристики почвы и урожайность последующих культур.

Литература

1. Кузнецова Н. А., Ильина А. В., Королькова А. П. Инновационные ресурсосберегающие технологии : эффективность и проблемы внедрения // АгроФорум. 2022. № 2. С. 60–63.
2. Кузыченко Ю. А., Катков К. А. Дegradaция сельхозугодий и приёмы обработки почвы в Ставропольском крае // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (102). С. 9–15.
3. Кузыченко Ю. А., Кулинцев В. В., Кобозев А. К. Обобщенная оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 8. С. 28–30.
4. Якупов Р. Х. Совершенствование системы основной обработки выщелоченного чернозема в полевых севооборотах лесостепной зоны Иркутской области : дис. ... канд. с.-х. наук / Якупов Равиль Халильевич ; Красноярский государственный аграрный университет. Иркутск, 2020. 126 с.
5. Севообороты и их особенности в различных агропочвенных зонах Ставропольского края / В. М. Передериева, Г. Р. Дорожко, А. И. Войсковой [и др.]. Ставрополь, 2002. 87 с.
6. Турусов В. И., Говорова О. В. Влияние различного насыщения севооборотов зерновыми культурами на возврат элементов питания с остаточной биомассой // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : сборник докладов XIX Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева». Курск, 2024. С. 351–355.
7. Основы и продуктивность севооборотов / Т. С. Киселёва, С. С. Миллер, А. Н. Моисеев [и др.]. Тюмень, 2024. 178 с.
8. Накопление пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы в зависимости от предшественников / В. И. Турусов, Н. В. Дронова, Е. А. Балюнова, Б. В. Черенков // Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсификации. Суздаль-Иваново, 2021. С. 112–115.
9. Анализ продуктивности агроценозов и трансформации плодородия почвы в условиях биологизации / С. И. Воронов, Ю. Н. Плескачёв, А. В. Зеленев, Ю. А. Лаптина // Проблемы плодородия почв

References

1. Kuznetsova N. A., Ilyina A. V., Korolkova A. P. Innovative resource-saving technologies: efficiency and problems of implementation // AgroForum. 2022. № 2. P. 60–63.
2. Kuzychenko Yu. A., Katkov K. A. Degradation of farmland and methods of tillage in the Stavropol Territory // Proceedings Orenburg State Agrarian University. 2023. № 4 (102). P. 9–15.
3. Kuzychenko Yu. A., Kulintsev V. V., Kobozev A. K. Generalized assessment of the differentiation of basic tillage systems for crop rotation crops // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2017. Vol. 31, № 8. P. 28–30.
4. Yakupov R. H. Improving the system of basic processing of leached chernozem in field crop rotations of the forest-steppe zone of the Irkutsk region : dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences / Yakupov Ravil Khalilevich ; Krasnoyarsk State Agrarian University. Irkutsk, 2020. 126 p.
5. Crop rotations and their features in various agro-soil zones of the Stavropolsky region / V. M. Perederieva, G. R. Dorozhko, A. I. Voiskovoy [et al.]. Stavropol, 2002. 87 p.
6. Turusov V. I., Govorova O. V. Influence of different saturation of crop rotations with grain crops on the return of nutrients with residual biomass // Current problems of soil science, ecology and agriculture : collection of reports of the XIX International scientific and practical conference of the Kursk branch of the IPO «Society of Soil Scientists named after V. V. Dokuchaev». Kursk, 2024. P. 351–355.
7. Fundamentals and productivity of crop rotations / T. S. Kiseleva, S. S. Miller, A. N. Moiseev [et al.]. Tyumen, 2024. 178 p.
8. Accumulation of crop-root residues of winter wheat depending on precursors / V. I. Turusov, N. V. Dronova, E. A. Balyunova, B. V. Cherenkov // Biological circulation of nutrients when using fertilizers and biorecources in farming systems of various intensification. Suzdal-Ivanovo, 2021. P. 112–115.
9. Analysis of productivity of agrocenoses and transformation of soil fertility in conditions of biologization / S. I. Voronov, Yu. N. Pleskachev, A. V. Zelenev, Yu. A. Laptina // Problems of soil fertility in modern agriculture : materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the development of virgin and fallow lands. Krasnoyarsk, 2024. P. 151–154.

- в современном земледелии : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию освоения целинных и залежных земель. Красноярск, 2024. С. 151–154.
10. Лошаков В. Г. Роль растительных остатков в воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : сборник докладов науч.-практ. конф. с Междунар. участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева». Курск, 2016. С. 162–167.
 11. Практикум по земледелию : учебное пособие / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. М. : ИНФРА-М, 2024. 424 с.
 10. Loshakov V. G. The role of plant residues in the reproduction of fertility of sod-podzolic soils // Current problems of soil science, ecology and agriculture : collection of reports of the XIX International scientific and practical conference of the Kursk branch of the IPO «Society of Soil Scientists named after V. V. Dokuchaev». Kursk, 2016. P. 162–167.
 11. Workshop on agriculture : textbook / I. P. Vasiliev, A. M. Tulikov, G. I. Bazdyrev [et al.]. M. : INFRA-M, 2024. 424 p.

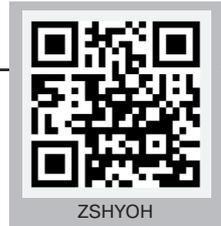
УДК 633.853.52:632.51(470.62/.67)
DOI: 10.31279/2949-4796-2024-16-56-50-54Дата поступления статьи в редакцию: 16.09.2024
Принята к публикации: 01.12.2024

О. Г. Шабалдас

Shabaldas O. G.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ СОИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ НА ОРОШЕНИИ

THE EFFECTIVENESS OF HERBICIDES IN SOYBEAN CROPS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CAUCASUS ON IRRIGATION



Исследования проводились на карбонатных черноземах в зоне неустойчивого увлажнения в условиях орошения, в ООО «Агросакхар», расположенном в Ставропольском крае, в течение 13 лет. В результате проведенных исследований определен видовой состав сорно-полевой растительности в семипольном орошаемом севообороте. Установлено исчезновение в посевах сорняка *Sinapis arvensis* L. и обнаружены новые виды сорной растительности – *Hibiscus trionum* L., *Salvia reflexa* Hornem, *Euphorbia dentata* Michx. За последние годы, благодаря расширению спектров возделываемых культур, совершенствованию севооборотов, применению агротехнических приемов в сочетании с химической защитой растений, количество сорной растительности сократилось на 46,4 %. Цель исследований заключалась в определении возможности повышения урожайности сои при использовании различных схем применения гербицидов с учетом видового состава сорной растительности в условиях орошения. В схему опыта были включены почвенные гербициды – Лазурит СП, Пledge СП, Пивот ВР и баковая смесь Базагран ВР + Хармони СТС, применяемая в фазу 2 настоящих листа. Максимальная биологическая эффективность получена в защитной схеме от сорной растительности при сочетании почвенного гербицида Пledge с нормой применения 0,12 кг/га и смеси Базагран (2 л/га) + Хармони (0,008 кг/га), которая составляла – 91 % гибели количества и 96% сырой массы сорняков, при этом было получено 3,43 т/га зерна сои, что больше контроля на 48,5%, и подтверждается показателями элементов структуры урожая: на одном растении было сформировано 28,8 шт. бобов, 63,2 шт. семян с массой семян 9,4 г/растение.

Ключевые слова: соя, гербициды, сорная растительность баковая смесь, биологическая эффективность, урожайность.

The research was carried out on carbonate chernozems in the zone of unstable humidification under irrigation conditions, in LLC «Agrosakhar», located in the Stavropol Territory, for 13 years. As a result of the conducted research, the species composition of weed-field vegetation in a seven-field irrigated crop rotation was determined. The disappearance of the weed *Sinapis arvensis* L. in crops has been established. and new species of weeds have been discovered – *Hibiscus trionum* L., *Salvia reflexa* Hornem, *Euphorbia dentata* Michx. In recent years, due to the expansion of the range of cultivated crops, improvement of crop rotations, the use of agrotechnical techniques in combination with chemical plant protection, the amount of weed vegetation has decreased by 46.4 %. The purpose of the research was to determine the possibility of increasing soybean yields using various herbicide application schemes, taking into account the species composition of weed vegetation under irrigation conditions. The scheme of the experiment included soil herbicides – Lazurit SP, Pledge SP, Pivot BP and a tank mixture Bazagran BP + Harmony STS, used in phase 2 of these leaves. The maximum biological efficiency was obtained in a protective scheme against weeds by combining the soil herbicide Pledge with a rate of application of 0.12 kg/ha and a mixture of Bazagran (2 l/ha) + Harmony (0.008 kg/ha), which amounted to 91% of the total loss and 96% of the raw mass of weeds, while 3.43 tons were obtained/ ha of soybean grain, which is 48.5% more than the control, and is confirmed by indicators of the elements of the crop structure: 28.8 pieces of beans and 63.2 pieces of seeds with a seed weight of 9.4 g/plant were formed on one plant.

Key words: soybeans, herbicides, weed vegetation, tank mixture, biological efficiency, yield.

Шабалдас Ольга Георгиевна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. профессора Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7835-9355
Тел.: 8-909-760-70-47
E-mail: shabaldas-olga@mail.ru

Shabaldas Olga Georgievna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Basic Department of General Agriculture, Crop Production, Breeding and Seed Production named after Professor F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 7835-9355
Tel.: 8-909-760-70-47
E-mail: shabaldas-olga@mail.ru

Известно, что среди широкого спектра зерновых и кормовых культур соя относится к наиболее восприимчивым культурам к засорению посевов сорной растительностью, особенно на начальных этапах своего развития. Таким образом, чистота посевов от сорной растительности является одним из важ-

ных элементов технологии возделывания этой культуры.

Благоприятные почвенные условия, наличие достаточного количества положительных температур позволяют возделывать сою в условиях Ставропольского края практически на всей территории, однако лимитирующим фактором является наличие достаточного количе-

ства влаги, в связи с этим площадь посевов сои в крае небольшая и составляет всего 22 тыс. га. Наиболее стабильные урожаи высокого качества зерна этой культуры возможно получать в условиях орошения, в связи с этим посе́вы сои при применении орошения в последние годы не только в крае, но и в целом в условиях Центрального Предкавказья увеличиваются [1, 2]. Проведенными ранее исследованиями подтверждается, что при применении орошения степень засорения сорной растительностью, по сравнению с неорошаемыми участками, может увеличиваться, в связи с этим возникает не только необходимость проведения защитных мероприятий в борьбе с сорной растительностью, но и интегрированный подход к ним [3–5]. Также установлено, что важными параметрами при выборе гербицидов являются следующие критерии: стоимость препарата, его экологическая безопасность, а также отсутствие последствие на другие культуры севооборота.

В последние годы определением вредоносности сорняков и влиянием химических мер в борьбе с ними в посевах сои занимался ряд ученых: А. А. Абаев (2021), Н. Н. Кравцова (2021), В. Н. Мороховец (2021), А. П. Авденко (2023). Изучая действие гербицидов на сорную растительность и продуктивность, Н. Н. Кравцова (2021), В. Н. Мороховец (2023), А. Г. Тишкова (2024) установили, что при подборе гербицидов необходимо учитывать видовой состав сорной растительности, и, как правило, наилучшим эффектом в системе защиты от сорной растительности является комплексный подход – сочетание почвенных гербицидов с их применением по вегетации, а также применение баковых смесей препаратов, усиливающих гербицидный эффект [6–8].

Цель исследований – изучение влияния применения почвенных и послевсходовых гербицидов на сорную растительность в посевах и продуктивность сои в условиях Центрального Предкавказья на орошении.

Исследования проводились в условиях орошения в Изобильненском районе Ставропольского края. Объектом исследований являлись гербициды: почвенные – Лазурит СП (700 г/кг метрибузина), 1 кг/га, Пивот ВР (100 г/л имазетапира), 0,7 л/га, Пледж СП (500 г/кг флумиоксазина), 0,12 кг/га и по вегетации – Базагран ВКР (48 г/л бентазона), 2,0 л/га и Хармони СТС (750 г/л тифенсульфурон-метила) 0,008 кг/га, которые изучались в посевах сорта сои Кофу. Агротехнические мероприятия в опытах проводились в соответствии с рекомендациями для почвенно-климатических условий зоны [9]. Орошение осуществлялось расчетной поливной нормой, которая в среднем за годы исследований составляла 350–400 м³/га. Для полива применялась дождевальная машина – «Valley». Опыты закладывались в трехкратной повторности, применялся метод организованных делянок, площадь учетной делянки составляла 150 м².

Закладка опытов и сопутствующие учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками [10–12].

В период проведения исследований в 2004 году на полях опытно-производственного хозяйства «Изобильненское» был установлен широкий спектр в видовом составе сорной растительности, в посевах присутствовали виды сорной растительности из групп малолетних: зимующих, ранних яровых, поздних яровых, в большом количестве отмечались корнеотпрысковые и корневищные сорняки, общее количество сорняков составляло 84 шт/м² (рис. 1).

В последние годы в хозяйстве расширен спектр возделываемых культур, усовершенствованы севообороты, своевременно применяются агротехнические и химические методы борьбы с сорной растительностью. В связи с этим установлено значительное уменьшение засоренности в посевах сои. Так, к 2017 г. количество сорняков составляло 39,0 шт/м², то есть на 46,4 % меньше по сравнению с 2004 г. Несмотря на сокращение количества сорняков, в видовом составе сорной растительности произошли изменения: в посевах отсутствовал двулетний сорняк *Sinapis arvensis* и были обнаружены новые виды: *Hibiscus trionum* L., *Salvia reflexa* Hornem, *Euphorbia dentata* Michx. В связи с этим одной из задач в исследованиях являлся подбор гербицидов и схем их применения в посевах сои с учетом изменения видового состава сорной растительности.

Результаты мониторинга сорной растительности показывают, что за тринадцатилетний промежуток с 2004 по 2017 г. распределение сорной растительности по группам на протяжении последних лет существенно изменилось в процентном отношении (рис. 2).

Малолетние зимующие виды и однолетние ранние яровые сорняки в агрофитоценозе сои уменьшились на 39,6–53,1 % соответственно, 53,8 % от общего количества всех видов сорной растительности приходилось на малолетние поздние яровые сорняки.

При учете сорной растительности через 10 дней после применения гербицидов почвенного действия (фаза всходов) установлено, что Пивот уступал по эффективности гербицидам Пледж и Лазурит, засоренность на этом варианте составляла 4 шт/м², что больше по сравнению с гербицидами Лазурит и Пледж на 1–2 шт/м². К фазе цветения при обработке только почвенными гербицидами количество сорной растительности в зависимости от варианта варьировало в пределах от 7 (Пледж) до 9 (Пивот), что меньше контроля на 14–16 шт/м² (табл.).

Эффект от применения химических препаратов усиливался при сочетании обработки почвенными гербицидами и по вегетации, в фазу цветения сои эффективность при сочетании Пледжа с баковой смесью Базагран с Хармони составляла 95 %, что больше по сравнению с применением Пледж самостоятельно на 25 %. Уменьшение сырой массы сорняков в фазу цветения в зависимости от изучаемого варианта находилось в пределах от 75 (Пивот) до 98 % (Пледж; Базагран + Хармони).

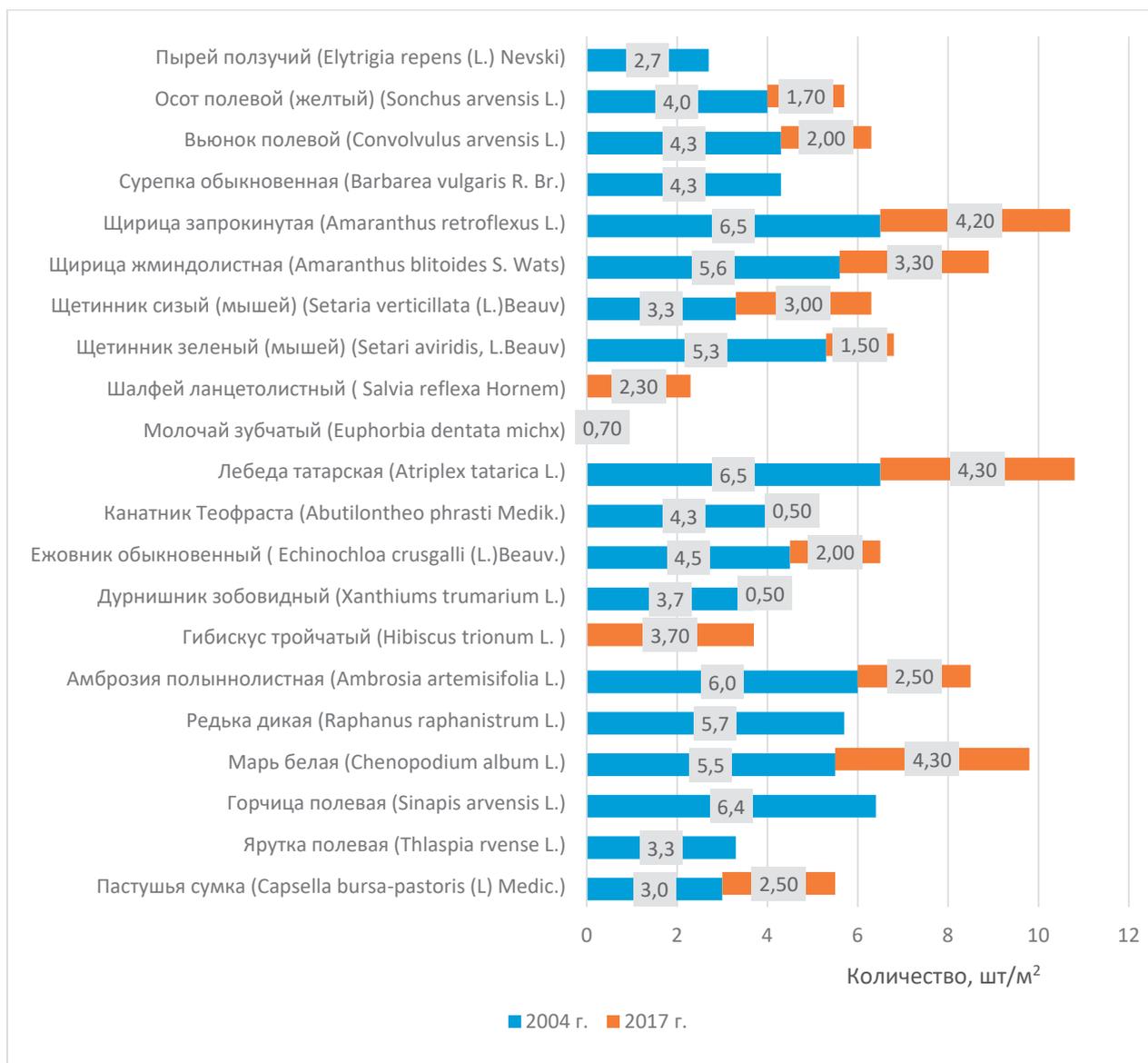


Рисунок 1 – Видовой и количественный состав сорной растительности в посевах сои, 2004–2017 гг.

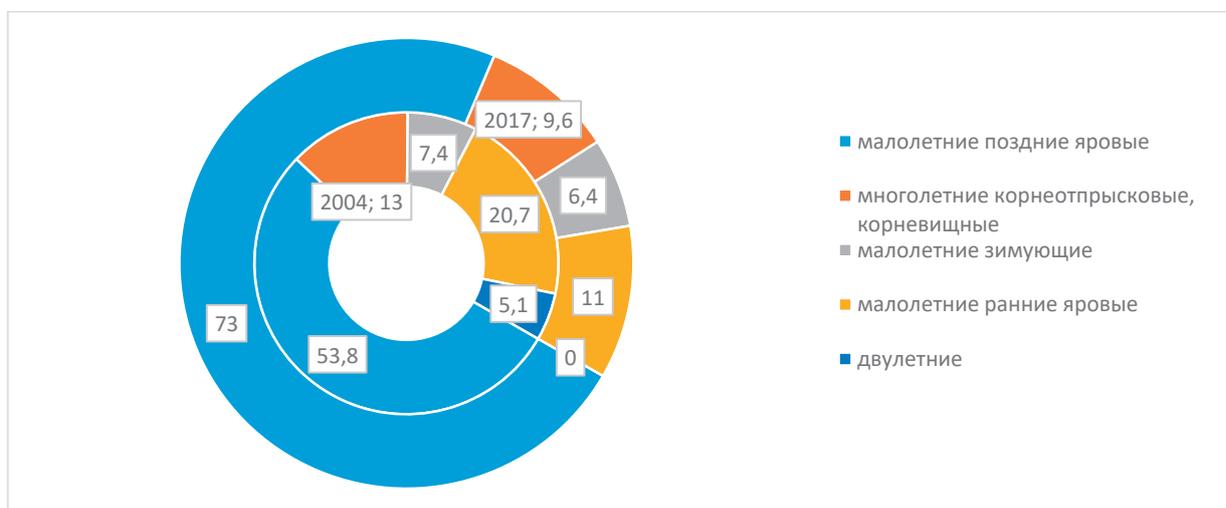


Рисунок 2 – Изменение по группам сорной растительности в посевах сои в период с 2004 по 2017 г., %

Таблица – Биологическая эффективность гербицидов в посевах сои, среднее за 2018–2020 гг.

Вариант	Количество сорняков, шт/м ²			Гибель количества сорняков, %			Сырая масса сорняков, шт/м ²			Гибель сырой массы сорняков, %		
	всходы	вет-вление	цветение	всходы	вет-вление	цветение	всходы	вет-вление	цветение	всходы	вет-вление	цветение
Контроль (без обработки)	17	37	23	–	–	–	4	72	781	–	–	–
Лазурит	3	5	8	82	86	65	2	10	106	50	86	86
Пледж	2	4	7	88	89	70	1	8	95	75	89	88
Пивот	4	7	9	76	82	61	3	15	169	25	79	75
Базагран + Хармони	15	11	10	12	70	56	4	17	156	0	76	78
Лазурит; Базагран + Хармони	3	3	2	82	91	91	2	5	25	50	93	96
Пледж; Базагран + Хармони	2	2	1	88	96	95	1	3	15	75	96	98
Пивот; Базагран + Хармони	4	4	3	76	90	87	2	7	98	50	90	87

Применение гербицидов оказывало положительное влияние на показатели элементов структуры урожая. При наличии к фазе цветения в посевах сои на квадратном метре 23 сорняков, сырая масса которых составляла 781 г/м², растения сои образовывали 22,0 шт/растение бобов, 47 семян с одного растения, масса которых составляла 6,9 г. Количество бобов, семян и масса семян с одного растения в зависимости от схемы применения гербицидов достоверно увеличивались по сравнению с контролем на

3,0–6,8 (бобов), 4,5–18,2 (семян) шт/растение, 1,0–3,5 (масса семян) г/растение. Показатель массы 1000 семян в зависимости от применяемых гербицидов колебался от 145,0 (Базагран + Хармони) до 149,2 г (Пледж; Базагран + Хармони), что больше контроля на 1,7–5,9 г и находится в пределах ошибки опыта.

В контроле в среднем за 2018–2020 гг. было получено 2,31 т/га. Применение почвенных гербицидов самостоятельно обеспечивало прибавку урожая на 0,43–0,68 т/га (рис. 3).

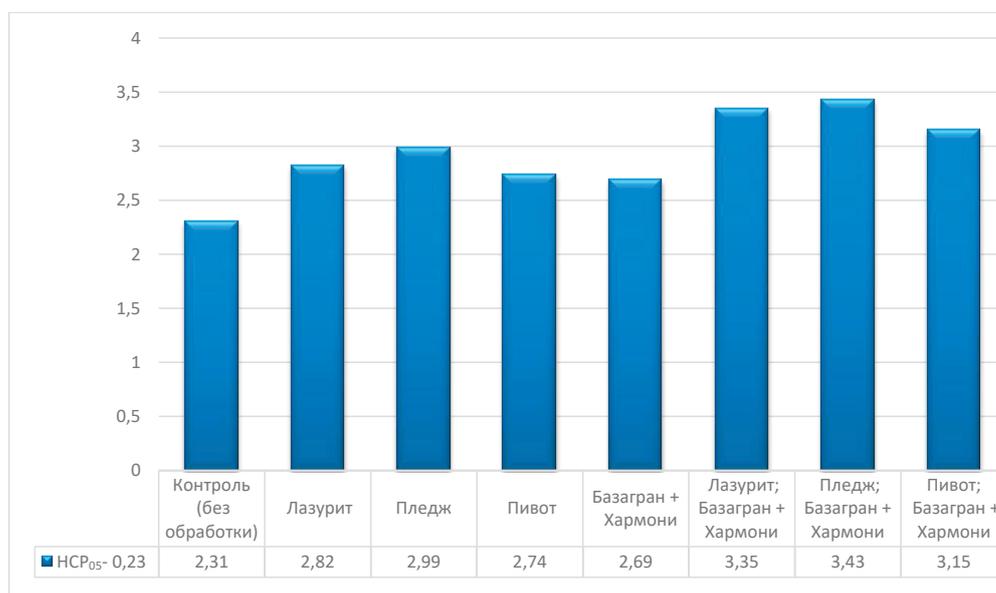


Рисунок 3 – Влияние гербицидов на урожайность сои, среднее за 2018–2020 гг.

Сочетание почвенных гербицидов и по вегетации было наиболее результативным, прибавка к контролю варьировала от 0,84 (Пивот; Базагран + Хармони) до 1,12 т/га (Пледж; Базагран + Хармони), что подтверждается результатами математической обработки.

Таким образом, в результате обследования в 2017 г. полей ООО «Агросахар» установлено, что в сравнении с 2004 г. видовое разнообразие и количественный состав сорно-полевой растительности существенно изменились: в посевах полностью исчезло сорное растение *Sinapis*

arvensis L. и обнаружены новые виды сорной растительности – *Hibiscus trionum* L., *Salvia reflexa* Hornem, *Euphorbia dentata* Michx. К 2017 г. количество сорной растительности составляло 39,0 шт/м², что меньше на 46,4 % по сравнению с 2004 г. Применение после посева сои почвенного гербицида Пледж СП с нормой расхода 0,12 кг/га и баковой смеси Базагран ВКР, 2,0 л/га с Хармони СТС, 0,008 кг/га в фазу 2 тройчатых листьев сои было наиболее эффективным, получено – 3,43 т/га зерна, что больше контроля без обработки на 48,5 %.

Литература

1. Поморова Ю. Ю., Пятавский В. В., Серова Ю. М. Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор) // Масличные культуры. 2023. Вып. 4 (196). С. 84–96.
2. Посевные площади и сборы основных сельскохозяйственных культур. Итоги за 2023 год. URL: <https://ab-centre.ru/uploads>.
3. Эффективность гербицидов на посевах сои в условиях Лесостепной зоны РСО-АЛАНИЯ / А. А. Абаев, С. А. Тавказов, В. В. Тедеева [и др.] // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сб. докл. по материалам Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ» / Адыгейский НИИ сельского хозяйства. Майкоп, 2021. С. 80–85.
4. Гербициды для борьбы с марью белой в посевах сои / В. Н. Мороховец, З. В. Басай, Т. В. Мороховец [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51, № 4. С. 33–41.
5. Кравцова Н. Н., Бойко Е. С., Волохатых А. С. Эффективность послевсходовых гербицидов в посевах сои // The Scientific Heritage. 2021. № 77-2 (77). С. 9–11.
6. Перспективные баковые смеси гербицидов для защиты посевов сои / В. Н. Мороховец, З. В. Басай, Т. В. Мороховец [и др.] // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2023. № 3 (229). С. 75–88.
7. Авдеенко А. П., Эфа Е. М. Влияние гербицидов на засоренность посевов и продуктивность сои // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (50). С. 53–62.
8. Тишкова А. Г., Юрченко Т. С., Суняйкин А. А. Биологическая эффективность гербицидных обработок посевов сои и их влияние на урожайность // Агронаука. 2024. Т. 2, № 2. С. 84–92.
9. Развитие системы обработки почвы на Ставрополье / О. И. Власова, А. Н. Есаулко, О. Г. Шабалдас [и др.] // Земледелие. 2022. № 8. С. 26–30.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Колос, 1985. 351 с.
11. Плешаков В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения : рекомендации. Волгоград : Всерос. НИИ орошаемого земледелия, 1983. 149 с.
12. Спиридонов Ю. Я., Ларина Г. Е., Шестаков В. Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М. : Печатный город, 2009. 252 с.

References

1. Pomorova Yu. Yu., Pyatovsky V. V., Serova Yu. M. Biochemical composition of soybean seeds cultivated in various regions of Russia and aspects of its biological value (review) // Oilseeds. 2023. Iss. 4 (196). P. 84–96.
2. Acreage and harvesting of major crops. The results for 2023. URL: <https://ab-centre.ru/uploads>.
3. Effectiveness of herbicides on soybean crops in the conditions of the Forest-steppe zone of the Republic of North Ossetia–Alania / A. A. Abaev, S. A. Tavkazakhov, V. V. Tedeeva [et al.] // Agrarian science – agriculture : a collection of reports based on the Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 60th anniversary of the FSBEI «Adygei Research Institute» / Adyghe Scientific Research Institute of Agriculture. Maykop, 2021. P. 80–85.
4. Herbicides for the control of white marya in soybean crops / V. N. Morokhovets, Z. V. Basai, T. V. Morokhovets [et al.] // Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2021. T. 51, № 4. P. 33–41.
5. Kravtsova N. N., Boyko E. S., Volokhatykh A. S. Effectiveness of post-emergence herbicides in soybean crops // The Scientific Heritage. 2021. № 77-2 (77). P. 9–11.
6. Promising tank mixtures of herbicides for the protection of soybean crops / V. N. Morokhovets, Z. V. Basai, T. V. Morokhovets [et al.] // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. 2023. № 3 (229). P. 75–88.
7. Avdeenko A. P., Efa E. M. Influence of herbicides on crop contamination and soybean productivity // Bulletin of the Don State Agrarian University. 2023. № 4 (50). P. 53–62.
8. Tishkova A. G., Yurchenko T. S., Sunyaykin A. A. Biological effectiveness of herbicidal treatments of soybean crops and their effect on yield // Agronauka. 2024. Vol. 2, № 2. P. 84–92.
9. Development of the tillage system in Stavropol / O. I. Vlasova, A. N. Esaulko, O. G. Shabalidas [et al.] // Agriculture. 2022. № 8. P. 26–30.
10. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M. : Kolos, 1985. 351 p.
11. Pleshakov V. N. Methodology of field experience in irrigation conditions : recommendations. Volgograd : All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, 1983. 149 p.
12. Spiridonov Yu. Ya., Larina G. E., Shestakov V. G. Methodological guide to the study of herbicides used in crop production. M. : Printing City, 2009. 252 p.

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

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

Литература (образец)

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

Аграрный вестник Северного Кавказа / Agrarian Bulletin of the North Caucasus

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

ISSN 2949-4796

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

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 16.12.2024. Дата выхода в свет 28.12.2024.
Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,51. Тираж 300 экз. Заказ № 562.

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

СВОБОДНАЯ ЦЕНА