

ISSN 2072-6724

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ВЕСТНИК НГАУ



**НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

№ 4(53)/2019

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

VESTNIK NGAU



**NOVOSIBIRSK STATE
AGRARIAN UNIVERSITY**

№ 4(53)/2019

NOVOSIBIRSK 2019

ВЕСТНИК НГАУ

Новосибирский
государственный
аграрный
университет

Научный журнал

№ 4(53)2019

Г.А. Ноздрин
главный редактор,
доктор ветеринарных наук,
профессор

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Основан
в декабре 2005 года

Зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи и массовых
коммуникаций
ПИ № ФС 77-35145

Материалы издания
выборочно включаются
в международные базы данных
Agris, Ulrich's Periodicals
Directory

Электронная версия журнала
на сайте: www.elibrary.ru

Адрес редакции:
630039, г. Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160, каб. 106г,
журнал «Вестник НГАУ»
(Новосибирский государственный
аграрный университет)
Телефоны: +7 (383) 264-23-62;
+7 (383) 264-25-46 (факс)
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

Подписной индекс издания 94091
Тираж 500 экз.

Редакционный совет:

Денисов А.С. – д-р техн. наук, проф., ректор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, председатель редакционной коллегии (Новосибирск, Россия)
Ноздрин Г.А. – д-р вет. наук, проф., главный редактор, зав. кафедрой фармакологии и общей патологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Рудой Е.В. – д-р экон. наук, проф., зам. главного редактора, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Члены редколлегии:

Абрамов Н.В. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)
Безматерных Д.К. – д-р биол. наук, зам. директора по научной работе ИВЭП СО РАН (Барнаул, Россия)
Беляев А.А. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Будажанов Л.В. – д-р биол. наук, директор БурНИИСХ СО РАН (Улан-Удэ, Россия)
Булашев А.К. – д-р вет. наук, проф., кафедры биотехнологии и микробиологии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (Нур-Султан, Казахстан)
Бямбаа Б. – д-р вет. наук, академик Монгольской академии наук, президент Монгольской академии аграрных наук (Улан-Батор, Монголия)
Веснина Л.В. – д-р биол. наук, проф., директор Алтайского филиала ФГБНУ Госрыбцентр (Барнаул, Россия)
Власенко Н.Г. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Вышегуров С.Х. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры, проректор по экономике и социальной работе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Галеев Р.Р. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и кормопроизводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Гамзиков Г.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Главендекич М.М. – д-р биотехн. наук, проф. кафедры ландшафтной архитектуры Университета г. Белграда (Белград, Сербия)
Гончаров Н.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)
Добровольская Н.И. – д-р с.-х. наук, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Донченко А.С. – д-р вет. наук, акад. РАН, научный руководитель Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (Новосибирск, Россия)
Дубовский И.М. – д-р биол. наук, зав. лабораторией биологической защиты и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Жучаев К.В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой разведения, кормления и частной зоотехнии, декан биолого-технологического факультета ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Кауфман О. – д-р аграр. наук, проф. Гумбольдтского университета, факультет естественных наук, Институт сельского хозяйства и садоводства им. Альбрехта Даниэля Тзера, почетный доктор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Берлин, Германия)
Кашеваров Н.И. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, директор СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Коуржил Я. – Ph. D., проф. лаборатории искусственного размножения рыб и интенсивной аквакультуры факультета рыбоводства и охраны вод Южно-Чешского университета (Чешские Будевеице, Чехия)
Кочетов А.В. – д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, директор ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)
Магер С.Н. – д-р биол. наук, проф., директор СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Мейсснер Р. – д-р техн. наук, проф. кафедры управления водообеспечением, Институт естественных наук и проблем питания в Мартин-Лютер университете (Халле-Виттенберг, Германия)
Морузи И.В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Нургазиев Р.З. – д-р вет. наук, профессор, акад. НАН КР, ректор КНАУ им. К.И. Скрябина (Бишкек, Кыргызстан)
Петухов В.Л. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Пищенко Е.В. – д-р биол. наук, проф. кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Поповски З. – д-р аграр. наук, проф., кафедры биохимии и генной инженерии Университета Св. Кирилла и Мефодия (Скопье, Македония)
Солошенко В.А. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, научный руководитель направления СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Шарков И.Н. – д-р биол. наук, директор СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Шейко И.П. – д-р с.-х. наук, акад. НАН Республики Беларусь, первый зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (Жодино, Беларусь)
Штерншис М.В. – д-р биол. наук, проф. кафедры защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Технический редактор *Слобожанин Д. М.*
Компьютерная верстка *Зенина В. Н.*
Переводчик *Шмидт Л. В.*
Дата выхода в свет 25 декабря 2019 г. Свободная цена.
Формат 60 × 84 ¹/₈. Объем 13,5 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2250.

Отпечатано в ИЦ НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. +7 (383) 267-09-10. E-mail: 213-45-39@mail.ru

VESTNIK NGAU

**Novosibirsk
State
Agrarian
University**

Scientific journal

No. 4(53)2019

**G.A. Nozdrin
Editor-in-Chief,
Dr. of Veterinary Sc.
Professor**

**The founder is Federal State
State-Funded
Educational Institution
of Higher Education
“Novosibirsk State
Agrarian University”**

**The journal is based
in December, 2005**

**The journal is registered in the Federal
Service for Supervision in the Sphere
of Communications, Information
Technologies and Mass Media
Certificate PI No. FS 77-35145**

**The materials are included
into the database Agris,
Ulrich's Periodicals Directory
on a selective basis**

**E-journal is found at:
www.elibrary.ru**

Address:
630039, Novosibirsk,
160 Dobrolyubova Str., office 106g
VESTNIK NGAU
of Novosibirsk State Agrarian University
Tel: +7 (383) 264-23-62;
Fax: +7 (383) 264-25-46
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

Subscription index is 94091

Circulation is 500 issues

Editors:

Denisov A.S. – Dr. of Engineering Sc., Professor, Rector of NSAU, the Chairman of the Editorial Board, (Novosibirsk, Russia)

Nozdrin G.A. – Dr. of Veterinary Sc., Professor, the Editor-in-Chief, the Head of the Chair of Pharmacology and General Pathology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Rudoi E.V. – Dr. of Economic Sc., Professor, the Deputy of Editor-in-Chief, Vice-Rector for Science and Research at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Editorial Board:

Abramov N.V. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Soil Science and Agrochemistry at Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)

Bezmaternykh D.K. – Dr. of Biological Sc., Vice-Director on Scientific Affairs at the Institute of Water and Environmental Problems SD RAS (Barnaul, Russia)

Bellaev A.A. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Plant Protection at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Budazhapov L.V. – Dr. of Biological Sc., the Head of Buryat Research Institute of Agriculture SD RAS (Ulan-Ude, Russia)

Bulashev A.K. – Doctor of Veterinary Sc., Professor at the Chair of Biotechnology and Microbiology at Seifulin Kazakh Agrotechnical University (Nur-Sultan, Kazakhstan)

Byambaa B. – Doctor of Veterinary Sc., Academician of the Academy of Sciences in Mongolia, President of Mongolian Academy of Agricultural Sciences (Ulaan Baator, Mongolia)

Vesnina L.V. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of Altai Branch of the State Research and Production Center for Fisheries (Barnaul, Russia)

Vlasenko N.G. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Science, Senior Research Fellow, Siberian Research Institute of Farming and Agricultural Chemicalization (Novosibirsk, Russia)

Vyshegurov S.Kh. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Botany and Landscape Architecture, Vice-Rector for Economic and Social Affairs at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Galeev R.R. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Crop and Feed Production at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Gamzikov G.P. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnology (Novosibirsk, Russia) Glavendekich M.M. – Dr. Biological Sc., Professor at the Chair of Landscape Architecture at the University of Belgrade (Belgrade, Serbia)

Goncharov N.P. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research

Fellow at Research Institute of Cytology and Genetics (Novosibirsk, Russia)

Dobrotvorskaia N.I. – Dr. of Agricultural Sc., Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

Donchenko A.S. – Dr. of Veterinary Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, the Scientific Supervisor of Siberian Federal Research Centre Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

Dubovskii I.M. – Dr. of Biological. Sc., the Head of the Laboratory of Biological Protection and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Zhuchaev K.V. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Animal Husbandry, Dean of Biology-Technological Faculty at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Kaufmann O. – Doctor of Agricultural Sc., Professor at Humboldt University, Faculty of Life Sciences, Albrecht Daniel Thaer - Institute of Agricultural and Horticultural Sciences, Honorary Doctor of Novosibirsk State Agrarian University (Berlin, Germany)

Kashevarov N.I. – Dr. of Agricultural Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

Kouril Ja. – Ph. D., Professor of the Laboratory of Artificial Fish Propagation and Intensive Aquaculture at the Faculty of Fisheries and Protection of Waters at University of South Bohemia (Ceske Budejovice, Czech Republic)

Kochetov A.V. – Dr. of Biological Sc., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

Mager S.N. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of Siberian Research Institute of Animal Husbandry (Novosibirsk, Russia)

Meissner R. – Dr. of Technical Sc., Professor at the Department of Water Management, Institute of Agricultural Sciences and Nutrition at Martin Luther University (Halle-Wittenberg, Germany)

Moruzi I.V. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Biology, Bioresources and Aquaculture at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Nurgaziev R.Z. – Dr. of Veterinary Sc., Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Rector of Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin (Bishkek, Kyrgyzstan)

Petukhov V.L. – Doctor of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Pishchenko E.V. – Dr. of Biological Sc., Professor at the Chair of Biology, Bioresources and Aquaculture at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Popowski Z. – Doctor of Agricultural Sc., Professor at the Chair of Biochemistry and Genetic Engineering at Ss. Cyril and Methodius University (Skopje, Macedonia)

Soloshenko V.A. – Doctor of Agricultural Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Scientific Supervisor at Siberian Research Institute of Animal Husbandry (Novosibirsk, Russia)

Sharkov I.N. – Dr. of Biological Sc., the Head of Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

Sheiko I.P. – Doctor of Agricultural Sc., Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Vice-Head of Animal Husbandry Research Institute at National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Belarus)

Shternshis M.V. – Dr. of Biological Sc., Professor at the Chair of Plant Protection at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Typing: *Slobozhanin D. M.*

Desktop publishing: *Zenina V. N.*

Translator: *Shmidt L. V.*

Date of publication 25 December 2019. Free price.

Size is 60 × 84 1/8. Volume contains 13,5 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times New Roman” is used. Order no. 2250.

Printed in “Zolotoy Kolos” Publ. of Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova Str., office 106, 630039 Novosibirsk. Tel.: +7 (383) 267-09-10
E-mail: 2134539@mail.ru

АГРОНОМИЯ

<i>Ашмарина Л.Ф., Сухоруков А.А., Коробейников А.С., Галактионова Т.А.</i> Использование рентгеновского микроанализа в фитопатологии	7
<i>Якубенко О.Е., Паркина О.В., Колупаев Д.А., Андреева З.В.</i> Современные принципы моделирования сортов фасоли обыкновенной для Сибирского региона.....	15

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

<i>Андреева В.А., Венронг Ли, Мингжун Лю, Саурбаева Р.Т., Коновалова Т.В., Климанова Е.А., Себежско О.И., Назаренко А.В.</i> Влияние генотипа баранов-производителей на количество фрагментов хромосом в клетках потомства.....	23
<i>Ефимова Л.В., Гатилова Е.В., Иванова О.В.</i> Иммуногенетические особенности коров краснопёстрой породы в зависимости от их линейной принадлежности.....	32
<i>Корякина Л.П., Григорьева Н.Н., Максимов В.И.</i> Морфофизиологический статус крупного рогатого скота симментальской породы в условиях Якутии	40
<i>Логинов С.И.</i> Изменения показателей крови у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при осложнении анаплазмозом с острым течением.....	48
<i>Назаренко А.В., Себежско О.И., Андреева В.А., Коновалова Т.В., Короткевич О.С., Романенко М.А., Климанова Е.А., Саурбаева Р.Т., Нарожных К.Н., Петухов В.Л., Кочнев Н.Н.</i> Белковый обмен у свиней кемеровской породы	55
<i>Ноздрин Г.А., Ермакова Л.П., Тишков С.Н., Ноздрин А.Г., Новик Я.В.</i> Дозозависимый эффект воздействия пробиотического препарата Ветом 1 на кумулятивные показатели яичной продуктивности японского перепела	65
<i>Ноздрин Г.А., Лагода О.В., Суродина К.Е., Ноздрин А.Г., Горшкова О.М.</i> Динамика показателей белкового обмена у коров при применении пробиотического препарата Ветом 1 на основе апатогенных бацилл	73
<i>Петрова Е.М., Алексеева Н.И.</i> Содержание цезия-137 и стронция-90 в мясе боровой дичи в разных экологических зонах Республики Саха (Якутия)	79
<i>Потапов М.С., Нифонтов К.Р., Белогуров А.Н., Федотов С.В.</i> Морфология глубокой плечевой артерии грудной конечности домашнего северного оленя в онтогенезе	85
<i>Слепцов И.И.</i> Обоснование разработки и внедрения адаптивных технологий содержания специализированного мясного скота в условиях Якутии	92
<i>Яковлева Н.С., Ноздрин Г.А., Яковлева М.С., Тишков С.Н., Шевченко А. И.</i> Влияние препарата Ветом 20.76 на основе хищного гриба <i>Arthrobotrys oligospora</i> на уровень лейкоцитов в крови гусей....	103

AGRONOMY

<i>Ashmarina L.Ph., Sukhorukov A.A., Korobeinikov A.S., Galaktionova T.A.</i> X-ray microanalysis in phytopathology	7
<i>Yakubenko O.E., Parkina O.V., Kolupaev D.A., Andreeva Z.V.</i> Modern principles of garden bean varieties modeling in Siberia	15

VETERINARY SCIENCE AND LIVESTOCK FARMING

<i>Andreeva V.A., Wenrong Li, Mingjun Liu, Saurbaeva R.T., Konovalova T.V., Klimanova E.A., Sebezsko O.I., Nazarenko A.B.</i> The impact of the stud rams' genotype on the number of chromosomes in the offsprings' cells	23
<i>Efimova L.V., Gatilova E.V., Ivanova O.V.</i> Immunogenetic parameters of the Red-and-White cows in relation to the linear affiliation.....	32
<i>Koryakina L.P., Grigorieva N.N., Maksimov V.I.</i> Morphophysiological status of Simmental breed cattle in Yakutia	40
<i>Loginov S.I.</i> The changes in blood parameters of cows infected by leucosis in case of complications with acute anaplasmosis	48
<i>Nazarenko A.B., Sebezsko O.I., Andreeva V.A., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Romanenko M.A., Klimanova E.A., Saurbaeva R.T., Narozhnyh K.N., Petukhov V.L., Kochnev N.N.</i> Protein exchange in Kemerovo pigs.....	55
<i>Nozdrin G.A., Ermakova L.P., Tishkov S.N., Nozdrin A.G., Novik Ya. V.</i> Dose-dependent relationship effect of probiotic Vetom 1 on cumulative parameters of Japanese quail egg production	65
<i>Nozdrin G.A., Lagoda O.V., Surodina K.E., Nozdrin A.G., Gorshkova O.M.</i> Dynamics of protein metabolism in cows with probiotic Vetom 1 based on apathogenic bacilli	73
<i>Petrova E.M., Alekseeva N.I.</i> Caesium-137 and strontium-90 concentration in pine forest meat in different ecological zones of the Republic of Sakha (Yakutia)	79
<i>Potapov M.S., Nifontov K.R., Belogurov A.N., Fedotov S.V.</i> Morphology of brachial profunda artery of the domestic reindeer's thoracic limb in ontogenesis.....	85
<i>Sleptsov I.I.</i> Grounds for the development and application of precision technologies in order to keep specific beef cattle under the conditions of Yakutia	92
<i>Yakovleva N.S., Nozdrin G.A., Yakovleva M.S., Tishkov S.N., Shevchenko A.I.</i> The impact of Vetom 20.76 based on predatory fungus <i>Arthrobotrys oligospora</i> on the leucocytes in the geese blood	103

АГРОНОМИЯ

УДК 633.632. 2:576.38

DOI:10.31677/2072-6724-2019-53-4-7-14

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО МИКРОАНАЛИЗА
В ФИТОПАТОЛОГИИ

Л. Ф. Ашмарина, доктор сельскохозяйственных наук

А. А. Сухоруков, научный сотрудник

А. С. Коробейников, кандидат сельскохозяйственных наук

Т. А. Галактионова, научный сотрудник

Сибирский научно-исследовательский институт кормов

СФНЦА РАН

E-mail: alf8@yandex.ru

Ключевые слова: рентгеновский микроанализ, макроэлементы, магний, фосфор, сера, калий, кальций, болезни растений, бактериальный ожог, аскохитоз, антракноз, соя

Реферат. В настоящее время методы рентгеновского микроанализа значительно расширили функциональные возможности электронной микроскопии. Рентгеновский микроанализ широко используется в работах по физиологии растений. Так, нами был изучен механизм функционирования устьичного аппарата кормовых бобов (*Vicia faba* L.). Регуляция работы устьиц зависит от концентрации калия в их замыкающих клетках. Было изучено заражение мучнистой росой (*Erysiphe graminis* DC) листьев пшеницы (*Triticum aestivum* L.) и получены данные по изменению элементного состава тканей в зоне поражения. Эта информация позволила выяснить роль различных элементов в развитии инфекционного процесса при заражении мучнистой росой растений пшеницы. В статье обобщены материалы по использованию рентгеновского микроанализа в фитопатологии. С его помощью выявлено участие кальция в формировании механизма захвата нематоды в разновозрастных колониях хищных грибов *Arthrobotrys oligosporae* Fres. Получены данные о наличии в корнях пшеницы тканевого барьера, где осуществляется контроль транспорта как засоряющих элементов натрия и хлора, так и макроэлементов калия и кальция. Было показано, что транспорт этих элементов регулируется с помощью активных механизмов в клетках эндодермы. В настоящей работе представлены результаты рентгеновского микроанализа по определению содержания элементов магния, фосфора, серы, калия, кальция в листьях сои, пораженных разными болезнями. Выявлены изменения в содержании калия, кальция, магния и фосфора в листьях с бактериальным ожогом, аскохитозом и альтернариозом. Обсуждается участие элементов в формировании устойчивости растений к болезням и роль этих элементов в физиологии инфекционного процесса.

X-RAY MICROANALYSIS IN PHYTOPATHOLOGY

Ashmarina L.Ph., Doctor of Agricultural Sc.

Sukhorukov A.A., Research Fellow

Korobeinikov A.S., Candidate of Agriculture

Galaktionova T.A., Research Fellow

Siberian Research Institute of Fodders Siberian Federal Research Centre
of Agricultural Biotechnologies RAS

Key words: x-ray microanalysis, macroelements, magnesium, phosphorus, sulfur, potassium, calcium, plant diseases, bacterial blight, black stem, pod spot, soya.

Abstract. *X-ray microanalysis methods have significantly expanded the functionality of electron microscopy. X-ray microanalysis is widely applied in activities, which deal with plant physiology. The paper explores the functioning of the stomatal apparatus of fodder beans (*Vicia faba*). The regulation of the stomatal function depends on the potassium concentration in the closing cells. The authors investigated the infestation of wheat leaves with mildew (*Erysiphe graminis*) (*Triticum aestivum*) and obtained the data that reveal the changes in the elemental composition of tissues in the affected area. This has contributed to find out the role of various elements during the infectious process in case of wheat plants with powdery dew contamination. The paper summarizes the materials on the application of X-ray microanalysis in phytopathology. It stipulates the participation of calcium in the formation of the mechanism of nematode capture in different age colonies of predatory fungi *Arthrobotrys oligosporus* Fres was revealed. The data on tissue barrier in wheat roots, where the transport of both sodium and chlorine salting elements and potassium and calcium macro elements is controlled, are obtained. The authors show that transporting of these elements is regulated by active mechanisms in the endoderm cells. The article demonstrates the results of X-ray microanalysis aimed at determining the content of elements of magnesium, phosphorus, sulfur, potassium and calcium in soybean leaves affected by various diseases. The authors observed the changes in potassium, calcium, magnesium and phosphorus concentration in leaves with bacterial burn, ascochytirosis and alternative. They argue the participation of elements in formation of plant resistance to disease and the role of these elements in the physiology of the infectious process.*

Использование рентгеновского микроанализа (РМА) позволяет связать цитологические исследования с физиологией и биохимией на тканевом, клеточном и субклеточном (цитоплазма, ядро, вакуоли и др.) уровнях [1–4]. Качественный и количественный элементный состав клеток растений изменяется под воздействием болезней (грибных и бактериальных) [1–3]. РМА позволяет получать данные о содержании элементов в клетках растений с высоким количественным разрешением (10^{-20} г) и о пространственной локализации элементов с точностью 20–40 нм [4].

РМА элементного состава тканей корня растений – паренхимы, эндодермы (рис. 1) – позволил изучить транспорт засоляющих

элементов (натрия, хлора) и калия, кальция к проводящим сосудам корня. Определено, что активный транспорт калия и кальция осуществляется через эндодерму, а натрий и хлор выводятся из нее в паренхиму активным транспортом [5, 6].

Изучение элементного состава тканей корня пшеницы позволило выявить функциональную роль тканей корня в солеустойчивости растений и транспорте калия и кальция.

На засоленных почвах не выявлено увеличения засоляющих элементов (натрия, хлора, серы) в тканях корня, что указывает на отсутствие засоления почвенного раствора на солонцах [7], поэтому угнетение развития растений пшеницы здесь связано с механическими

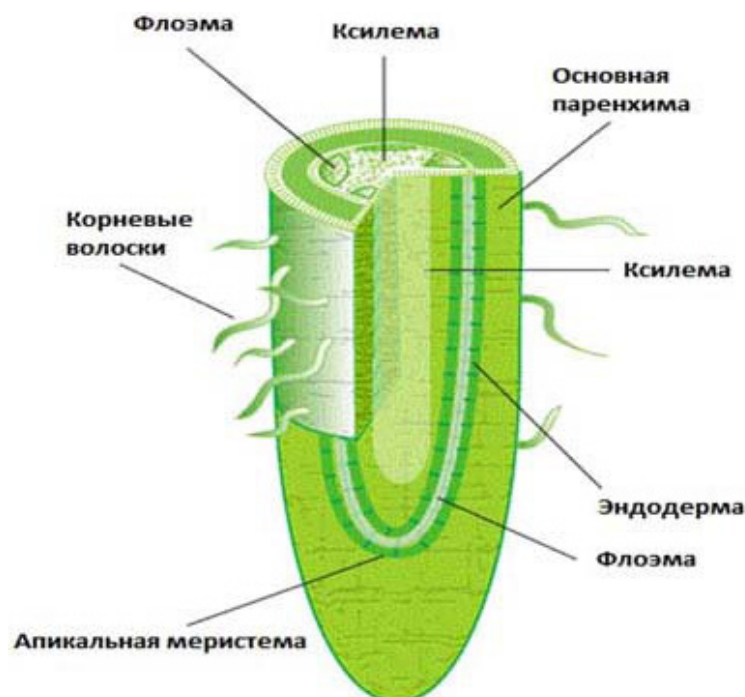


Рис.1. Структура корня в зоне корневых волосков

(<https://i.pinimg.com/originals/9d/f3/51/9df3514e75c2a0417a29350102c5abb2.gif>)

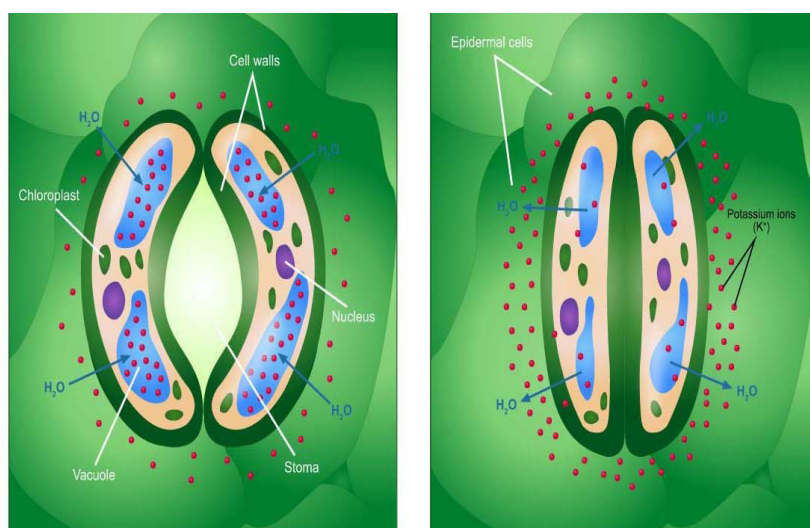
Root structure of root zone of root hairs

(<https://i.pinimg.com/originals/9d/f3/51/9df3514e75c2a0417a29350102c5abb2.gif>)

свойствами солонцов. Кормовые культуры, имеющие мощную корневую систему, способны успешно развиваться на солонцовых почвах (донник, костер, люцерна и др.) [8].

С помощью РМА изучалось функционирование устьиц листьев кормовых бобов *Vicia faba* L. и определялось содержание

калия в замыкающих клетках устьичного аппарата. Пониженное содержание калия приводило к уменьшению осмотического давления в замыкающих клетках за счет выхода воды в межклеточное пространство и к открытию устьичной щели (рис 2, а). Повышенное содержание калия в замыка-



а б

Рис. 2. Схема работы устьичного аппарата: а) открытое устьице с набухшими замыкающими клетками; б) закрытое устьице со сморщенными замыкающими клетками

Process of stomatal device operation: а) open mouth with swollen closing cells; б) a closed stomach with wrinkled closing cells

ющих клетках вызывало поступление воды из межклеточного пространства, набухание замыкающих клеток и закрытие устьичной щели (см. рис. 2, б) [9].

Было изучено содержание элементов в гифах хищного гриба *Arthrobotrys oligosporus* Fresen. (рис. 3) в молодой, зрелой и старой колониях. Содержание кальция в зрелой коло-

нии было в 2–3 раза больше, чем в молодой, и до 40 раз больше, чем в старой [1].

Выявлено, что высокое содержание кальция является маркером так называемых «моторных белков», участвующих в захвате нематоды ловчими сетями хищного гриба [1].

РМА позволяет получать количественные и качественные данные по распределению эле-



Рис.3. Нематода, пойманная ловчими петлями гриба рода *Arthrobotrys oligosporus* (http://www.davidmoore.org.uk/21st_century_guidebook_to_fungi_platinum/Ch15_06.htm)
Nematode, caught by the fungus loops of *Arthrobotrys oligosporus* (http://www.davidmoore.org.uk/21st_century_guidebook_to_fungi_platinum/Ch15_06.ht)

ментов на тканевом и клеточном уровнях. Эта информация по элементному составу различных биологических объектов является основой для решения физиологических и биохимических задач. Физиологический подход к вопросам фитопатологии – это перспективное направление в исследованиях инфекционного процесса на сельскохозяйственных растениях.

Цель исследований – выявить отличия элементного состава в листьях растений при различных инфекционных заболеваниях на примере сои.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования были гербарные образцы листьев сои *Glycine max* L. сорта СибНИИК-315, собранные в фазу завязыва-

ния плодов в 2018 г. в селекционных питомниках СибНИИ кормов СФНЦА РАН, здоровые и пораженные альтернариозом (индекс развития болезни –10–15%), бактериальным ожогом (до 20%) и аскохитозом (до 15%) [10]. При подготовке к рентгеновскому микроанализу образцы напыляли слоем углерода 30–40 нм. Для РМА использовали сканирующий электронный микроскоп LEO 1430 VP, оснащенный энергодисперсионным рентгеновским детектором OXFORD. РМА проводили при ускоряющем напряжении 20 кВ, токе электронного зонда 15 нА, времени фиксации рентгеновского излучения 20 с. Данные со сканирующего электронного микроскопа обрабатывались с помощью программы Incapture Exreportver. 3.14.06 (разработчик – Н.С. Карманов, ИГМ СО РАН). Статистическую обработку данных метода-

ми описательной статистики осуществляли в программе Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Определен элементный состав листьев сои, пораженных бактериальным ожогом, аскохитозом и альтернариозом (рис. 4, 5).

Для анализа были использованы калий, кальций, магний, фосфор и сера, являющиеся важнейшими в физиологии и биохимии клеток растений (табл. 1).

Содержание элементов в листьях сои было неодинаковым при различных болезнях (табл. 2), что, по-видимому, отражает защитную реакцию растения на возбудителей болезней.

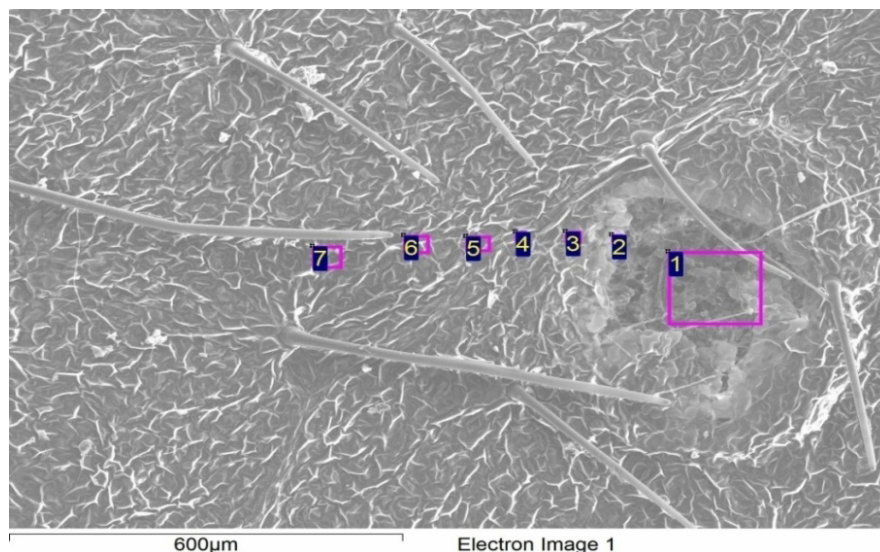


Рис. 4. Лист сои, пораженный альтернариозом
Soya bean leaf affected by the blackspot

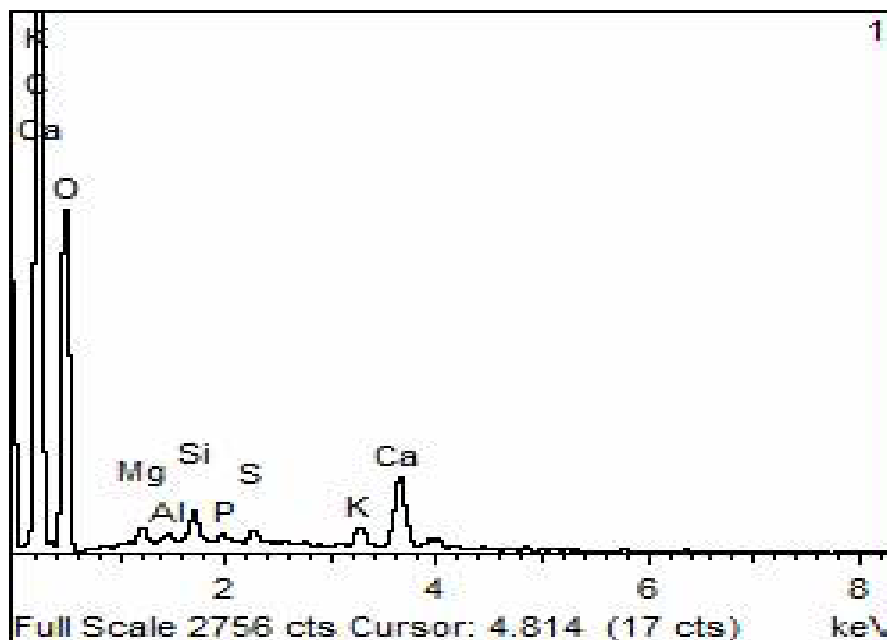


Рис. 5. Элементный состав площадки № 1 листа сои, пораженного альтернариозом: ось абсцисс – энергия рентгеновского излучения, кэВ; ось ординат – интенсивность рентгеновского излучения

Elements concentration in area 1 of the soyabean leaf affected by the blackspot:
x-axis - X-ray energy, kW; y-axis – X-ray intensity

Таблица 1

Элементный состав площадок листа сои, пораженного альтернариозом
Elements concentration in the areas of soyabean leaf affected by blackspot

Номер площадки	Содержание элементов, % от массы				
	магний	фосфор	сера	калий	кальций
1	0,27	0,14	0,2	0,4	1,64
2	0,38	0,16	0,13	0,53	1,74
3	0,92	0,14	0,14	0,63	1,87
4	1,03	-	0,13	0,75	6,61
5	0,97	0,14	0,1	0,66	4,3
6	0,76	0,22	-	0,68	2,38
7	0,84	0,15	0,12	0,62	3,55

Таблица 2

Количество элементов в листьях сои, пораженных болезнями
The number of elements in the soyabean leaves affected by diseases

Болезни листьев	Количество элементов, % от массы				
	магний	фосфор	сера	калий	кальций
Бактериальный ожог	0,69 ± 0,13	0,54 ± 0,21	0,18 ± 0,03	1,80 ± 0,43	1,60 ± 0,23
Аскохитоз	1,47 ± 0,22	0,18 ± 0,02	0,13 ± 0,01	0,93 ± 0,05	1,14 ± 0,14
Альтернариоз	0,74 ± 0,12	0,16 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,61 ± 0,05	3,16 ± 0,74

При самом низком содержании калия в листьях сои, пораженных альтернариозом (0,61 %), отмечен наиболее высокий уровень кальция (3,61 %). В зависимости от болезни изменение содержания калия (в 3 раза) и кальция (в 2 раза) указывает на отличия в метаболизме при поражении листьев разными инфекционными заболеваниями.

Содержание магния и фосфора также менялось в зависимости от болезни, например, изменение количества фосфора близко к трехкратному.

Отличие от других макроэлементов, содержание серы слабо менялось в зависимости от болезней.

Все изучаемые элементы участвуют в метаболизме растений, а калий, кальций и магний также и в формировании осмотического давления в вакуолях растительных клеток [11, 12]. Содержание калия, кальция, магния и фосфора при различных заболеваниях изменялось 2–3-кратно и, по-видимому, эти элементы можно использовать для изучения инфекционного процесса в растениях на тканевом и клеточном уровнях.

Необходимо отметить, что до 90 % объема растительной клетки составляет вакуоль,

которая играет основную функциональную роль в изменении элементного состава растительной клетки [13]. Более 90 % массы представленных в настоящей работе элементов составляют калий и кальций. По-видимому, обнаруженные изменения соотношений этих элементов под воздействием различных возбудителей болезней происходят в вакуоли.

ВЫВОДЫ

1. Содержание элементов в тканях листьев сои показало существенные отличия реакций растений на воздействие фитопатогенов (бактериальный ожог, аскохитоз, альтернариоз).

2. Выявлены изменения в содержании калия, кальция, магния и фосфора в тканях листьев сои при разных болезнях растений.

3. Содержание серы не отличается в листьях сои, зараженных бактериальным ожогом, аскохитозом и альтернариозом, которые, по-видимому, не затрагивают метаболизм серы.

4. РМА позволяет изучать инфекционный процесс через элементный состав тканей и клеток пораженных листьев растений, что расширяет и углубляет возможности исследований в фитопатологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухоруков А. А., Теплякова Т. В., Беккер З. Э. Исследование ловчих колец хищного гриба *Arthrobotrys oligosporus*, штамма Х1Х 4/27 методами РМА и СЭМ // Микроорганизмы в защите растений. – Кишнев: Штинца, 1985. – С. 63–68.
2. Коробейников А. С., Ашмарина Л. Ф. Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в ранней диагностике болезней кормовых культур // Молодой ученый. – 2015. – № 9 – С. 33–34.
3. Коробейников А. С., Ашмарина Л. Ф. Использование энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в защите растений // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 6. – С. 66–70.
4. Сухоруков А. А., Погорелов А. Г., Аллаhverдов Б. Л. РМА растительных объектов // Тез. Всесоюз. конф. по РМА. – Черногловка: ОИХФ АН СССР, 1979. – С. 112–115.
5. Сухоруков А. А. Использование РМА для изучения солеустойчивости пшеницы // Тез. докл. Всесоюз. симп. по устойчивости растений. – Л., 1981. – Т. 2. – С. 91–93.
6. Сухоруков А. А. Влияние засоления на распределение калия и натрия в тканях корня пшеницы // Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1980. – Вып. 1. – С. 82–86.
7. Сухоруков А. А. Элементный состав тканей растений овса и пшеницы на солонцах // Науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1983. – Вып. 20. – С. 53–57.
8. Кухарь М. А., Сухоруков А. А. Роль многолетних трав при освоении солонцов // Резервы лугопастбищного хозяйства Сибири и Дальнего Востока: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1983. – С. 85–94.
9. Михеев В. А. Функциональные особенности устьичной транспирации и пути ее регулирования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1983. – 20 с.
10. *Energy-Dispersive X-Ray Microanalysis of Elements' Content of Medicinal Plants Used Traditionally as Anticancer Cure* / S.I. Abdelwahab, N.M. Ain, A.B. Abdul, M.M. Elhassan, T.A. Tengku-Ibrahim // Research Journal of Biological Sciences. – 2009. – Vol. 4 (5). – P. 547–549.
11. Komsic-Buchmann K., Wöstehoff L., Becker B. The contractile vacuole as a key regulator of cellular water flow in *Chlamydomonas reinhardtii* // Eukaryotic Cell. – 2014. – Vol. 13 (11). – P. 21–1430. – URL: <https://doi.org/10.1128/EC.00163-14>.
12. *Regulatory Aspects of the Vacuolar CAT2 Arginine Transporter of S. lycopersicum: Role of Osmotic Pressure and Cations* / J. Cosco, T.M.R. Regina, M. Scalise, M Galluccio, C. Indiveri // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – Vol. 20 (4). – P. 906. – URL: <https://doi.org/10.3390/ijms20040906>.
13. *Ion micro-distribution in varying aged leaves in salt-treated cucumber seedlings* / Hai-Ping Hao, Hui Li, Chuang-Dao Jiang, Yu-Dan Tang, Lei Shi // Plant Physiology and Biochemistry. – 2018. – Vol. 129. – P. 71–76.

REFERENCES

1. Sukhorukov A.A., Teplyakova T.V., Bekker Z.E. *Mikroorganizmy v zashchiterastanii* (Microorganisms in plant protection), Kishenev, Shtinitza, 1985, pp. 63–68.
2. Korobeinikov A.S., Ashmarina L.F. *Molodoiuchenye*, 2015, No 9, pp. 33–34. (In Russ.)
3. Korobeinikov A.S., Ashmarina L.F. *Sib. vestnik s. – kh.nauki*, 2014, No 6, pp. 66–70. (In Russ.)
4. Sukhorukov A.A., Pogorelov A.G., Allakhverdov B.L. *Tezisys Vsesoyuznoikonferentsiipo RMA* (Abstracts of Papers of the All-Union Conference on the RMA), Chernogolovka, OIkhF AN SSSR, 1979, pp. 112–115. (In Russ.)

5. Sukhorukov A.A. *Tezisy doklady Vsesoyuznogo simpoziuma po ustoichivosti rastenii* (Theses of Papers of the All-Union symposium on plant resistance), Leningrad, 1981, Vol. 2, pp. 91–93. (In Russ.)
6. Sukhorukov A.A. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten*» (Scientific and Technical Bulletin), VASKhNIL, Sib. otd-nie, Novosibirsk, SO VASKhNIL, 1980, Issue 1, pp. 82–86.
7. Sukhorukov A.A. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten*» (Scientific and Technical Bulletin), VASKhNIL, Sib. otd-nie, Novosibirsk: SO VASKhNIL, 1983, Issue 20, pp. 53–57.
8. Kukhar' M.A., Sukhorukov A.A. *Rezervy lugopastbishchnog okhozyaistva Sibiri i Dal'nego Vostoka* (The reserves of the grassland economy of Siberia and the Far East), VASKhNIL, Sib. otd-nie, Novosibirsk, SO VASKhNIL, 1983, pp. 85–94.
9. Mikheev V.A. *Funktsional'nye osobennosti ust'ichnoi transpiratsii i putieeregulirovaniya* (Functional features of stomatal transpiration and ways of its regulation), Novosibirsk, 1983, 20 p.
10. Abdelwahab S.I., Ain N.M., Abdul A.B., Elhassan M.M., Tengku-Ibrahim T.A. Energy-Dispersive X-Ray Microanalysis of Elements' Content of Medicinal Plants Used Traditionally as Anticancer Cure, *Research Journal of Biological Sciences*, 2009, Vol. 4 (5), pp. 547–549.
11. Komsic-Buchmann K., Wöstehoff L., Becker B. The contractile vacuole as a key regulator of cellular water flow in *Chlamydomonas reinhardtii*, *Eukaryotic Cell*, 2014, Vol. 13 (11), pp. 1421–1430. <https://doi.org/10.1128/EC.00163-14>.
12. Cosco J., Regina T.M.R., Scalise M., Galluccio M., Indiveri C. Regulatory Aspects of the Vacuolar CAT2 Arginine Transporter of *S. lycopersicum*: Role of Osmotic Pressure and Cations, *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, Vol. 20 (4), 906 p. URL: <https://doi.org/10.3390/ijms20040906>.
13. Hao Hai-Ping, Li Hui, Jiang Chuang-Dao, Tang Yu-Dan, Shi Lei Ion micro-distribution in varying aged leaves in salt-treated cucumber seedlings, *Plant Physiology and Biochemistry*, 2018, Vol. 129, pp. 71–76.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОРТОВ ФАСОЛИ
ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ СИБИРСКОГО РЕГИОНА****О.Е. Якубенко**, аспирант**О.В. Паркина**, кандидат сельскохозяйственных наук
доцент**Д.А. Колупаев**, аспирант**З.В. Андреева**, доктор биологических наук доцентНовосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия

E-mail: o.e.yakubenko@yandex.ru

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, сорт, моделирование, модель сорта, параметры модели, отбор, урожайность, Западная Сибирь

Реферат. Разработка модели сорта, пригодного для конкретных почвенно-климатических условий, на сегодняшний день является актуальным направлением в селекции культурных растений. Сочетание ценных генотипов культуры, которое основывается на гибридизации, свободном опылении, мутагенезе, позволяет вывести новые перспективные образцы. Выделение параметров модели сорта дает возможность селекционеру эффективно и экономически выгодно создавать сорта культурных растений, имеющие оптимальные признаки и свойства, характерные для конкретной зоны возделывания. Но необходимо понимать, что даже при детальной проработке параметров нового сорта, основывающейся на конкретных результатах исследования, модель является гипотетической. В первую очередь селекционер ориентируется на образную модель, которая составлена на основе оценки селекционного материала и выбора прототипа сортообразца с учетом признаков и свойств идеальной модели сорта. В какой-то мере нивелировать отмеченную неизбежную субъективность призваны методики селекционного и генетического анализа для оценки селекционной ценности гибридных комбинаций. При составлении модели идеального сорта селекционер опирается на почвенно-климатические условия конкретного региона, основные хозяйственно-ценные признаки культуры, изучение результатов предыдущих исследований и применяет интуитивно-эмпирические критерии оценки селекционного материала. За период с 1997 г. по настоящее время на базе кафедры селекции, генетики и лесоводства изучено более 150 селекционных образцов разного эколого-географического происхождения, полученных на основе межсортной гибридизации. Образцы изучены по основным хозяйственно-ценным признакам: продолжительности вегетационного периода, характеру роста, наличию пергаментного слоя и волокна в шве. Проведена оценка изменчивости указанных признаков с установлением корреляционных связей и характера наследования отдельных признаков.

MODERN PRINCIPLES OF GARDEN BEAN VARIETIES MODELING IN SIBERIA**Yakubenko O.E.**, PhD-student**Parkina O.V.**, Candidate of Agriculture, Associate Professor**Kolupaev D.A.**, PhD-student**Andreeva Z.V.**, Doctor of Biological Sc., Associate Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: garden bean, variety, modelling, variety model, the parameters of the model, selection, crop yield, western Siberia.

Abstract. The development of a variety model suitable for specific soil and climatic conditions is currently an urgent matter in the plants selection. The combination of valuable genotypes of a plant, which is based on hybridization, free pollination, mutagenesis, allows researchers to derive new perspective samples. The selection of the variety model parameters enables the researchers to create cultivated plant varieties that have appropriate characteristics of a particular cultivation zone on an efficient basis. But it is necessary to understand that the model is hypothetical even in case of conducting detailed study of parameters of a new variety based on concrete results of research. First of all, the crop breeder is guided by the imaginary model, which is based on the evaluation of the breeding material and the selection of the variety sample prototype, taking into account the features and properties of the ideal variety model. To a certain extent, the methods of crop breeding and genetic analysis applied in order to assess the breeding value of hybrid combinations are designed to level the inevitable subjectivity noted. When compiling the model of the ideal variety the breeder uses the data on soil and climate conditions of a particular region, the main economic and valuable features of a crop, the results of other researchers and applies intuitive and empirical criteria for evaluating the breeding material. Since 1997 the Chair of Breeding, Genetics and Forestry explored more than 150 breeding samples of different ecological-geographical origin, obtained on the basis of intervarietal hybridization. The samples were studied according to the main economic and valuable features: growing season, growth character, presence of parchment layer and fibers in the seam. Variability of the mentioned features has been estimated by means of correlation links and character of inheritance of separate features.

Фасоль обыкновенная во всем мире является доминирующей зернобобовой продовольственной культурой. Включение фасоли в севооборот – шаг к экологизации земледелия за счет обогащения почвы естественным азотом. Культура характеризуется высоким полиморфизмом признаков и свойств [1]. Растения фасоли обыкновенной различаются по высоте, типу роста, форме и плотности куста, по уровню расположения бобов на стеблях, а также продолжительности периода вегетации.

С учетом экологии исходного материала построена ботаническая классификация фасоли. Установлено 30 экотипов. На территории Российской Федерации культивируются сорта фасоли обыкновенной в основном трех экотипов: северной лесной зоны, лесостепной зоны, степной зоны [2, 3].

Выделение параметров модели сорта дает возможность селекционеру эффективно и экономически выгодно создавать сорта культурных растений, имеющие оптимальные признаки и свойства, характерные для конкретной зоны возделывания.

Сорт как основа технологии возделывания любой культуры является результатом слож-

ного взаимодействия «генотип – среда», так как может реализовать потенциал по выходу продукции и свои технологические качества только в определенных почвенно-климатических условиях [4, 5]. При создании нового сорта и отборе лучших генотипов необходимо учитывать экологическую нишу, где выбранный генотип позволит получить качественный продукт с высокой урожайностью и проявлением экологической стабильности [6–8].

В последнее время приобретает актуальность изучение вопросов адаптивности и экологической пластичности сортов и форм с учетом зональных характеристик [9]. Создание пластичной эколого-генетической модели перспективного сорта фасоли обыкновенной позволит расширить ареал возделывания культуры.

При составлении модели перспективного сорта описываются важнейшие параметры культуры, дается оценка количественных и качественных признаков, изменяющихся под влиянием гидротермических условий [10, 11].

В разработке основных параметров оптимальной модели сорта фасоли овощного назначения в нашей работе использовались со-

рта, которые по своей продуктивности и качеству зелёных бобов имеют преимущество на основании многолетней оценки при возделывании в условиях Сибири, в ходе проведения которой изучено более 100 коллекционных образцов фасоли обыкновенной с кустовым типом роста.

Цель исследования – выделить генетические источники ценных признаков фасоли овощной, параметры которых в большей степени подходили бы для моделирования новых сортов культуры для условий Сибирского региона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На базе УПХ «Сад мичуринцев» Новосибирского ГАУ в 2015–2019 гг. проведен опыт по изучению хозяйственно-ценных признаков коллекционных образцов фасоли овощного направления.

Опытный участок расположен на склоне Приобского плато в дренированной лесостепи. Поле, окруженное лесозащитной полосой, разделено на делянки площадью 2,1 м². Норма высева фасоли овощной составляла 22 шт/м².

Климат Западной Сибири резко-континентальный. Весенний и осенний периоды отличаются неустойчивыми погодными условиями, часто наблюдаются возвратные заморозки. Средняя продолжительность безморозного периода – 117 суток (от 91 до 130). Средняя продолжительность солнечного сияния – 2151 ч. Вегетационный период варьирует от 150 (север Западной Сибири) до 163 суток (юг Западной Сибири).

Средняя годовая сумма осадков – 414 мм (от 290 до 540). До 70% осадков выпадает в виде проливных дождей, сопровождающихся грозой. Преобладающие ветры – юго-западные и южные. Для южных степных районов Западной Сибири характерна засушливость, что негативно сказывается на развитии сельского хозяйства.

Почва на опытном поле является серой лесной тяжелосуглинистой. Для данного

типа почвы характерно содержание гумуса около 4,5%, слабокислая реакция среды (рН 6,0–6,5). Обеспеченность по элементам: подвижным фосфором – повышенная (9,8–12,8 мг/100 г), подвижным калием – средняя (6,2–6,4 мг/100 г), а нитратным азотом – низкая (6–10 мг/кг).

В качестве объекта исследования были выбраны 17 сортов фасоли обыкновенной овощного направления использования (*Phaseolous vulgaris* L.) с кустовым типом роста разного эколого-географического происхождения.

Сорт-стандарт – Солнышко совместной селекции Новосибирского ГАУ и СибНИИРС. Сорт среднеспелый, обладающий детерминантным кустовым типом стебля, высота растения варьирует от 45 до 50 см. Техническая спелость у сорта наступает спустя 50–55 суток с момента появления полных всходов. Окраска цветков белая, размер средний. В технической спелости бобы слабоизогнутые, светло-желтой окраски, с округлым поперечным сечением, без волокна и пергаментного слоя, длина достигает 14 см, имеется длинный клювик. Высота прикрепления нижнего боба 11,3–11,8 см. Товарная урожайность бобов достигает 20,0 т/га. Образец отличается высокой степенью адаптации к сибирским условиям, обладает высоким качеством бобов и стабильной урожайностью зеленой лопатки и семян в условиях резко-континентального климата Западной Сибири.

При проведении фенологических наблюдений руководствовались Методическими указаниями по коллекции мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение (СПб., 2010).

Морфологическое описание растений проводили по Методическим указаниям по изучению образцов мировой коллекции фасоли (Л., 1987) дважды: в период массового цветения и технической спелости.

Массу бобов учитывали в фазу технической спелости, собирая с 10 фиксированных растений все сформированные бобы. Сборы

проводили 3 раза с начала созревания через каждые 7 суток. Подсчитывали также число и массу бобов.

Посевные качества семян определяли по ГОСТ 28.671–90: массу 1000 семян, энергию прорастания и всхожесть в лабораторных условиях (в песке на 4-е и 10-е сутки соответственно).

На момент посева в 2015–2016 гг. температура воздуха и почвы была оптимальной для получения дружных всходов фасоли обыкновенной, что позволяло прогнозировать высокий и качественный урожай зеленых бобов. Соотношение температуры и влажности в 2015–2016 гг. позволило достигнуть оптимальных условий при посеве, почва прогрелась до 12°C, что соответствует биологическому минимуму для прорастания семян культуры. В третьей декаде мая 2017 г. наблюдался дефицит влаги, что увеличило продолжительность периода «посев – всходы» на 5–7 суток.

Фенофаза «всходы – цветение» определяет длительность периода плодоношения бобов, которая зависит от теплообеспеченности года и генотипа сорта. В годы с оптимальным температурным режимом массовое цветение приходится на третью декаду июня – первую декаду июля.

В 2015–2017 гг. оптимальная температура воздуха (21°C) для этой фенофазы способствовала дружному цветению и плодоношению сортообразцов.

В 2018 г. наблюдается увеличение длительности периода цветения, что связано с недостаточной теплообеспеченностью года, в связи с этим период плодоношения сдвинулся на конец третьей декады июля. Из-за пониженной температуры и высокой влажности период плодоношения у фасоли овощной затянулся, и урожай зеленых бобов снизился.

В 2019 г. в фенофазу «всходы – цветение» наблюдается дефицит влаги, что сказалось на вегетативной массе растений фасоли обыкновенной и снизило урожай зеленых бобов.

Фенофаза «цветение – техническая спелость» важна при организации конвейера зеленых бобов в производственном отношении. Длительность периода технической спелости

зависит от агротехнических и гидротермических условий.

В 2015 и 2016 гг. гидротермический режим благоприятствовал активному плодоношению и раннему наступлению технической спелости сортов. Наблюдалась оптимальная температура для данного периода в пределах 20–23°C.

В августе 2019 г. среднемесячная температура составила 18,4 °C, что на 2,2 °C выше нормы, осадков выпало 33% от нормы, что способствовало быстрому переходу культуры в фазу биологической спелости.

В целом гидротермические условия в годы исследования характеризовались контрастностью: от оптимальных до избыточной увлажненности, что позволило объективно оценить изучаемые сорта.

Математическую обработку данных проводили при помощи программного обеспечения SNEDECOR по методике Б. А. Доспехова. При составлении модели перспективного сорта опирались на факторный анализ и разработку факторной модели согласно рекомендациям по эколого-генетическому планированию факторных опытов В. А. Драгавцева (1997), Ю. Н. Тюрина и А. А. Макарова (1993), В. Б. Яковлева (2005), М. Р. Мидлтона (2005), В. В. Глуховцева и др. (2006) на базе параметрического и непараметрического статистического анализа с использованием пакета прикладных программ STATISTICA [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведена оценка коллекционных образцов по основным хозяйственно-ценным признакам: числу бобов на растении, массе бобов с растения, массе 1 боба, урожайности зеленых бобов. Полученные данные представлены в табл. 1.

В селекционной работе при создании новых сортов возникает сложность совмещения в одном генотипе показателей высокой продуктивности и широкой экологической пластичности. Поэтому при разработке модели

Таблица 1

Межсортовая изменчивость основных элементов продуктивности сортов фасоли обыкновенной овощного направления

Intervarietal variability of the main productive elements of the garden beans

Сорт	Число бобов на растении, шт.	Масса бобов с 1 растения, г	Масса 1 боба, г	Урожайность, кг/м ²
Солнышко (стандарт)	26	125,7	4,6	2,3
Ника	27	150,2	4,9	2,5
Секунда	24	114,0	4,2	2,2
Дарина	20	128,8	6,4	2,3
Вероника	21	105,7	4,9	2,3
Rocquentant	16	111,8	5,1	2,1
Peak	15	65,2	5,8	1,6
Виола	21	134,4	5,8	2,6
Greta	21	167,8	3,9	3,0
Украинка	23	109,7	5,1	1,8
Золушка	18	107,6	5,3	2,4
Domsol	18	130,4	5,2	2,3
Перун	22	112,0	5,1	1,8
Украинка	22	104,4	4,8	1,8
Орбель желтая	26	138,0	4,4	2,4
Olhensia	23	141,6	4,8	2,5
Sunray	22	129,4	5,5	2,3
НСР ₀₅				0,1

перспективного сорта важно учитывать природно-климатические зоны возделывания.

Большой интерес для создания модели сорта представляют раннеспелые и среднеспелые образцы: Ника, Дарина, Секунда, Орбель желтая, Greta, Золушка, Olhensia. Эти сорта отличаются скороспелостью, высокой урожайностью, технологичностью выращивания, отличным качеством зеленых бобов.

Для выращивания фасоли в производственных масштабах необходимо учитывать не только высокую продуктивность образцов, но также скороспелость и технологические качества культуры. При подборе сортообразцов, пригодных для механизированной уборки, производители отдают предпочтение сортам с небольшим количеством ветвей, отходящих от главного стебля под острым углом, и высотой прикрепления нижнего боба выше 12 см. Данному критерию соответствуют сорта Солнышко, Виола, Дарина.

При оценке сортов по урожайности и устойчивости к неблагоприятным гидро-термическим условиям необходимо отдавать предпочтение образцам с оптимально сбалан-

сированным развитием всех хозяйственно-ценных признаков.

С учетом результатов изучения коллекции фасоли обыкновенной по морфобиологическим признакам и показателей корреляционного анализа нами определены параметры модели перспективного сорта фасоли обыкновенной для Западной Сибири. В качестве генетических источников рекомендуются сортообразцы, выделенные в результате изучения коллекции по основным хозяйственно-ценным признакам. При реализации модели нового сорта предусматривается повышение общей урожайности, сокращение вегетационного периода, формирование компактного типа куста, улучшение биохимического состава бобов и семян. Параметры модели перспективных сортов фасоли обыкновенной и источники индивидуальных характеристик представлены в табл. 2. В селекции фасоли овощной следует ориентироваться на разработанные нами параметры модели сорта.

Таблица 2

Параметры модели перспективных сортов фасоли обыкновенной и источники индивидуальных характеристик

The model parameters of perspective garden bean varieties and sources of individual characteristics

Характеристики	Параметры	Генетические источники
Форма боба	Округлая, продолговато-округлая	Rocquentcant, Ника, Солнышко, Дарина
Окраска бобов	Зеленая	Ника, Дарина
Высота прикрепления нижнего боба, см	14	Дарина, Greta
Длина боба	12	Rocquentcant, Sunray, Ника, Дарина
Угол отклонения боковых ветвей от центральной оси растения, град.	10–12	Ника, Солнышко, Загадка, Greta
Количество бобов с растения, шт.	> 25	Ника, Солнышко, Дарина
Масса 1 боба, г	4,5–6,0	Ника, Дарина, Украинка
Массовая доля сухого вещества, %	> 9	Ника
Массовая доля белка, %	> 6,5	Ника
Массовая доля сырого протеина, %	> 1,2	Ника, Солнышко
Масса 1000 семян, г	300–400	Солнышко, Ника, Махі
Средняя урожайность бобов, т/га	20–25	Солнышко, Ника, Махі, Дарина
Тип роста и форма куста	Детерминантный, компактный	Солнышко, Ника, Дарина
Вегетационный период, сутки	45–50	Ника, Дарина, Секунда

ВЫВОДЫ

1. Условия Западной Сибири по гидро-термическому режиму в целом соответствуют биологическим требованиям фасоли обыкновенной, продуктивность сортов зависит от гидро-термических условий конкретного года.

2. Изучен селекционный материал по степени адаптивности к условиям выращивания и определены основные параметры эколого-

генетической модели сорта фасоли обыкновенной овощного направления для возделывания в условиях Западной Сибири.

3. Для повышения эффективности селекционного процесса фасоли овощной в условиях Сибирского региона рекомендовано использовать в качестве источников хозяйственно-ценных признаков образцы Солнышко, Ника, Дарина, Секунда, Махі, Rocquentcant, Sunray, Greta.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вишнякова М.А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства (обзор) // С.-х. биология. – 2008. – № 3. – С. 3–23.
2. Якубенко О.Е., Паркина О.В. Выраженность и изменчивость хозяйственно-ценных признаков фасоли обыкновенной в зависимости от генотипа и условий выращивания // Молодежь и наука XXI века: материалы междунар. науч. конф. / Ульян. гос. аграр. ун-т им. П.А. Столыпина. – Ульяновск, 2017. – С. 136–140.
3. Якубенко О.Е., Паркина О.В. Перспективные генотипы фасоли овощной // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосиб. гос. аграр. ун-та. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2018. – С. 56–59.
4. Inheritance of resistance to common bacterial blight in four selected common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes/ M.E. Alladassi, S. Nkaludo, C. Mukankusi [et al.] // Journal of Plant Breeding and Crop Science. – 2017. – N 9 (6). – P. 71–78. – DOI: 10.5897/JPCS2017.0644.
5. Allen F.L., Comstock R.E., Rasmusson D.C. Optimal environments for yield testing // Crop. Sci. – 1978. – Vol. 18, N 5. – P. 747–751.

6. Belarmino D. Inheritance of resistance to common bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) disease and yield of common bean // Master thesis. – Makerere University. – 2015. – Vol. 10, N 2. – P. 574–578.
7. A whole genome DArTseq and SNP analysis for genetic diversity assessment in durum wheat from central fertile crescent / F.S. Baloch, A. Alsaleh, M. Q. Shahid [et al.] // PLoS one. – 2017. – Vol. 12 (1). – P. 875–879. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167821> PMID: 28099442
8. Beans as a Model for Understanding Crop Evolution / E. Bitocchi, D. Rau, E. Bellucci [et al.] // Front Plant Sci. – 2017. – Vol. 8. – P. 1063–1066. – URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00722> PMID: 28533789
9. Inheritance of resistance to common bacteria blight in four selected common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes / M. E. Boris, T. Stanley, C. Mukankusi [et al.] // Journal of Plant Breeding and Crop Science. – 2017. – Vol. 6. – P. 473–476.
10. A *Phaseolus vulgaris* diversity panel for Andean bean improvement / K.A. Cichy, T. Porch, J.S. Beaver [et al.] // Crop Sci. – 2015. – Vol. 10. – P. 2149–2160. – DOI:10.2135/crop-sci2014.09.0653.
11. Characterization of genetic diversity in Turkish common bean gene pool using phenotypic and whole-genome DArTseq-generated silicoDArT marker information/ M.A. Nadeem, E.C. Hab-yarimana, M.A. Nawaz [et al.] // PLoS one. – 2018. – Vol. 13 (10). – P. 953–967, e0205363. – URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205363>
12. The potential of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) as a vehicle for iron biofortification / N. Petry, E. Boy, J.P. Wirth, R.F. Hurrell [et al.] // Nutrients. – 2015. – Vol. 7 (2). – P. 1144–1173. – URL: <https://doi.org/10.3390/nu7021144> PMID: 25679229

REFERENCES

1. Vishnyakova M.A. S. – *kh. biologiya*, 2008, No 3, pp. 3–23. (In Russ.)
2. Yakubenko O.E., Parkina O. V. *Molodezh' i nauka XXI veka* (Youth and Science), Proceedings of International Conference, Ul'yanovsk, 2017, pp. 136–140. (In Russ.)
3. Yakubenko O.E. Parkina O.V. *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa* (Actual problems of the agro-industrial complex), Proceedings of Science and practice Conference, Novosibirsk, ITs NGAU Zolotoi kolos, 2018, pp. 56–59. (In Russ.)
4. Alladassi M.E., Nkaludo S., Mukankusi C., Mwale E., Gibson P., Edema R., Urrea C., Kelly J., Rubaihayo P. Inheritance of resistance to common bacterial blight in four selected common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes, *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2017, No 9 (6), pp. 71–78, DOI: 10.5897/JPBCS2017.0644.
5. Allen F.L., Comstock R.E., Rasmusson D.C. Optimal environments for yield testing, *Crop. Sci.*, 1978, Vol. 18, No 5, pp. 747–751
6. Belarmino D. Inheritance of resistance to common bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) disease and yield of common bean, *Master thesis*, Makerere University, 2015, Vol. 10, No2, pp.574–578
7. Baloch F.S., Alsaleh A., Shahid M.Q. A whole genome DArTseq and SNP analysis for genetic diversity assessment in durum wheat from central fertile crescent, *PloS one*, 2017, Vol. 12, No 1, pp. 875–879, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167821> PMID: 28099442
8. Bitocchi E., Rau D., Bellucci E., Rodriguez M., Murgia M.L., Gioia T. Beans (*Phaseolus* spp.) as a Model for Understanding Crop Evolution, *Front Plant Sci*, 2017, Vol. 8, pp. 1063–1066, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00722> PMID: 28533789
9. Boris M.E., Stanley T., Mukankusi C., Eric S., Gibson P., Edema R., Urrea A., Kelly J.D., Rubaihayo P.R. Inheritance of resistance to common bacteria blight in four selected common

-
- bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes, *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2017, Vol. 6., pp. 473–476
10. Cichy K.A., Porch T., Beaver J.S., Cregan P.B., Fourie D., Glahn R., Grusak M., Kamfwa K., Katuuramu D., McClean P., Mndolwa E., Nchimbi-Msolla S., Pastor-Corrales M.A., Miklas P.N. A *Phaseolus vulgaris* diversity panel for Andean bean improvement, *Crop Sci.*, 2015, pp. 2149–2160, doi:10.2135/cropsci2014.09.0653.
11. Nadeem M.A., Habyarimana E.C., Nawaz M.A. Characterization of genetic diversity in Turkish common bean gene pool using phenotypic and whole-genome DArTseq-generated silicoDArT marker information, *PLoS one*, 2018, Vol. 13, No 10, pp. 953–967, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205363>
12. Petry N., Boy E., Wirth J.P., Hurrell R.F. The potential of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) as a vehicle for iron biofortification, *Nutrients*, 2015, Vol 7, No 2, pp. 1144–1173 <https://doi.org/10.3390/nu7021144> PMID: 25679229

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.3.082:575.17

DOI:10.31677/2072-6724-2019-53-4-23-31

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА КОЛИЧЕСТВО ФРАГМЕНТОВ ХРОМОСОМ В КЛЕТКАХ ПОТОМСТВА

¹В.А. Андреева, аспирант

²Венронг Ли, доктор наук

²Мингжун Лью, доктор наук

¹Р.Т. Саурбаева, аспирант

¹Т.В. Коновалова, старший преподаватель

¹Е.А.Климанова, аспирант

¹О.И. Себежко, кандидат биологических наук

¹А.В. Назаренко, аспирант

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²Синьцзянская академия наук животноводства, Урумчи, Китай

E-mail: vet-gen-dep@nsau.edu.ru

Ключевые слова: фрагменты хромосом, романовская порода овец, генотип баранов

Реферат. Изложены результаты исследования соматической хромосомной нестабильности, включающие количество фрагментов хромосом в клетках крови потомков, полученных от баранов-производителей романовской породы. Исследования проведены в ОАО «Ваганово» Промышленновского района Кемеровской области на популяции овец романовской породы. Подготовка проб проводилась по методу П. Мурхед, а их окрашивание – по Романовскому-Гимзе. Изучено 2580 метафазных пластинок крови баранчиков. В зоне их разведения была тщательно проанализирована экологическая обстановка. Исследования почвы, кормов, органов и тканей у сельскохозяйственных животных разных видов подтверждают, что на территории Западной Сибири отсутствуют загрязнения тяжелыми металлами в пределах санитарно-защитных зон. Установлены определенные закономерности наследственной обусловленности соматической хромосомной нестабильности у овец романовской породы. Определено влияние генотипа баранов-производителей на количество фрагментов хромосом в клетках крови потомства. В потомстве разных отцов выявлены различия по фенотипической изменчивости. Показано, что у сыновей некоторых отцов количество фрагментов хромосом оказалось в 3,2 раза выше, чем у потомков других производителей. В связи с отсутствием сведений о соматической хромосомной нестабильности, а именно, числе фрагментов хромосом в клетках овец романовской породы в условиях Сибири, полученные данные можно предварительно принять в качестве физиологической нормы, а также использовать для характеристики интерьера животных.

THE IMPACT OF THE STUD RAMS' GENOTYPE ON THE NUMBER OF CHROMOSOMES IN THE OFFSPRINGS' CELLS

¹Andreeva V.A., PhD-student

²Wenrong Li, Doctor of Sc.

²Mingjun Liu, Doctor of Sc.

¹Saurbaeva R.T., PhD-student

¹Konovalova T.V., Senior Teacher

¹Klimanova E.A., PhD-student

¹Sebezhko O.I., Candidate of Biology

¹Nazarenko A.V., PhD-student

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Xinjiang Academy of Animal Sciences, Urumchi, China

Key words: fragments of chromosomes, Romanov sheep, ram genotype.

Abstract. The paper demonstrates the research results on somatic chromosomal instability that includes the number of chromosomal fragments in the blood cells of the ram descendants, obtained from Romanov servicing rams. The research was carried out on the populations of Romanov sheep at OAO "Vaganovo" in Promyshlennovsky district of the Kemerovo region. The samples were prepared by means of the P. Murkhed method and stained using the Romanovsky-Gimza method. 2580 metaphase blood plates of lambs were studied. The authors analyzed the environmental situation in the breeding area. Studies of soil, fodder, organs and tissues of the animals of different species confirm that there are no heavy metal pollution within the sanitary protection zones in Western Siberia. The authors found out the hereditary regularities of somatic chromosomal instability in the Romanov sheep. The researchers identified the impact of servicing rams genotype on the quantity of fragments of chromosomes in the blood cells of the offspring. The differences in phenotypic variability were revealed in the offspring of different ram-males. The paper shows that the number of chromosome fragments in the sons of some fathers was 3.2 times higher than in the descendants of other servicing rams. Due to the lack of the data on somatic chromosomal instability, the number of chromosomal fragments in the cells of Romanov sheep in Siberia, the data obtained can be accepted as a physiological standard, as well as used to characterize animal interior.

В последние годы интенсивно изучается генофонд и фенофонд пород сельскохозяйственных животных разных видов с учетом климато-географических условий [1–3]. При этом особое внимание обращается на производство экологически безопасной продукции. Для этого ведется мониторинг воды, почвы, кормов, органов и тканей животных на содержание макро- и микроэлементов [4–7].

Хромосомная нестабильность, или неспецифические хромосомные изменения кариотипа, – это нарушения, которые присутствуют в небольшой части клеток организма. Неспецифические хромосомные aberrации, возникающие в митозе или мейозе, выражаются в появлении анеуплоидов, разрывов,

ди- и трицентрических хромосом и других аномалий [8–11].

По мнению Н.П. Дубинина, неспецифические хромосомные aberrации являются следствием нарушения в системах репарации или репликации хромосом [12]. Угнетение иммунитета и иммунные конфликты могут приводить к увеличению в организме числа клеток с цитогенетическими нарушениями.

У животных черно-пестрой, симментальской, холмогорской, швицкой, красной степной и других пород частота клеток со структурными aberrациями составляет 0,58–0,81 % [13, 14]. Структурные мутации у крупного рогатого скота встречаются с частотой 0,4 %, геномные мутации – 9,01 % [13, 15].

В литературе описаны случаи наличия связи целого ряда патологических состояний у животных с повышением частот соматической хромосомной нестабильности [16]. С.Г. Куликова сообщает, что перестройки хроматидного типа, такие как одиночные фрагменты, составляют более 50% аберраций [1]. По данным М.Л. Кочневой, у телят из чистой зоны и зоны химического загрязнения количество фрагментов хромосом в клетках крови составило $0,76 \pm 0,21$ и $1,67 \pm 0,37$ соответственно [4, 17].

А. Герцог опубликовал результаты многолетних исследований телят с различными врожденными пороками развития. Для телят с врожденной атаксией характерны разрывы и фрагментация хромосом. Выраженную ассоциативность расположения хромосом и мозаицизм по центрическим слияниям хромосом наблюдали у бычков черно-пестрой породы с врожденной деформацией передних конечностей [15].

Иногда у животного с высокой частотой аберрантных клеток рождается потомок с той же особенностью. М.В. Lioi и др. [18] описал корову фризской породы с 8% аберрантных клеток (в контроле 3%), у которой родился теленок с врожденным уродством передних конечностей и с 25% аберрантных клеток в кариотипе (разрывы хроматид и хромосом, центрические слияния, хромосомные фрагменты и делеции). По мнению авторов, здесь имела место наследственная передача хромосомной нестабильности.

В литературе отсутствуют сведения о соматической хромосомной нестабильности у овец романовской породы [19]. В настоящее время проводится комплексное изучение генофонда и фенофонда популяции овец этой и других пород сельскохозяйственных животных Западной Сибири [20–22].

Цель исследований – определить влияние генотипа баранов-производителей романовской породы на количество фрагментов хромосом в клетках потомков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на популяции овец романовской породы, разводимой в ОАО «Ваганово» Кемеровской области. Пробы крови взяты натошак в вакуумные пробирки из яремной вены у 30 баранчиков, которые являлись потомками трех баранов-производителей. Исследовано 2580 метафазных пластинок по методу П. Мурхед [23].

Исследования почвы, кормов, органов и тканей у сельскохозяйственных животных разных видов свидетельствуют о том, что на территории Западной Сибири за пределами санитарно-защитных зон отсутствуют загрязнения тяжелыми металлами [24–27].

Данные исследований обработаны в программах Microsoft Office Excel и Statistica 8. Для оценки нормальности распределения фрагментов хромосом в клетках был использован критерий Шапиро-Уилка.

С помощью критерия Краскела-Уоллиса [28] вычислялась факториальная изменчивость по формуле

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum_{i=1}^C \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1),$$

где C – количество градаций;

n – количество проб i -й градации;

$N = \sum_{ni}$ – общее количество вариантов в трех градациях;

R_i – сумма рангов в i -й градации.

По причине ненормального распределения мы использовали метод S.P. Nozo [29], который основан на включении в формулу таких показателей, как a , m , b , n . В то же время W. Xiang и др. предложили формулу, в которую включены параметры q_1 , m , q_3 , n – третий сценарий [30]:

$$\bar{x} \approx \frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2n + b}{4n},$$

$$S^2 \approx \frac{1}{n-1} \left(a^2 + m^2 + b^2 + \left(\frac{n-3}{2} \right) \frac{(a+m)^2 + (m+b)^2}{4} - n \left(\frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2m + b}{4n} \right)^2 \right),$$

где $\bar{x}$ – средняя арифметическая;
 σ^2 – дисперсия; n – величина выборки;
 a – минимальная величина признака;
 b – максимальная величина признака;
 m – медиана.

Был рассчитан также межквартильный размах (IQR).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Хромосомная нестабильность кариотипа свойственна в той или иной мере практически всем особям в популяции и служит одним из показателей оценки естественной мутабельности хромосом. Образование хромосомной нестабильности в клетках обусловлено связью с нарушением работы одного или нескольких ферментов, ответственных за поддержание структурной целостности генома.

При изучении закономерностей наследственной обусловленности соматической хромосомной нестабильности у овец романовской породы установлено влияние генотипа баранов-производителей на количество фрагментов хромосом в клетках крови потомства (табл. 1). Показано, что у произво-

Таблица 1

Количество фрагментов хромосом в клетках потомков некоторых баранов-производителей
The differences on phenotypical variability. The number of the fragments of chromosome in the cells of some servicing rams' offspring

Номер отца	Количество		Me	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
	метафаз	фрагментов		
418	1191	32	2,5	2,69±0,47
40	600	7	1	1,17±0,44
74	789	10	1	1,01±0,36
Всего	2580	49	1,5	1,90±0,27

дителя № 418 количество фрагментов хромосом было в 2,7 и 2,3 раза выше, чем у других. Установлено также среднее популяционное значение числа фрагментов хромосом в клетках крови потомства трех разных отцов (табл. 2). Распределение отцов по количеству фрагментов в клетках сыновей происходило в соотношении: 1: 1,2: 2,7. Выявлены различия по фенотипической изменчивости.

Таблица 2

Изменчивость количества фрагментов хромосом в клетках баранчиков
Variability of some chromosome fragments in the rams' cells

Номер отца	σ	Q1	Q3	IQR	lim
418	2,620	1	5,17	4,17	0–8
40	0,548	1	2,00	1,00	0–2
74	1,210	1	2,17	1,17	0–4

Наиболее консолидировано по количеству фрагментов хромосом в клетках потомство барана-производителя № 40. Полученные данные свидетельствуют о влиянии наследственности на соматическую хромосомную нестабильность.

Дендрограмма сходства количества фрагментов хромосом показывает, что потомки производителей 40 и 74 образуют отдельный кластер (рис. 1).

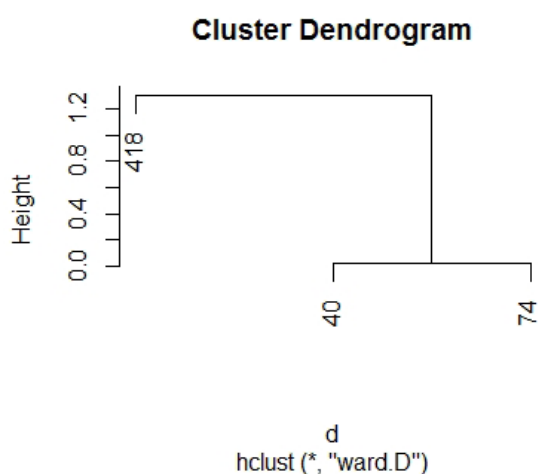


Рис. 1. Дендрограмма сходства количества фрагментов хромосом в клетках потомства баранов-производителей

Dendrogram of similarities among the chromosome fragments in the cells of servicing rams' offspring

На гистограмме (рис. 2) видно, что наибольшее число животных имеет один хромосомный фрагмент. Около 8% баранов имеют большое количество фрагментов (7–8), что, видимо, свидетельствует о нарушении хромосомного гомеостаза.

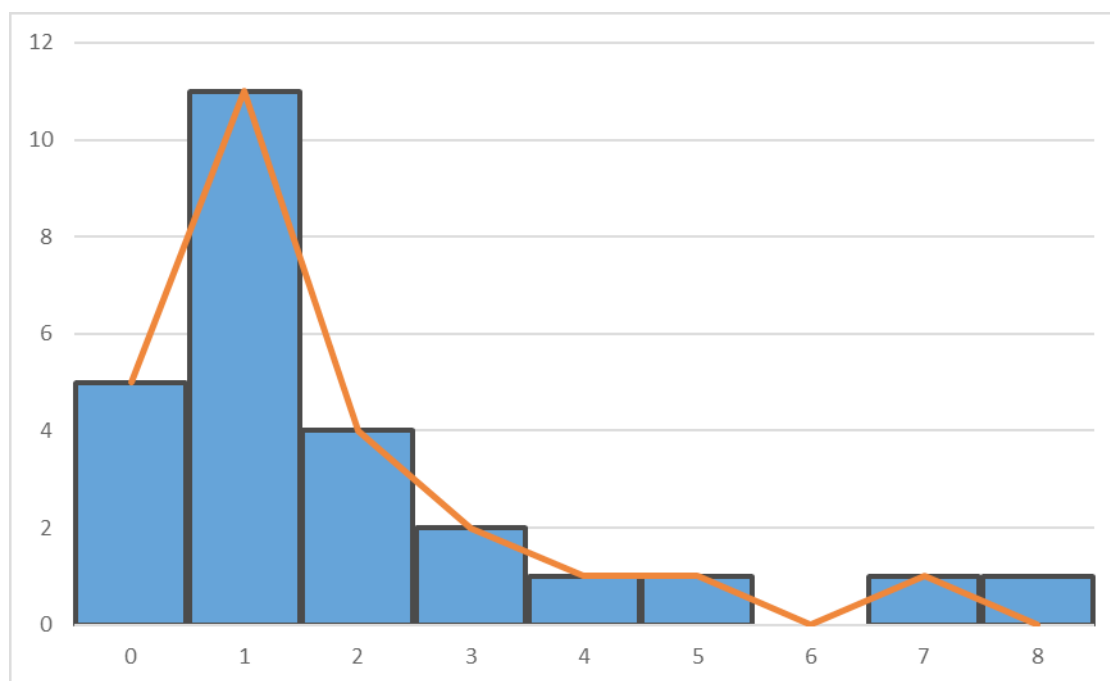


Рис. 2. Гистограмма и полигон распределения баранов по количеству фрагментов хромосом
Histogram and area of rams division according to the number of chromosome fragments

ВЫВОДЫ

1. Количество фрагментов хромосом в клетках крови сыновей разных отцов значительно отличалось. Данные о дифференциации баранов-производителей по количеству фрагментов хромосом в клетках потомства указывают на определенную роль наслед-

ственных факторов в соматической хромосомной нестабильности.

2. Данные о количестве фрагментов хромосом в клетках можно принять за цитогенетическую норму и следует использовать в качестве интерьерного показателя для баранчиков романовской породы в условиях Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Экологическое* нормирование хромосомной нестабильности у сельскохозяйственных животных / С.Г. Куликова, М.Л. Кочнева, В.Л. Петухов [и др.] // Проблемы адаптации сельскохозяйственных животных в Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1995. – С. 110.
2. *Агрохимическая* характеристика пашни экологически благополучной территории Кемеровской области / Н.И. Шишин, Е.В. Фихман, А.В. Назаренко [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СФНЦ РАН, НГАУ. – 2017. – Т. 1. – С. 491–495.
3. *Генофонд* и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В.Л. Петухов, В.Н. Тихонов, А.И. Желтиков [и др.]. – Новосибирск: Прометей, 2012. – 579 с.
4. Kochneva M. L., Osipova N. A., Petukhov V. L. The Ecological Regulation of Chromosomal Instability in Pigs of West Siberia // 10th North American Colloquium on Gene Mapping and Cytogenetics in Human and Domestic Species. – Apalachicola, USA, 1997. – P. 38–39.
5. *Interspecies* differences in Zn content in liver of animals of the Siberian region / T. V. Konovalova, K. N. Narozhnykh, A. V. Nazarenko [et al.] // 33 Joint annual meeting of the German

- society for minerals and trace elements (GMS) with Zinc-UK conference. – Germany, Aachen. – 2017. – P. 39.
6. *Химический состав кормов в экологически чистом районе Кемеровской области / Ю. И. Федяев, Е. В. Фихман, А. В. Назаренко [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СФНЦ РАН, НГАУ. – 2017. – Т. 1. – С. 486–488.*
7. *Межвидовые различия по концентрации тяжелых металлов в производных кожи / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, И. С. Миллер, М. В. Стрижкова, О. А. Зайко, А. В. Назаренко // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–10. – С. 2158–2163.*
8. *Lutteldike E. T., Young L. D. Effect of sire and dam breed on copper status of fat lambs // J. Anim. Sci. – 1993. – Vol. 71. – P. 774–778.*
9. *Correlations of some biochemical and hematological parameters with polymorphism in α S1-casein and β -lactoglobulin genes in Romanov sheep breed / T. V. Konovalova, O. S. Sebezhko, L. Wenrong [et al.] // Proceeding International Symposium on Animal Science. 22nd-23rd November 2018 (ISAG). 22 University of Belgrade. – Zenum, Belgrade, 2018. – P. 47.*
10. *Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et al.] // Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, Canada, August 17–22. – Publishing office: Pro-mega, 2014.*
11. *Саурбаева Р. Т., Андреева В. А., Пиотровская Д. В. Содержание меди в шерсти потомков некоторых баранов-производителей романовской породы // Теория и практика современной аграрной науки: сб. II Нац. науч. конф. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 349–351.*
12. *Дубинин Н. П., Пашин Ю. В. Мутагенез и окружающая среда. – М.: Наука, 1978. – 128 с.*
13. *Puls R. Mineral levels in animal health diagnostic data. – Canada: Trinity Western University Press, 1988. – P. 153.*
14. *Полиморфизм белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы / Е. В. Камалдинов, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов [и др.] // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2010. – № 4. – С. 49–51.*
15. *Herzog A., Hoehn A. Two additional cases of autosomal trisomy, 61, XY, +12 and 61, XX, +12, in cattle // Cytogenetics and cell genetics. – 1991. – P. 211–213.*
16. *Осипова Н. А. Анализ хромосомной нестабильности у поросят с врожденными аномалиями и без фенотипических отклонений // Материалы XXXV Междунар. науч. студ. конф (доп. материалы) / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск. – 1997. – С. 4.*
17. *Mazun S. R., Petukhov V. L., Shipilin N. N. Chromosome mutations in cattle: consequence of the Tomsk Siberian chemical plant (SCP) accident // Book of Abstracts of the 50th Annual Meeting of the EAAP. Zurich, Switzerland. – Publisher office: Wageningen pers, 1999. – Vol. 5. – P. 71.*
18. *Lioi M. B., Scarfi M. R., Berardino D. Di. An autosomal trisomy in cattle // BMC Genetic Selection Evolution. – 2005. – Vol. 27. – P. 473–476.*
19. *The Romanov breed sheep in Siberia / O. S. Sebezhko, E. V. Kamaldinov, Y. I. Fedyaev [et al.] // The 2nd World Conference on Sheep. Genetic diversity and conservation. – Nanjing, China, October 15–18. Publisher office: The International Society of Zoological Sciences. – 2018. – P. 11–12.*
20. *Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, Y. I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44 (2). – P. 217–220.*

21. *Copper* content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia / T. V. Konovalova, K. N. Narozhnykh, V. L. Petukhov, Y. I. Fedyaev [et al.] // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. – Vol. 44. – P. 74.
22. *Direct* determination of cooper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T. V. Skiba, A. R. Tsygankova, N. S. Borisova [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9 (6). – P. 958–964.
23. *Chromosome* preparations of leukocytes cultured from human peripheral blood / P. S. Moorhead, P. C. Nowell, W. I. Mellman [et al.] // Exp. Cell. Res. – 1960. – Vol. 20. – P. 613–615.
24. Сысо А. И. Тяжелые металлы в окружающей среде: масштабы и степень угрозы растениям, животным и человеку // Тяжелые металлы в окружающей среде. – Новосибирск: Новосиб. ГАУ, 2017. – Вып. 2. – С. 224–241.
25. *Ecological* and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A. I. Syso, V. A. Sokolov, V. L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. And Res. – 2017. – Vol. 9 (4). – P. 368–374.
26. *Cadmium* accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, V. L. Petukhov [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2016. – Vol. 7, Iss. 4. – P. 1758–1764.
27. *Comparative* assessment of radioactive strontium contents in the feedstuffs and dairy products of Western Siberia / O. I. Sebezhko, V. L. Petukhov, V. A. Sokolov [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44 (3). – P. 662–666.
28. Kruskal W. H., Wallis W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis // Journal of American Statistical Association. – 1952. – Vol. 47, N 260. – P. 583–621.
29. Hozo S. P., Djulbegovic B., Hozo I. Estimation the mean and variance from the median, range and the size of a sample [Электрон. ресурс] // BMC Medical Research Methodology. – 2005. – Vol. 5 (1). – P. 13. – Режим доступа: <https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2288-5-13>. – Загл. с экрана.
30. *Estimating* the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range / W. Xiang, W. Wenqian, L. Jiming, T. Tiejun // BMC Medical Research Methodology. – 2014. – Vol. 14. – P. 135.

REFERENCES

1. Kulikova S. G., Kochneva M. L., Petukhov V. L. *Problemy adaptatsii sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh v Sibiri*, RASKhN Sib. otd-nie, Novosibirsk, 1995, 110 p.
2. Shishin N. I., Shabanov A. S., Fedyaev Y. I., Sebeahko O. I., Saurbaeva R. T., Fikhman E. V., Nazarenko A. V., *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii, Sb. nauch. dokl. XX Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.*, Novosibirsk, SFNTs RAN, NGAU, 2017, Vol. 1, pp. 491–495. (In Russ.)
3. Petukhov V. L., Tikhonov V. N., Zheltikov A. I., *Prometei*, Novosibirsk, 2012, 579 p.
4. Kochneva M. L., Osipova N. A., Petukhov V. L., *10th North American Colloquium on Gene Mapping and Cytogenetics in Human and Domestic Species*, Apalachicola, USA, 1997, pp. 38–39.
5. Konovalova T. V., Narozhnykh K. N., Fedyaev Y. I., Sebezhko O. I., Shishin N. I., Petukhov V. L., Kamaldinov E. V., Zheltikov A. I., Osadchuk L. V., Marenkov V. G., Afonina I. A., Dementev V. N., Nazarenko A. V., *33 Joint annual meeting of the German society for minerals and trace elements (GMS) with Zinc-UK conference*, Germany, Aachen, 2017, 39 p.
6. Fedyaev Y. I., Fikhman E. V., Shishin N. I., Sebeahko O. I., Nazarenko A. V., Mazurina E. P., *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii*,

- Belarusi i Bolgarii, Sb. nauch. dokl. XX Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.*, Novosibirsk, SFNTs RAN, NGAU, vol. 1, 2017, pp. 486–488. (In Russ.)
7. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Miller I. S., Strizhkova M. V., Zaiko O. A., Nazarenko A. V., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2 (10), pp. 2158–2163. (In Russ.)
 8. Lutteldike E. T., Young L. D., *J. Anim.Sci*, 1993, Vol. 71, pp. 774–778.
 9. Konovalova T. V., Sebezhko O. S., Liu W., Liu M., Saurbaeva R. T., Korotkevich O. S., Narozhnykh K. N., Nazarenko A. V., Kamaldinov E. V., Andreeva V. A., Petukhov V. L., Popovski Z. T., *Proceeding International Symposium on Animal Science*, 22nd-23rd November 2018 (ISAG), 22 University of Belgrade, Zenum, Belgrade, 2018, 47 p.
 10. Korotkevich O. S., Lyukhanov M. P., Petukhov V. L. *Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia* Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, Canada, August 17–22, Publishing office: Promega, 2014.
 11. Saurbaeva R. T., Andreeva V. A., Piotrovskaya D. V. *Teoriya i praktika sovremennoi agrarnoi nauki, sb. II Natsional'noi nauch. konf*, Novosibirsk, ITs NGAU Zolotoi kolos, 2019, pp. 349–351. (In Russ.)
 12. Dubinin N. P., PashinYu. V. *Mutagenez i okruzhayushchaya sreda*, M., Nauka, 1978, 128 p. (In Russ.)
 13. Puls R., *Trinity Western University Press, Canada*, 1988, 153 p.
 14. Kamaldinov E. V., Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Zheltikov A. I., Fridcher A. A., *Dokl. Ros. akad. s. – kh. nauk*, 2010, No. 4, pp. 49–51. (In Russ.)
 15. Herzog A., Hoehn A., *Cytogenetics and cell genetics*, 1991, pp. 211–213.
 16. Osipova N. A., *Materialy XXXV Mezhd. nauch. studen. konf: (dopolnit. mater.)*, Novosib. gos. unt., Novosibirsk, 1997, 4 p. (In Russ.)
 17. Mazun S. R., Petukhov V. L., Shipilin N. N., *Book of Abstracts of the 50th Annual Meeting of the EAAP*, Zurich, Switzerland, Publisher office, Wageningen pers, 1999, Vol. 5, 71 p.
 18. Lioi M. B., Scarfi M. R., Berardino D. Di., *BMC Genetic Selection Evolution*, 2005, Vol. 27, pp. 473–476.
 19. Sebezhko O. S., Kamaldinov E. V., Fedyaev Y. I., *The 2nd World Conference on Sheep. Genetic diversity and conservation*, Nanjing, China, October 15–18, 2018, Publisher office, The International Society of Zoological Sciences, pp. 11–12.
 20. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Fedyaev J. I., Shishin N. I., Syso A. I., Sebezhko O. I., Petukhov V. L., Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., Osadchuk L. V., *Indian Journal of Ecology*, 2017, vol. 44, No. 2, pp. 217–220.
 21. Konovalova T. V., Narozhnykh K. N., Petukhov V. L., Fedyaev Y. I., Shishin N. I., Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., Osadchuk L. V., *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, Vol. 44, 74 p.
 22. Skiba T. V., Tsygankova A. R., Borisova N. S., Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Sebezhko O. I., Korotkevich O. S., Petukhov V. L., Osadchuk L. V., *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, – 2017, Vol. 9 (6), pp. 958–964.
 23. Moorhead P. S., Nowell P. C., Mellman W. I., *Exp. Cell. Res*, 1960, Vol. 20, pp. 613–615.
 24. Syso A. I., *Heavy metals in the environment*, 2017, Issue 2, pp. 224–241. (In Russ.)
 25. Syso A. I., Lebedeva M. A., Cherevko A. S., Petukhov V. L., Sebezhko O. I., Konovalova T. V., Korotkevich O. S., Narozhnykh K. N., Kamaldinov E. V., Sokolov V. A., *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 368–374.
 26. Narozhnykh K. N., Konovalova T. V., Petukhov V. L., Syso A. I., Sebezhko O. I., Shishin N. I., Fedayev J. I., Korotkevich O. S., Kamaldinov E. V., Osadchuk L. V., *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 2016, Vol. 7, Iss. 4, pp. 1758–1764.

27. Sebezhko O. I., Petukhov V. L., Sokolov V. A., Korotkevich O. S., Kononova T. V., Kamaldinov E. V., Syso A. I., Marmuleva N. I., Narozhnykh K. N., Barinov E. Y., Osadchuk L. V., *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44 (3), pp. 662–666.
28. Kruskal W. H., Wallis W. A., *Journal of American Statistical Association*, 1952, Vol. 47, No. 260, pp. 583–621.
29. Hozo S. P., Djulbegovic B., Hozo I., *BMC Medical Research Methodology*, 2005, Vol. 5 (1), pp. 13.
30. Xiang W., Wenqian W., Jiming L., Tiejun T., *BMC Medical Research Methodology*, 2014, Vol. 14, 135.

ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРОВ КРАСНО-ПЁСТРОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Л. В. Ефимова, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

Е. В. Гатилова, кандидат биологических наук

О. В. Иванова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор РАН

Красноярский научно-исследовательский институт
животноводства – обособленное подразделение

ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

E-mail: krasnigtig75@yandex.ru

Ключевые слова: эритроцитарные антигены, частота встречаемости, системы крови, генетическое сходство, иммуногенетические особенности, полиморфизм, молочная продуктивность

Реферат. В связи с актуальностью повышения эффективности селекции молочного скота красно-пестрой породы, занимающего основную долю популяции в Красноярском крае (69,7%), изучены иммуногенетические особенности животных, принадлежащих к линиям Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер ($n=52$). Исследования по определению групп крови коров проведены в лаборатории иммуногенетической экспертизы Красноярскгагроплема. Выявлены отличия по частоте встречаемости отдельных антигенов у коров двух линий. Установлено, что у коров линии Монтвик Чифтейн значительно чаще встречались антигены $A'_2, B_2, B', E'_2, O_2, P'_2, T_2$ и U' ($P>0,95-0,99$), а у коров линии Пабст Говернер – антигены E'_2, G_2, P_2, T_1 и X_1 ($P>0,95$). Также выявлено, что в линии Монтвик Чифтейн наиболее редко встречаются антигены A'_1, O_2, O_4, Y_1, R_1 и X_1 , а в линии Пабст Говернер – антигены O_4, P'_2, Q, U и U' . Помимо этого определены антигены, отсутствующие у животных каждой линии. Средний индекс встречаемости антигенов у коров каждой линии показал относительно низкое значение, из чего был сделан вывод о высокой степени гетерозиготности исследуемых особей. Индекс генетического сходства между животными двух линий показал высокое значение – 0,937. Изучен полиморфизм антигенов в локусе EAF-V и установлено значительное преобладание частоты встречаемости у коров аллеля F над аллелем V. Определено влияние генотипа по локусу EAF-V на молочную продуктивность и показатели живой массы коров: в линии Монтвик Чифтейн более высокий удой имели коровы с генотипом FF ($5986,60 \pm 172,41$ кг), разница с коровами генотипа FV составила 556,6 кг ($P>0,95$). Проведен сравнительный анализ полученных результатов с результатами других российских авторов, которые проводили аналогичные исследования.

IMMUNOGENETIC PARAMETERS OF THE RED-AND-WHITE COWS IN RELATION TO THE LINEAR AFFILIATION

Efimova L.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Gatilova E.V., Candidate of Biology

Ivanova O.V., Doctor of Agricultural Sc.

Krasnoyarsk Research Institute of Animal Husbandry - autonomous department of Federal Research
Centre Krasnoyarsk Research Centre SD RAS, Krasnoyarsk, Russia

Key words: erythrocytic antigen, incidence, blood systems, genetic similarity, immunogenetic features, polymorphism, dairy productivity.

Abstract. The paper explores the urgency of increasing efficiency of breeding Red-and-White dairy cattle that take the main part of the population in the Krasnoyarsk region (69.7%), the immunogenetic characteristics of animals that belong to Montwick Chiftein and Pabst Hoverner (n=52) lines. The research on the blood groups of cows were conducted in the laboratory of immunogenetic analysis of Krasnoyarskagroplem. The authors revealed the differences in the incidence of specific antigens in the cows of two lines. The article found out that antigens A'2, B2, E'3, O3, and T2 ($P>0.95-0.99$) were found to be more frequent in Montwick Chiftein line cows, and antigen P2 ($P>0.95$) was found in Pabst Governor line cows. It was also revealed that the most rare antigens in the Montwick Chiftein line are antigens A', A'1, O2, O4, Y1, R1, X1, M and E'2, and antigens B'', O4, U and U'' in the Pabst Governor line. Interestingly, the authors identified the antigens that were not present in the animals of both lines and in each line separately. The average index of antigen incidence in the cows of each line showed a relatively low value. Due to this the authors made a conclusion about a high degree of heterozygosity of the studied individuals. The index of genetic similarity among the animals of two lines demonstrates a high value of 0.863. The polymorphism of the antigens in the EAF-V locus was studied and a significant incidence predominance in cows of the F allele over the V allele was found out. The impact of genotype according to the EAF-V locus on dairy productivity and live weight of the cows was determined: in the Montwick Chiftein line, cows with the FF genotype (5986,60172,41 kg) had a higher yield, in the Pabst Governor line - with the FV genotype (5914,20208,19 kg). Animals of both lines that had genotype V/V had higher live weight parameters than animals with genotypes F/V and F/F. The comparative analysis of the obtained results was carried out with the results of other Russian authors who conducted similar studies.

Важным аспектом современной селекции сельскохозяйственных животных является проведение иммуноферментного анализа с целью выявления эритроцитарных антигенов, являющихся маркерами высокой продуктивности. В современной зарубежной и отечественной литературе приводится немало данных о корреляции групп крови и продуктивности животных, а также даны объяснения этой зависимости, среди которых – плейотропия, сцепление генов и гетерозис [1]. Именно явление плейотропии (множественного действия гена) может нередко создавать проблемы при селективном отборе крупного рогатого скота по молочному признаку, поскольку наличие определенных генов, положительно сказывающихся на молочной продуктивности, может оказаться лимитирующим для ряда других признаков – живой массы животных, экстерьерных показателей или устойчивости к различным заболеваниям.

Это явление делает генетическое маркирование крупного рогатого скота особенно важным, так как оно позволяет дополнить селекционные показатели информацией о молекулярно-генетических особенностях жи-

вотных, дать более объективную оценку их племенной ценности [2–4]. Воспроизводство и дальнейшее использование отобранных в результате генетического маркирования животных будет способствовать повышению экономической эффективности молочного скотоводства [5].

К настоящему времени у крупного рогатого скота выявлено свыше 300 антигенов групп крови, которые распределены посистемно на 12 хромосомах, образующих 12 систем (локусов хромосом) [6].

В связи с широким и зачастую неконтролируемым распространением трансконтинентальных пород крупного рогатого скота по территории России в последнее время наблюдается повышение уровня генетического однообразия различных локальных пород, что зачастую приводит к снижению их адаптивных и хозяйственных характеристик [7]. Коровы красно-пестрой породы составляют основную долю популяции крупного рогатого скота в Красноярском крае (около 69,7%). Данная порода характеризуется высокими показателями удоя и живой массы, а также хорошей приспособленностью к специфике при-

родно-климатических условий [5, 8]. Поэтому ее совершенствование, повышение уровня эффективности селекции и сохранение генетической уникальности является одним из перспективных направлений в современных исследованиях.

Полученная информация об иммуногенетических особенностях коров красно-пестрой породы в сравнительном анализе с аналогичной информацией о животных других пород в дальнейших исследованиях позволит выявить генетические механизмы, послужившие формированию ее отличительных адаптивных и хозяйственных свойств и высоких показателей, а также закрепить их при дальнейшей селекции.

Цель исследования – выявить иммуногенетические особенности коров красно-пестрой породы, принадлежащих к линиям Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования проведены в АО «Арефьевское» Канского района Красноярского края на коровах красно-пестрой породы. По материалам первичного племенного учёта хозяйства с использованием программы «Селэкс» была составлена база данных, из которой были выбраны 52 коровы, относящихся к двум линиям (Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер). База данных включала сведения о группе крови и молочной продуктивности коров. Исследования по определению групп крови коров проведены в лаборатории иммуногенетической экспертизы Краснояркагроплема.

Частота встречаемости (р) эритроцитарных антигенов определена по формуле

$$p = \frac{F}{n} \cdot 100,$$

где р – частота встречаемости антигена, %;

F – число особей, имеющих в генотипе антиген;

n – общее число животных в группе.

Ошибку частоты встречаемости антигена и достоверность показателя находили с при-

менением формул статистического анализа изменчивости качественных признаков, описанных В. Л. Петуховым и др. [9]. Ошибку (s_x) устанавливали по формуле

$$s_x = \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}},$$

где q – частота особей в группе, не имеющих в генотипе антиген.

Разницу между линиями рассчитывали по формуле

$$t_d = \frac{p_2 - p_1}{\sqrt{s_{x1}^2 + s_{x2}^2}},$$

где p_1 и p_2 – частота встречаемости антигена у животных первой и второй группы (линии);

s_{x1} и s_{x2} – ошибка частоты встречаемости антигена первой и второй группы.

Разница между группами признавалась статистически значимой при $P > 0,95$.

В случаях, где $p \leq 25\%$ или $> 75\%$, применялось преобразование Фишера (метод ϕ) [10, 11]:

$$\phi = 2 \cdot \arcsin \sqrt{p}.$$

Ошибка рассчитывалась по формуле

$$s_\phi = \sqrt{\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_2}}.$$

В случае $p=0$ использовалось преобразование Ван-дер-Вардена:

$$p = \frac{P+1}{n+2} \cdot 100, \quad s_p = \sqrt{\frac{p \cdot (100-p)}{n+3}},$$

где р – частота (доля), оценённая методом Ван-дер-Вардена;

s_p – ошибка выборочной доли;

n – численность выборки.

Достоверность разницы (t) находилась по формуле

$$t = \frac{\phi_1 - \phi_2}{s_p}.$$

Частоту встречаемости аллелей в системе (F-V) определяли по формуле

$$gF = \frac{2a+b}{2n},$$

где g – частота аллеля F;

а – численность гомозиготных животных с выявляемым аллелем;

б – численность животных с аллелем в гетерозиготном состоянии;

п – общая численность животных в группе.

Индекс генетического сходства (г) определяли по формуле К. Маяла и Г. Линдстрема:

$$r = \frac{\sum x \cdot y}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}},$$

где х и у – частоты встречаемости одних и тех же антигенов животных сравниваемых линий.

Распределение исходных выборочных групп тестировалось на соответствие нормальному (гауссовскому) распределению.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась при помощи программы Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ частоты встречаемости антигенов в системах крови А, В, С, L, S и Z у коров двух линий: Монтвик Чифтейн и Пабст

Говернер – показал (табл. 1), что в линии Монтвик Чифтейн в ЕАА-локусе наиболее часто встречались антигены А₂ (70,3%), в ЕАВ-локусе – антигены В', А'₂, В₂, G'', Е'₃ и Т₂ (83,8; 73,0; 70,3; 67,6; 64,9 и 62,2% соответственно), в ЕАС-локусе – Е, R₂ и Х₂ (73,0; 67,6 и 64,9% соответственно), в ЕАС-локусе – С (83,8%). В линии Пабст Говернер в ЕАА-локусе наибольшая частота встречаемости была у антигена А₂ (60,0%), в локусе ЕАВ – у антигенов Y₂, G₃ и Р₂ (66,7; 60,0 и 60,0% соответственно), в локусе ЕАС – у антигена Е (60,0%), в локусе ЕАС – у антигена С (80,0%). Достоверные различия между группами выявлены по частоте встречаемости антигенов А'₂, В₂, В', Е'₂, Е'₃, G₂, О₃, Р₂, Р', Т₁, Т₂, Х₁ и U'(P>0,95–0,999).

Наименее распространёнными у коров линии Монтвик Чифтейн оказались антигены А'₁, О₂, О₄, Y₁, R₁, X₁, Е'₂ и G₂, у коров линии Пабст Говернер – антигены О₄, Р'₂, Q, U и U''. Полностью отсутствовали у коров линии Монтвик Чифтейн антигены I₁ и Т₁ (ЕАВ-локус), у коров линии Пабст Говернер – антиген В' (ЕАВ-локус).

Таблица 1

Частота встречаемости антигенных факторов групп крови у коров разных линий (p±s)
Incidence of antigen factors of the blood of different line cows (p±s)

Локус	Антиген	Линия			
		Монтвик Чифтейн (n=37)		Пабст Говернер (n=15)	
		n	%	n	%
1	2	3	4	5	6
ЕАА	А ₁	3	8,1±4,5	4	26,7±11,4
	А ₂	26	70,3±7,5	9	60,0±12,6
	А' ₁	1	2,7±2,7	3	20,0±10,3
	А' ₂	27	73,0±7,3	4	26,7±11,4**
	В ₂	26	70,3±7,5	6	40,0±12,6*
	В'	31	83,8±6,1	0	5,9±6,1***
	D'	16	43,2±8,1	5	33,3±12,2
	Е' ₂	2	5,4±3,7*	5	33,3±12,2
	Е' ₃	24	64,9±7,8	3	20,0±10,3**
	G ₂	2	5,4±3,7*	5	33,3±12,2
ЕАВ	G ₃	19	51,4±8,2	9	60,0±12,6
	I ₁	0	2,6±2,6	5	33,3±12,2
	I ₂	14	37,8±8,0	6	40,0±12,6
	I'	19	51,4±8,2	6	40,0±12,6
	J' ₂	13	35,1±7,8	3	20,0±10,3
	O ₂	1	2,7±2,7	2	13,3±8,8

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6
	O ₃	20	54,1±8,2	3	20,0±10,3*
	O ₄	1	2,7±2,7	1	6,7±6,5
	O'	19	51,4±8,2	5	33,3±12,2
	P ₂	9	24,3±7,1*	9	60,0±12,6
	P' ₂	14	37,8±8,0	1	6,7±6,5**
	Q	9	24,3±7,1	1	6,7±6,5
	Q'	20	54,1±8,2	5	33,3±12,2
	T ₁	0	2,6±2,6**	5	33,3±12,2
	T ₂	23	62,2±8,0	3	20,0±10,3**
	G'	13	35,1±7,8	4	26,7±11,4
	G''	25	67,6±7,7	6	40,0±12,6
	Y ₁	1	2,7±2,7	3	20,0±10,3
	Y ₂	19	51,4±8,2	10	66,7±12,2
	Y'	10	27,0±7,3	3	20,0±10,3
EAC	R ₁	1	2,7±2,7	3	20,0±10,3
	R ₂	25	67,6±7,7	6	40,0±12,6
	C ₂	21	56,8±8,1	7	46,7±12,9
	E	27	73,0±7,3	9	60,0±12,6
	W	20	54,1±8,2	8	53,3±12,9
	X ₁	1	2,7±2,7*	4	26,7±11,4
	X ₂	24	64,9±7,8	8	53,3±12,9
	L'	21	56,8±8,1	6	40,0±12,6
EAJ	J	3	8,1±4,5	4	26,7±11,4
EAL	L	25	67,6±7,7	7	46,7±12,9
EAS	S ₁	20	54,1±8,2	8	53,3±12,9
	S ₂	21	56,8±8,1	8	53,3±12,9
	C	31	83,8±6,1	12	80,0±10,3
	H''	17	45,9±8,2	3	20,0±10,3
	U	6	16,2±6,1	1	6,7±6,5
	U'	19	51,4±8,2	1	6,7±6,5***
	U''	13	35,1±7,8	4	26,7±11,4
EAZ	Z	21	56,8±8,1	9	60,0±12,6

* P>0,95; ** P>0,99; *** P>0,999.

Средний индекс частоты встречаемости антигенов у коров линии Монтвик Чифтейн составил 40,8±3,7%, у коров линии Пабст Говернер – 33,7±2,6%.

Индекс генетического сходства между линиями Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер составил 0,937, что является высоким показателем генетической однородности.

При изучении полиморфизма антигенов в локусе EAF-V (табл. 2) было установлено значительное преобладание частоты аллеля F над аллелем V. У коров линии Монтвик Чифтейн частота аллеля F составила 66,2%, у коров линии Пабст Говернер – 80,0%. Разница между группами по частоте встре-

чаемости антигенов локуса EAF-V оказалась статистически незначимой.

При определении влияния генотипа по локусу EAF-V на молочную продуктивность коров и живую массу (табл. 3) статистически значимая разница выявлена только у коров линии Монтвик Чифтейн по удою и содержанию белка в молоке. Причем по удою превосходство было на стороне животных с генотипом FF (+556,6 кг к коровам с генотипом FV; P>0,95), а по содержанию белка в молоке – у коров с генотипом FV (+0,01% к коровам с генотипом FF; P>0,95). По остальным показателям разница была несущественной.

Полученные в ходе исследований данные во многом сопоставимы с результата-

Таблица 2

Частота встречаемости антигенов групп крови в локусе EAF-V ($p \pm s_x$)
Incidence of blood antigen in the locus EAF-V

Система EAF-V	Линия			
	Монтвик Чифтейн		Пабст Говернер	
	n	%	n	%
Генотипы F/F	14	37,8±8,08	9	60,0±13,09
F/V	21	56,8±8,26	6	40,0±13,09
V/V	2	5,4±3,77	0	0
Частота аллелей: F	35	66,2	15	80,0
V	23	33,8	6	20,0

ми других исследователей. Л.Н. Прокопив и С.С. Александрова при оценке частоты встречаемости эритроцитарных антигенов [12] установили, что у коров линии Монтвик Чифтейн черно-пестрой породы в крови наиболее часто встречаются антигены D' (локус В), X₂ и C₂ (локус С), U' (локус S), Z (локус Z), что подтвердилось и в наших исследованиях

на коровах красно-пестрой породы этой же линии. При этом коэффициент генетического сходства между породами оказался достаточно низкий – 0,21.

В исследованиях К.С. Новоселовой с коллективом соавторов также были получены сходные данные о частоте встречаемости антигенов для коров черно-пестрой породы

Таблица 3

Характеристика коров по молочной продуктивности и живой массе в зависимости от генотипа по локусу EAF-V
Characteristics of cows according to dairy productivity and body weight in relation to the genotype in locus EAF-V

Показатель	Линия				
	Монтвик Чифтейн			Пабст Говернер	
	Генотип			Генотип	
	FF	FV	VV	FF	FV
Удой, кг	5986,60±172,41	5430,00±141,39	5460,00	5687,80±271,67	5914,20±208,19
МДЖ, %	3,99±0,02	3,99±0,02	3,97	3,90±0,02	3,91±0,04
МДБ, %	3,12±0,01	3,13±0,01	3,13	3,12±0,01	3,12±0,01
Живая масса, кг	494,20±7,42	506,20±6,78	508,50	533,10±9,55	556,00±32,43

линии Монтвик Чифтейн [13]. Исследователи называют как наиболее часто встречающиеся антигены A₂, Y₂, D', O', C₂, W, что во многом сопоставимо с приведенными результатами. Однако выделенные К.С. Новоселовой и др. антигены, встречающиеся у единичных животных черно-пестрой породы (I₁, A'₂, U'), имеют высокую частоту встречаемости у красно-пестрых коров.

Приведенные в статье данные о высокой частоте встречаемости антигенов X₂, Z и E у коров линии Пабст Говернер идентичны результатам, полученным И.Ю. Ереминой и Д.А. Коростелевой в 2015 г. для коров той

же линии, но в других племенных хозяйствах [5]. При этом они также отмечают высокую частоту встречаемости антигенов A₁ и O₂. В наших исследованиях частота данных антигенов составила 26,7 и 13,3 %.

ВЫВОДЫ

1. Линии Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер отличаются друг от друга по составу и частоте встречаемости антигенов различных систем групп крови. Достоверные различия между группами выявлены по частоте

встречаемости антигенов A'_2 , B_2 , B' , E'_2 , E'_3 , G_2 , O_3 , P_2 , P'_2 , T_1 , T_2 , X_1 и U' ($P>0,95-0,999$).

2. Относительно низкий средний индекс частоты встречаемости антигенов в линиях Монтвик Чифтейн и Пабст Говернер говорит о высокой степени гетерозиготности исследуемых особей. При этом между собой линии генетически очень близки – индекс генетического сходства составил $0,937\pm 0,079$.

3. Наличие только аллеля F в локусе EAF-V у коров линий Монтвик Чифтейн

и Пабст Говернер способствует их более высокой молочной продуктивности.

4. Полиморфизм антигенов в локусе EAF-V у коров линии Монтвик Чифтейн оказал существенное влияние на качественные признаки молока (массовую долю белка).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, номер государственного учёта НИОКТР: АААА-А19-119012290066-7.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шендаков А.И. Иммуногенетические сходства и различия быков производителей разных пород // Биология в сел. хоз-ве. – 2017. – № 3 (16). – С. 15–19.
2. Кулумаева Н.Я. Характеристика крупного рогатого скота Республики Хакасия по системам групп крови // Альманах современной науки и образования. – 2008. – № 5. – С. 80–82.
3. Холодова Л.В., Новоселова К.С. Использование иммуногенетики в селекции молочного стада Республики Марий Эл // Вестн. Марий. ун-та. – 2018. – Т. 4, № 3. – С. 69–76.
4. Шукюрова Е.Б. Генетическая структура стад черно-пестрого крупного рогатого скота, разводимого в Хабаровском крае, по группам крови // Дальневост. аграр. вестн. – 2017. – № 2 (42). – С. 111–119.
5. Еремина И.Ю., Коростелева Д.А. Анализ состояния гетерогенности красно-пестрой породы енисейского типа по эритроцитарным антигенам // Проблемы современной аграрной науки: материалы Междунар. заоч. науч. конф. – 2015. – С. 43–45.
6. Сердюк Г.Н. Группы крови и их значение в организме млекопитающих // Генетика и разведение животных. – 2018. – № 2. – С. 94–100.
7. Камалдинов Е.В., Себежско О.И., Короткевич О.С. Фонд эритроцитарных антигенов крупного рогатого скота Сибири // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–19. – С. 4197–4202.
8. Клименок И.И., Яранцева С.Б., Шишкина М.А. Продуктивность и племенные качества черно-пестрого скота сибирского региона // Генетика и разведение животных. – 2014. – № 2. – С. 30–33.
9. Петухов В.Л., Короткевич О.С., Станбеков С.Ж. Генетика: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: СемГПИ, 2007. – С. 250–251.
10. Васильева Л.А. Статистические методы в биологии, медицине и сельском хозяйстве. – Новосибирск, 2007. – С. 86–88.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебник. – М.: Высш. шк., 1973. – С. 157–158.
12. Прокопьев Л.Н., Александрова С.С. Мониторинг антигенной структуры стада скота черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 11 (129). – С. 36–39.
13. Новоселова К.С., Холодова Л.В., Киселев А.А. Анализ частоты распространения эритроцитарных антигенов систем крови у коров черно-пестрой породы // Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. медицины им. Н.Э. Баумана. Сел. и лесн. хоз-во. – 2014. – Т. 218, № 2. – С. 203–206.

REFERENCES

1. Shendakov A.I., *Biologija v sel'skom hozjajstve*, 2017, No 3 (16), pp. 15–19. (In Russ.)
2. Kulumaeva N. Ja., *Al'manah sovremennoj nauki i obrazovanija*, Tambov, Gramota, 2008, No 5, pp. 80–82.
3. Holodova L.V., Novoselova K.S., *Vestnik Marijskogo universiteta*, 2018, Vol. 4, No 3, pp. 69–76. (In Russ.)
4. Shukjurova E.B. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2017, No 2 (42), pp. 111–119. (In Russ.)
5. Eremina I. Ju., Korosteleva D.A. *Problemy sovremennoj agrarnoj nauki: mat-ly Mezhdunar. zaochnoj nauch. konf.*, 2015, pp. 43–45.
6. Serdjuk G.N. *Genetika i razvedenie zhivotnyh*, 2018, No 2, pp. 94–100. (In Russ.)
7. Kamaldinov E.V., Sebezshko O.I., Korotkevich O.S. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No 2–19, pp. 4197–4202. (In Russ.)
8. Klimenok I.I., Jaranceva S.B., Shishkina M.A. *Genetika i razvedenie zhivotnyh*, 2014, No 2, pp. 30–33. (In Russ.)
9. Petuhov V.L., Korotkevich O.S., Stanbekov S. Zh. *Genetika: Uchebnik*. – 2-e izd., ispr. i dop. Novosibirsk, SemGPI, 2007, pp. 250–251.
10. Vasil'eva L.A. *Statisticheskie metody v biologii, medicine i sel'skom hozjajstve*, Novosibirsk, 2007, pp. 86–88.
11. Lakin G.F. *Biometria: Uchebnik*, 1973, pp. 157–158.
12. Prokopiv L.N., Aleksandrova S.S. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2014, No 11 (129), pp. 36–39. (In Russ.)
13. Novoselova K.S., Holodova L.V., Kiselev A.A. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Je. Baumana, Sel'skoe i lesnoe hozjajstvo*, 2014, Vol. 218, No 2, pp. 203–206. (In Russ.)

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

¹Л.П. Корякина, кандидат ветеринарных наук, доцент

¹Н.Н. Григорьева, кандидат биологических наук, доцент

²В.И. Максимов, доктор биологических наук, профессор

¹Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Россия

²Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА им. К. И. Скрябина, Москва, Россия

E-mail: koryakina_2020@mail.ru

Ключевые слова: местная симментальская порода, количество эритроцитов, гемоглобин, белок и белковые фракции, экстремальные средовые воздействия, фагоцитирующая активность, фагоцитарное число, фагоцитарный индекс

Реферат. Показано влияние стресс-факторов среды на физиологический статус симментальского скота местной селекции, приспособленного к условиям разведения в арктической зоне, характеризующейся слабой кормовой базой и неблагоприятными экстремальными природными условиями. Установлено, что у исследуемых животных в периферической крови общее количество эритроцитов и уровень гемоглобина ниже нормативных значений в среднем на 14,55 %. При этом содержание гранулоцитов в лейкоцитарной формуле превышает норму на 1,2 %. Уровень общего белка в сыворотке крови достоверно выше нормативов: у телят – на 38,01, у коров – на 17 % ($P < 0,001$). В периферической крови у исследуемых животных наблюдается диспротеинемия. Установлено влияние стресс-факторов среды на показатели опсонофагоцитарной реакции (ОФР) нейтрофилов, такие как фагоцитарная активность нейтрофилов (ФА), фагоцитарное число (ФЧ), фагоцитарный индекс (ФИ), *in vitro*. Наибольший рост фагоцитарной активности отмечали в зимний стойловый период, на 5,99 % превышающий физиологическую норму. При этом ФА и в другие сезоны года имеет относительно высокие показатели и соответствует верхним предельным значениям нормы. При изучении качественной характеристики микрофагов – фагоцитарного числа – выявили, что максимальные значения отмечаются у коров в зимне-весенний период ($10,3 \pm 1,6$ и $10,0 \pm 0,7$ м.т.), а наименьший – летом ($7,9 \pm 0,9$ м.т.). При оценке фагоцитарного индекса в опсонофагоцитарной реакции установили выраженный рост показателей ФИ в зимний стойловый период ($8,1 \pm 1,4$ м.т.), что на 34,56 % выше таковых летом. Полученные нами данные свидетельствуют о выраженности воздействия средовых условий, в частности, сезонных изменений, играющих особую роль в адаптивной реакции и в сохранении общей устойчивости организма.

MORPHOPHYSIOLOGICAL STATUS OF SIMMENTAL BREED CATTLE IN YAKUTIA

¹Koryakina L.P., Candidate of Veterinary Medicine, Associate Professor¹Grigorieva N.N., Candidate of Biology, Associate Professor²Maksimov V.I., Doctor of Biological Sc., Professor¹Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin

Key words: local simmental breed, the number of erythrocytes, hemoglobulin, protein and protein fractions, extreme environmental conditions, ingestion rate, phagocytic number, phagocytic index.

Abstract. *The authors argue the impact of environmental stress factors on physiological status of Simmental cattle of local selection, adapted to conditions of breeding in Arctic zone, characterized by weak forage base and unfavorable extreme natural conditions. They found out the total number of red blood cells and the level of hemoglobulin in the investigated animals in the peripheral blood is 14.55% lower than the standard values on the average. The granulocyte concentration in the leukocyte formula exceeds the standard by 1.2%. The level of total protein in the blood serum is significantly higher than the standard one: in calves - by 38.01, in cows - by 17% (P0.001). In peripheral blood, dysproteinemia is observed in the animals. The impact of environmental stress factors on neutrophil opsonophagocytic reaction (ORP) parameters, such as phagocytic activity of neutrophils (FA), phagocytic number (FN), phagocytic index (PI), in vitro, has been determined. The greatest growth of phagocytic activity was observed in the winter stable period, which exceeded the physiological standard by 5.99%. The FA is relatively high in other seasons and corresponds to the upper limit values of the multiyear average. When studying the qualitative characteristics of microphages - phagocytic number - it was revealed that the maximum values are observed in cows in winter-spring period ($10,3 \pm 1,6$ and $10,0 \pm 0,7$ m.t.), and the minimum - in summer ($7,9 \pm 0,9$ m.t.). When estimating the phagocytic index in the opsonophagocytic reaction, the authors revealed the profound growth of PI values in winter ($8,1 \pm 1,4$ m.t.), which is 34.56% higher than in summer. The data obtained confirm the severity of the impact of environmental conditions, in particular, seasonal changes that play specific role in the adaptive response and in the preservation of the overall organism resistance.*

Почти вся территория Якутии находится в зоне сплошного залегания многолетне-мерзлых пород, или так называемой вечной мерзлоты. Свыше 40 % её территории находится за Полярным кругом под постоянным воздействием холодных арктических масс воздуха [1].

Известно, что высокопродуктивные животные создавались в благоприятных природных условиях, вследствие чего имели характерные черты экогенеза этой зоны и мало приспособлены к разведению в зонах, характеризующихся теми или иными экстремальными природными факторами. Аборигенные животные отличаются хорошей устойчивостью к экстремальным средовым воздействиям, но в большинстве случаев имеют низкую

продуктивность. Поэтому в последнее время наметилась тенденция к качественному улучшению животноводства в этих районах путем завоза в них животных высокопродуктивных пород в целях их акклиматизации и использования для создания новых пород на основе скрещивания с аборигенами [2].

Якутский скот («саха ынаһа»), как и все примитивные породы, обладает большой конституциональной однородностью, приобретенной им в силу исторических, естественно-географических и экономических условий, оказавших большое влияние на его формирование [3]. Для совершенствования аборигенного якутского скота в Якутию с 1934 г. начали массово завозить симментальскую породу. Скрещивание якутского скота с заводскими

породами улучшило экстерьер поместного скота, но слабая кормовая база и суровый климат привели к вытеснению генотипа якутского скота и ухудшению адаптивных качеств помесей [4].

Кровь в организме животных выполняет различные функции, направленные на поддержание его жизнедеятельности. Основные показатели крови позволяют судить о состоянии организма, так как процессы, связанные с ростом, развитием продуктивности, отражаются на морфобioхимическом, в том числе белковом составе крови [5–7].

Белки выполняют многочисленные функции: они участвуют в обмене веществ, исполняют роль энергетического и пластического источника, ферментов, сократительных белков (тропонин, тропомиозин), переносчиков биологически активных веществ, гормонов, макро- и микроэлементов, витаминов [8, 9]. Их участие в проявлениях раздражимости, реактивности, мобильности и иммунитета говорит о чрезвычайно важной роли белков в обеспечении экстренной адаптации [10].

Наиболее стрессогенными для продуктивного скота являются зимний и весенний сезоны года [11]. В условиях Якутии у привозного холмогорского скота отмечается повышение частоты пульса и дыхания в сравнении с местным холмогорским скотом на 20,9 и 17,5 % соответственно [12].

По данным М.В. Стрижковой [13], на состав крови оказывают огромное влияние возраст, пол, физиологическое состояние, условия кормления и содержания.

Цель исследований – оценка физиологического состояния организма коров симментальской породы, находящихся в экстремальных природно-климатических условиях с резко-континентальным климатом и длительным стойловым периодом.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены на факультете ветеринарной медицины и в лаборатории НИИ ветеринарной экологии ФГБОУ

ВО Якутская ГСХА на базе племенного хозяйства ОАО «Сахаплемябьединение» (г. Якутск).

Объект изучения – клинически здоровый крупный рогатый скот симментальской породы местной селекции. В хозяйстве были сформированы две опытные группы животных: 1-я группа – коровы в возрасте 5–6 лет ($n=15$), 2-я группа – телята в возрасте 1 мес ($n=10$), телята в возрасте 90 дней ($n=10$).

Материалом для исследований послужили цельная кровь и сыворотка крови.

Кровь для исследований брали из яремной вены в утренние часы до кормления животных в две вакуумные пробирки: с антикоагулянтами (литий + гепарин + гель) и активаторами свертывания крови.

В испытуемых пробах цельной крови определяли количество эритроцитов, лейкоцитов и концентрацию гемоглобина.

В сыворотке крови определяли уровень белковых фракций по методике В.М. Чекишева (1997) в электрофоретической камере УНИФО [14]. Содержание общего белка в сыворотке крови определяли на рефрактометре ИРФ-470.

Оценку естественной резистентности животных проводили путем постановки опсонофагоцитарной реакции нейтрофилов (ОФР) *in vitro* согласно методическим рекомендациям П.Н. Смирнова и др. [15]. Для проведения исследований были использованы термостат ТС-80, переносной автоматический инкубатор «Поседа М31» и ФЭК-50. В качестве тест-культуры при постановке ОФР *in vitro* использовали суточную культуру *Staphylococcus albus*.

Цифровой материал экспериментальных данных обработан методом вариационной статистики на достоверность, различия сравниваемых показателей с использованием критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что гематологические показатели периферической крови у скота симментальской породы имеют существенные различия в возрастном аспекте (таблица).

Установлено, что у коров в периферической крови количество эритроцитов и уровень гемоглобина были ниже физиологической нормы в среднем на 21,76 и 35,9% соответ-

ственно. По гемоглобину разница достоверна ($P < 0,001$).

Следует отметить, что содержание гранулоцитов в периферической крови у животных в обеих исследуемых группах превышает нормативные значения: на 55,3% у телят и на 1,2% – у коров. Кроме того, содержание гранулоцитов в периферической крови у телят более чем в 2 раза выше, чем показатели взрослого скота. Разница достоверна ($P < 0,01$).

Гематологические показатели коров и телят симментальской породы местной селекции
Hematological parameters of local Simmental cows and calves

Показатели, ед. изм.	Телята (возраст 30 дней)	Норма (телята в возрасте 30–40 дней) [15]	Коровы	Норма для коров [9]
	$M_1 \pm m_1$		$M_2 \pm m_2$	
Эритроциты, $10^{12}/л$	$5,12 \pm 0,87$	4,7—8,5	$4,89 \pm 0,42$	5,0—7,5
Гемоглобин, г/л	$100,0 \pm 2,5^*$	90—120	$67,3 \pm 1,08$	90,0—120,0
Лейкоциты, $10^9/л$	$7,04 \pm 0,71$	6,0—9,0	$4,82 \pm 0,36$	4,5—12,0

* $P < 0,001$.

В лейкоцитарной формуле повышено содержание гранулоцитарных лейкоцитов. Очевидно, увеличение этих показателей основано на функциональных преобразованиях организма самок, прежде всего, беременностью.

Гематологические исследования молодняка свидетельствуют о некоторых особенностях картины крови в возрастном аспекте.

Так, у телят в возрасте 3 месяцев содержание гемоглобина и количество эритроцитов превышали таковые у телят месячного возраста на 27,11 и 26,6% соответственно. Разница достоверна только по гемоглобину ($P < 0,001$).

Общее количество лейкоцитов у телят старшего возраста было ниже такового у телят месячного возраста на 13,3%.

По содержанию гранулоцитарных клеток в лейкоформуле у молодняка, так же как и у взрослого скота, отмечено превышение нормы в среднем на 20,22%. Все это говорит о том, что молодняк симментальской породы местной селекции обладает высоким иммунологическим статусом, показывающим функциональную эффективность систем ор-

ганизма к воздействию экстремальных средовых факторов, наследственно детерминированных.

Для оценки физиолого-биохимического статуса крупного рогатого скота нами проведены биохимические исследования сыворотки крови по содержанию общего белка и белковых фракций в наиболее сложный для животных период – во время зимнего стойлового содержания.

Динамика содержания общего белка и белковых фракций в сыворотке крови в сравнительном аспекте по половозрастным группам представлена на рис. 1.

В нашем случае показатель общего белка составил: у телят – $99,37 \pm 2,51$, у коров – $84,30 \pm 2,85$ г/л, что на 38,01 и 17% соответственно выше физиологической нормы. Разница достоверна ($P < 0,001$). Полученные значения общего белка и белковых фракций в сыворотке крови у испытуемых групп животных обусловлены функциональной пластичностью организма в ответ на периодически изменяющиеся условия среды.

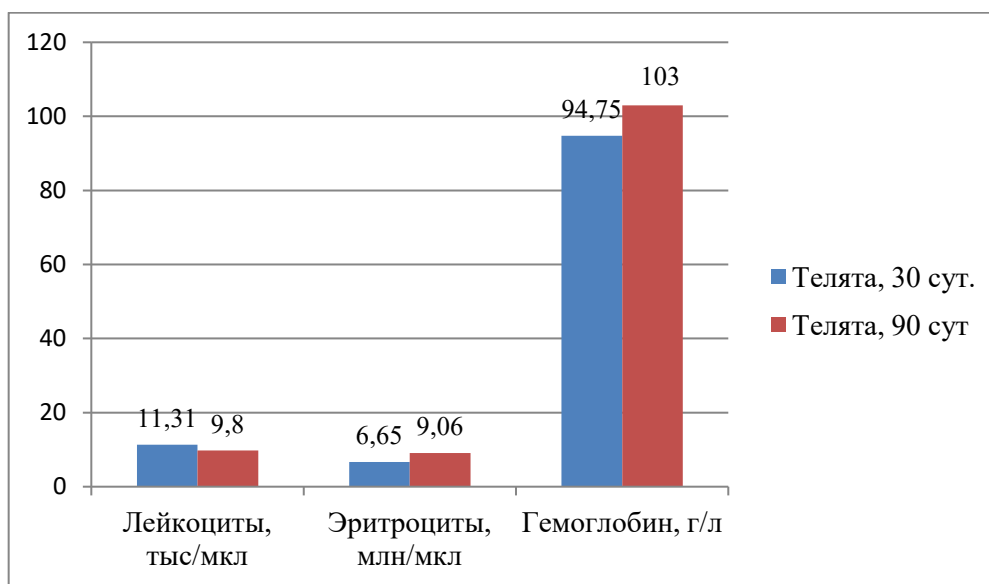


Рис. 1. Сравнительная динамика показателей общего белка и белковых фракций в сыворотке крови в возрастном аспекте
Dynamics of hematological indicators of young animals

В периферической крови у животных наблюдается диспротеинемия, выражающаяся снижением уровня фракции альбуминов: у телят – на 40,6, у коров – на 32,1 %. Очевидно, при недостатке белкового питания восполнение белков в организме происходит за счет внутренних резервов – альбуминов.

Следует отметить, что у телят наблюдается снижение уровня β -глобулина до $7,97 \pm 1,12$ %. При этом у взрослого скота уровень β -глобулина на 12,5 % выше, чем у телят. Разница не достоверна.

Таким образом, по результатам биохимических исследований белков и белковых фракций сыворотки крови оптимальные их значения наблюдаются у взрослого скота.

Для оценки естественной резистентности исследуемой группы скота проводили постановку опсонофагоцитарной реакции нейтрофилов *in vitro*, включающей изучение фагоцитоза микрофагов в периферической крови. Результаты исследований представлены на рис. 2.

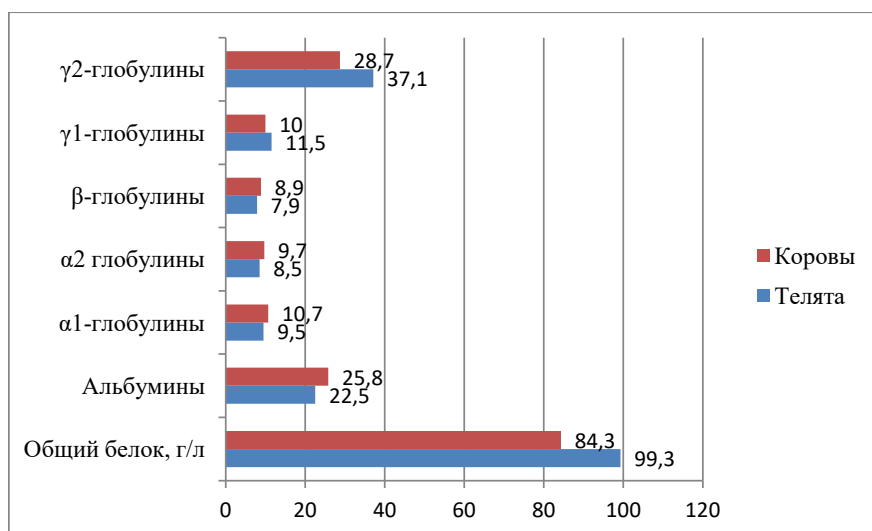


Рис. 2. Оценка естественной резистентности коров по сезонам года
Comparative dynamics of total protein and Protein fractions in the blood serum in the age aspect

Результаты исследования показали наибольший рост фагоцитарной активности в зимний стойловый период, на 5,99% превышающей физиологическую норму. Фагоцитарная активность нейтрофилов в зимний стойловый период достоверно превышала таковую в весенний ($P<0,05$) и летний сезон ($P<0,01$). Важно отметить, что ФА во все сезоны года имеет относительно высокие показатели, что соответствует верхним предельным значениям нормы [13].

Фагоцитарная активность микрофагов периферической крови у коров в зимний и весенний сезоны составила $10,3\pm 1,6$ и $10,0\pm 0,7$ м.т. соответственно. Наименьший показатель был отмечен в летний период ($7,9\pm 0,9$ м.т.), что на 21; 23,3 и 7,05% ниже таковых в весенний, зимний и осенний сезоны года соответственно.

При оценке фагоцитарного индекса в опсонофагоцитарной реакции также отмечен выраженный рост показателей ФИ в зимне-весенний период ($8,1\pm 1,4$ и $7,7\pm 0,8$ м.т.). Рост показателей клеточного иммунитета ФИ нейтрофилов наблюдали в зимний период ($8,1\pm 1,4$ м.т.), что на 19,75; 4,93 и 34,56% соответственно выше таковых в осенний, весенний и летний сезоны года. Разница достоверна с летним сезоном ($P<0,05$).

Показано снижение клеточного звена иммунитета в летний период ($73,5\pm 5,3\%$; $7,9\pm 0,9$ и $5,3\pm 1,0$ м.т.). По-видимому, переход на пастбищное содержание и более благоприятные кормовые и средовые условия сопровождаются снижением у животных напряженности клеточного иммунитета.

Наибольшие показатели ОФР отмечены в зимний период ($83,1\pm 2,9\%$; $10,3\pm 1,6$ и $8,1\pm 1,4$ м.т.) и характеризуются увеличением активности микрофагов по сравнению с летним периодом. Высокие показатели ОФР в зимний стойловый период, в первую очередь, связаны с физиологическим состоянием коров – стельностью, на фоне которой действие стресс-факторов среды активизирует иммунитет, что выражается в повышении уровня естественной резистентности организма.

Таким образом, симментальская порода крупного рогатого скота местной селекции, благодаря своей универсальности и более выраженной естественной устойчивости к неблагоприятным средовым факторам является самой перспективной породой для разведения в экстремальных условиях Крайнего Севера.

ВЫВОДЫ

1. У коров симментальской породы местной селекции в периферической крови количество эритроцитов и уровень гемоглобина были ниже физиологической нормы в среднем на 21,76 и 35,9% соответственно. Разница достоверна по гемоглобину ($P<0,001$).

2. Содержание гранулоцитов в периферической крови у животных в исследуемых группах превышает нормативные значения: у телят – на 55,3, у коров – на 1,2%. Кроме того, содержание гранулоцитов в периферической крови у телят более чем в 2 раза выше, чем показатели взрослого скота. Разница достоверна ($P<0,01$).

3. Уровень общего белка в сыворотке крови составляет у телят $99,37\pm 2,51$, у коров – $84,30\pm 2,85$ г/л, что на 38,01 и 17% соответственно выше физиологической нормы. Разница достоверна ($P<0,001$). В периферической крови у животных наблюдается диспротеинемия, выражающаяся снижением уровня фракции альбуминов: у телят – на 40,6, у коров – на 32,1%.

4. Результаты изучения показателей опсонофагоцитарной реакции нейтрофилов *in vitro* показали, что повышение влияния стресс-факторов среды в стойловый период оказывает выраженное стимулирующее влияние на количество микрофагов в периферической крови. Снижение клеточного звена иммунитета характерно для летнего пастбищного периода ($73,5\pm 5,3\%$; $7,9\pm 0,9$ и $5,3\pm 1,0$ м.т.). Наибольшие показатели ОФР отмечены в зимний период ($83,1\pm 2,9\%$; $10,3\pm 1,6$ и $8,1\pm 1,4$ м.т.).

5. Симментальская порода крупного рогатого скота местной селекции, наиболее ши-

роко распространенная в Якутии, благодаря своей универсальности и более выраженной естественной устойчивости к неблагоприятным факторам является самой перспективной породой для разведения в экстремальных условиях Крайнего Севера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сивцева А. И., Мостахов С. Е., Дмитриева З. М.* География Якутской АССР: учеб. пособие. – Якутск: Кн. изд-во, 1984. – 168 с.
2. *Тепло- и холодоустойчивость* домашних животных (эколого-генетическая природа различий) /отв. ред. Ю. О. Раушенбах. – Новосибирск: Наука, 1975. – 354 с.
3. *Пищевая и биологическая ценность мяса, субпродуктов якутского скота: монография* /А.Ф. Абрамов, Р.Г. Попов, К.М. Степанов [и др.] – Новосибирск: Изд-во АНС «СибАК», 2018. – 114 с.
4. *Пермяков Н. С., Третьяков И. С.* Гигиена содержания и кормления молочных коров в Якутии / РАСХН. Сиб. отд-ние, ГНУ Якут. НИИСХ. – Новосибирск: СО РАСХН, 2006. – 178 с.
5. *Динамика общего белка и его фракций в сыворотке крови сельскохозяйственной птицы под влиянием препаратов селена и йода* /С.А. Шевченко, А.И. Шевченко, О.А. Багно, А.И. Алексеева // Вестн. НГАУ. – 2017. – № 1 (42). – С. 167–174.
6. *Пикулик А. А.* Влияние комплексного применения тетралактобактерина и йодида калия на гематологические показатели цыплят-бройлеров //Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 5 (49). – С. 105–107.
7. *Скопичев В. Г., Максимюк Н. Н.* Физиолого-биохимические основы резистентности животных: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2009. – 352 с.
8. *Уровень белкового спектра сыворотки крови и микрофагальной активности крови у якутской лошади по внутрипородным типам* /Н.Н. Григорьева [и др.] // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2009. – № 1 (16). – С.140–143.
9. *Васильев Ю. Г., Трошин Е. И., Любимов А. И.* Ветеринарная клиническая гематология: учеб. пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 656 с.
10. *Экологическая физиология: учеб. пособие.* – СПб.: Квадро, 2014. – 480 с.
11. *Коротких Е. А., Беляев В. И., Шумский Н. И.* Физико-химические свойства молока коров симментальской породы в хозяйствах ЦЧЗ // Вестн. Воронеж. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 4 (27). – С.72–75.
12. *Морфологические показатели крови привозного скота холмогорской породы в процессе адаптации к условиям Якутии* /Л.П. Корякина, А. И. Павлова, Н. Н. Григорьева, Н.И Борисов //Инновации и продовольственная безопасность. – 2017. – № 3 (17). – С. 89–94.
13. *Стрижкова М. В., Коновалова Т. В., Короткевич О. С.* Содержание макроэлементов в сыворотке крови животных черно-пестрой породы // Вестн. НГАУ. – 2017. – № 4 (45). – С. 75–82.
14. *Чекишев В. М.* Количественное определение иммуноглобулинов в сыворотке крови: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1997. – 22 с.
15. *Оценка естественной резистентности сельскохозяйственных животных: метод. рекомендации* /П.Н. Смирнов, М.И. Гулюкин, Ю.Н. Федоров, В.В. Храмцов [и др.]. – Новосибирск, 2003. – 32 с.
16. *Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справ. / под ред. проф. И. П. Кондрахина.* – М.: КолосС, 2004. – 520 с.

REFERENCES

1. Sivtseva A. I., Mostakhov S. E., Dmitrieva Z. M. *Geografiya Yakutskoi ASSR* (Geography Yakut ASSR), Yakutsk, Kn. izd-vo, 1984, 168 p.
2. *Teplo- i kholodoustoichivost» domashnikh zhivotnykh (ekologo-geneticheskaya priroda razlichii)* (Warm and cold resistance of pets (ekologo-genetic nature of distinctions)), Novosibirsk, Nauka, 1975, 354 p.
3. Abramov A. F., Popov R. G., Stepanov K. M. *Pishchevaya i biologicheskaya sennost» myasa, subproduktov yakutskogo skota* (Nutrition and biological value of meat, offal of the Yakut cattle), Novosibirsk, Izd-vo ANS SibAK, 2018, 114 p.
4. Permyakov N. S., Tret'yakov I. S. *Gigiena soderzhaniya i kormleniya molochnykh korov v Yakutii* (Hygiene of contents and feeding of dairy cows in Yakutia), Novosibirsk, SO RASKhN, 2006, 178 p.
5. Shevchenko S. A., Shevchenko A. I., Bagno O. A., Alekseeva A. I. *Vestn. NGAU*, 2017, No. 1 (42), pp. 167–174. (In Russ.)
6. Pikulik A. A. *Izv. Orenburg. gos. agrar. un-ta*, 2014, No. 5 (49), pp. 105–107. (In Russ.)
7. Skopichev V. G., Maksimyuk N. N. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy rezistentnosti zhivotnykh* (Fiziologo-biokhimichesky bases of resistance of animals), SPb, Izdatel'stvo Lan», 2009, 352 p.
8. Grigor'eva N. N., Koryakina L. P., Pavlova A. I., Maksimov V. I. *Trudy Kuban. gos. agrar. un-ta*, 2009, No. 1 (16), pp. 140–143. (In Russ.)
9. Vasil'ev Yu. G., Troshin E. I., Lyubimov A. I. *Veterinarnaya klinicheskaya agematologiya* (Veterinary clinical hematology), SPb, Lan», 2015, 656 p.
10. *Ekologicheskaya fiziologiya* (Ecological physiology), SPb, Kvadro, 2014, 480 p.
11. Korotkikh E. A., Belyaev V. I., Korotkikh E. A., Shumskii N. I. *Vestn. Voronezh. gos. agrar. un-ta*, 2010, No. 4 (27), pp. 72–75. (In Russ.)
12. Koryakina L. P., Pavlova A. I., Grigor'eva N. N., Borisov N. I. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost»*, 2017, No. 3 (17), pp. 89–94. (In Russ.)
13. Strizhkova M. V., Konovalova T. V., Korotkevich O. S. *Vestn. Novosibir. gos. agrar. un-ta*, 2017, No. 4 (45), pp. 75–82. (In Russ.)
14. Chekischev V. M. *Kolichestvennoe opredelenie immunoglobulinov v syvorotke krovi* (Quantitative definition of immunoglobulins in blood serum, Novosibirsk, 1997, 22 p.
15. Smirnov P. N., Gulyukin M. I., Fedorov Yu. N., Khramtsov V. V. *Otsenka estestvennoi rezistentnosti sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Assessment of natural resistance of farm animals), Novosibirsk, 2003, 32 p.
16. *Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki* (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics), Moscow, KolosS, 2004, 520 p.

**ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У КОРОВ,
ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ЛЕЙКОЗА,
ПРИ ОСЛОЖНЕНИИ АНАПЛАЗМОЗОМ С ОСТРЫМ ТЕЧЕНИЕМ**

С. И. Логинов, доктор биологических наук, доцент
Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия
E-mail: logsi-nsk@yandex.ru

Ключевые слова: диагностика
лейкоза крупного рогатого ско-
та, анаплазмоз

Реферат. Установлено, что отдельные районы Томской области являются стационарно неблагополучными по анаплазмозу крупного рогатого скота. В энзоотичных по анаплазмозу крупного рогатого скота территориях у восприимчивых животных отмечено ассоциированное течение с лейкозом крупного рогатого скота. Объект исследования – гематологические и иммунологические изменения крови у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при остром течении анаплазмоза, которое было установлено в весенний период активности иксодовых клещей (конец апреля). Для этого было сформировано две группы коров черно-пестрой породы в возрасте 2,5–3 года, инфицированных вирусом лейкоза: 1-я группа – инфицированные вирусом лейкоза коровы с острым течением анаплазмоза, 2-я группа (контроль) – инфицированные вирусом лейкоза коровы, свободные от анаплазм. Изменения гематологической картины у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при осложнении анаплазмозом с острым течением заключаются в выраженной эозинофилии, нейтропении, лимфоцитозе, моноцитопении. Изменения в иммунной системе коров были менее выражены и характеризовались умеренным повышением IgG и стабильно высокими титрами антител к вирусу лейкоза. Можно сделать предположение о значительной сенсибилизации гуморального звена иммунной системы коров, инфицированных вирусом лейкоза, при осложнении острым анаплазмозом. Проявление выраженного лимфоцитоза у определённой части инфицированных вирусом лейкоза коров при осложнении острым анаплазмозом необходимо учитывать при поставке диагноза на лейкоз крупного рогатого скота. Данное проявление в гематологической картине крови можно охарактеризовать как временную лейкомоидную реакцию, обуславливающую ложноположительный результат гематологического исследования на лейкоз.

**THE CHANGES IN BLOOD PARAMETERS OF COWS INFECTED BY LEUCOSIS IN
CASE OF COMPLICATIONS WITH ACUTE ANAPLASMOSIS**

Loginov S.I., Doctor of Biological Sc., Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia

Key words: diagnosis of bovine leucosis, anaplasmosis.

Abstract. The authors found out that some districts of the Tomsk region are unfavourable in respect to bovine anaplasmosis. In enzootic areas with bovine anaplasmosis the bovine leukemia was observed in susceptible animals. The research focuses on hematological and immunological changes of the blood of cows infected with leukemia during the acute anaplasmosis. That was found out in spring while intense activity of ixodids (the end of April). The researchers arranged two groups of

Black-and-White cows aged 2.5-3 years infected with leukemia virus. The 1st group was infected with acute anaplasmosis cow leukemia virus, the 2nd group (control) was infected with anaplasma-free cow leukemia virus. The changes in the hematological pattern of cows infected with leucosis in case of complications with acute anaplasmosis consist in eosinophilia, neutropenia, lymphocytosis and monocytopenia. The changes in the immune system of cows were less noticeable and characterized by a moderate increase in IgG and high titers of antibodies to leukemia virus. The researchers assume that there is a significant sensitization of the humoral component of the immune system of cows infected with leucosis in case of complications with acute anaplasmosis. The noticeable lymphocytosis in the certain cows infected with leukemia virus in case of complications with acute anaplasmosis should be taken into account when making a diagnosis for cattle leukemia. This occurrence in the hematological picture of blood can be characterized as a temporary leukemia reaction, causing a false positive result of hematological test on leukemia.

Лейкоз крупного рогатого скота уже в течение нескольких десятилетий уверенно лидирует по показателям заболеваемости и неблагоприятия среди инфекционных болезней данного вида животных. За исключением оздоровленных от этой инфекции сельхозпредприятий и сельских территорий, можно без преувеличений сказать, что лейкоз крупного рогатого скота распространен повсеместно. Широта инфицирования коров вирусом лейкоза позволяет предположить частое сочетание этой патологии с другими инфекциями. Ряд исследователей неоднократно поднимали вопросы об инфекционном процессе при ассоциированном течении лейкоза крупного рогатого скота с туберкулёзом, бруцеллёзом, вирусной диарей – болезнью слизистых [1–3].

В числе заразных болезней крупного рогатого скота, возбудитель которых затрагивает систему крови, находится и природно-очаговое заболевание – анаплазмоз. Многие территории Сибири стационарно неблагоприятны по данному паразитозу ввиду широкого распространения иксодовых клещей – переносчиков анаплазм [4].

Ранее исследователи уже отмечали случаи ассоциированного течения лейкоза и анаплазмоза крупного рогатого скота и высказывали мнение о наблюдаемом отягчении патологического процесса обеих болезней у восприимчивых животных [5–7]. Кроме того, гематологическая картина при анаплазмозе характеризуется сходством с таковой при лейкозе у коров [8]. Также отмечены иммунологические нарушения при анаплазмозе, обусловли-

вающие формирование аутоиммунитета [9, 10] и аллергии [11]. Это необходимо учитывать при лабораторной диагностике лейкоза.

Цель работы – оценить изменение показателей крови у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при ассоциированном течении с анаплазмозом и установить их влияние на результаты лабораторных диагностических исследований на лейкоз крупного рогатого скота.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – гематологические и иммунологические изменения крови у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при остром течении анаплазмоза.

Инфицирование коров вирусом лейкоза крупного рогатого скота было установлено по результатам серологических исследований сыворотки крови коров, выполненных согласно Методическим указаниям по диагностике лейкоза крупного рогатого скота [12].

Диагноз на анаплазмоз у коров поставлен по результатам обнаружения анаплазм в мазках крови, окрашенных по Романовскому–Гимзе согласно общепринятой методике [13].

Анализируемые показатели у животных были представлены:

– лейкоцитарным составом крови (лейкоформулой на 200 клеток), подсчитанным классическим методом [13];

– уровнями сывороточных иммуноглобулинов IgG, IgM и IgA, определенными в реакции радиальной иммунодиффузии по

Манчини, описанной В.М. Чекишевым [14], с использованием «Набора компонентов для количественного определения иммуноглобулинов и оценки иммунного статуса крупного рогатого скота» производства лаборатории иммунологии и биотехнологии ВИЭВ;

– титрами антител к вирусу лейкоза в сыворотке крови, определенными в реакции иммунодиффузии (РИД) с использованием «Набора для серологической диагностики лейкоза крупного рогатого скота» производства ФГУП «Курская биофабрика – фирма БИОК».

Статистическую обработку полученных данных с вычислением средней арифметической, ошибки средней арифметической, уровней значимости различий средних арифметических (P) проводили по общепринятым методикам с использованием программы Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что отдельные районы Томской области являются стационарно неблагополучными по анаплазмозу крупного рогатого скота.

Эпизоотологический анализ распространения лейкоза и анаплазмоза крупного рогатого скота в сельхозпредприятиях Томской области проведен по данным экспертиз гематологических исследований в районных ветеринарных лабораториях и данным собственных исследований. В итоге из 13 муниципальных районов области в 6 постоянно обнаруживали анаплазмы в части мазков крови от коров с лейкоцитозом, в том числе гематологически больных лейкозом – это Бакcharский, Зырянский, Колпашевский, Кривошеинский, Тегульдетский и Чаинский районы. Единичные случаи выявлены в Молчановском и Томском районах. При этом в мазках крови от коров без лейкоцитоза также выявляли анаплазм, порой в несколько превышающем количестве случаев.

Пик заболеваемости крупного рогатого скота анаплазмозом и обострения приходит-

ся на май–июль. Проявление острого течения анаплазмоза крупного рогатого скота в разные годы отмечали в Бакcharском, Зырянском, Чаинском и Колпашевском районах Томской области.

Для изучения изменений показателей крови коров, инфицированных вирусом лейкоза, при осложнении анаплазмозом с острым течением исследования проведены в животноводческом сельхозпредприятии Бакcharского района Томской области, неблагополучном по анаплазмозу и лейкозу крупного рогатого скота. Острое течение анаплазмоза у коров было установлено в весенний период активности иксодовых клещей (конец апреля). Для проведения исследований было сформировано две группы коров черно-пестрой породы в возрасте 2,5–3 года, инфицированных вирусом лейкоза, по 8 голов в каждой: 1-я группа – инфицированные вирусом лейкоза коровы с острым течением анаплазмоза, 2-я группа (контроль) – инфицированные вирусом лейкоза коровы, свободные от анаплазм.

У коров при остром течении анаплазмоза наблюдали неспецифические клинические признаки заболевания: угнетение, анемия видимых слизистых оболочек, отеки в области подгрудка, шеи, лопаток, увеличение поверхностных шейных лимфатических узлов, атония желудочно-кишечного тракта.

По результатам гематологических исследований лейкоцитарный состав крови коров с клиническими проявлениями анаплазмоза по сравнению с коровами контрольной группы характеризовался несколько пониженным общим числом лейкоцитов. По отдельным видам лейкоцитов у инвазированных анаплазмами коров отмечено статистически достоверное увеличение эозинофилов ($P < 0,05$), пониженное количество нейтрофилов ($P < 0,05$) и повышенное количество лимфоцитов, в особенности их относительного содержания (в среднем по коровам 1-й группы $78,0 \pm 2,40\%$, $P < 0,05$). В 1-й группе у трёх коров из восьми отмечено относительное количество лимфоцитов в пределах $83,0–86,0\%$. У коров обеих групп установлена моноцитопения (табл. 1).

Таблица 1

**Лейкоцитарный состав крови коров, инфицированных вирусом лейкоза,
при остром течении анаплазмоза**
Leukocyte composition of blood of cows infected with leucosis in case of acute anaplasmosis

Показатели	1-я группа (анаплазмоз)	2-я группа (контроль)
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	$8,30 \pm 1,23$	$10,00 \pm 1,64$
Эозинофилы, %	$8,20 \pm 1,11$ *	$3,80 \pm 0,47$
$\times 10^9/\text{л}$	$0,67 \pm 0,13$	$0,36 \pm 0,06$
Палочкоядерные нейтрофилы, %	$1,10 \pm 0,41$	$2,20 \pm 0,90$
$\times 10^9/\text{л}$	$0,09 \pm 0,04$	$0,26 \pm 0,11$
Сегментоядерные нейтрофилы, %	$12,10 \pm 2,08$ *	$35,80 \pm 4,73$
$\times 10^9/\text{л}$	$0,93 \pm 0,16$ *	$3,89 \pm 0,96$
Нейтрофилы (общее содержание), %	$13,20 \pm 2,18$ *	$38,00 \pm 5,17$
$\times 10^9/\text{л}$	$1,02 \pm 0,17$ *	$4,15 \pm 1,02$
Лимфоциты, %	$78,00 \pm 2,40$ *	$57,10 \pm 4,94$
$\times 10^9/\text{л}$	$6,55 \pm 1,10$	$5,34 \pm 0,66$
Моноциты, %	$0,60 \pm 0,24$	$1,10 \pm 0,44$
$\times 10^9/\text{л}$	$0,04 \pm 0,02$	$0,10 \pm 0,05$

* $P < 0,05$.

Содержание иммуноглобулинов основных классов у коров обеих групп было примерно равным (табл. 2). Ранее мы публиковали результаты исследований крови коров, инфицированных вирусом лейкоза, с хроническим течением анаплазмоза [15]. Сравнив весенние показатели крови у инфицированных вирусом лейкоза коров с хроническим анаплазмозом, можно заметить статистически достоверно низкие показатели IgG ($22,00 \pm 1,45$ г/л) [15] по сравнению с таковыми у коров с острым течением анаплазмоза ($P < 0,05$). Можно сделать

предположение о большей сенсибилизации гуморального звена иммунной системы коров, инфицированных вирусом лейкоза, при осложнении острым анаплазмозом.

Логарифмы титров антител к вирусу лейкоза у коров 1-й группы были недостоверно ниже, чем в контроле (см. табл. 2). При этом у коров обеих групп отмечена тенденция к повышению титров антител по сравнению с инфицированными вирусом лейкоза коровами с хроническим анаплазмоза [15].

Таблица 2

**Содержание иммуноглобулинов разных классов и логарифмы титров антител к вирусу лейкоза
в сыворотке крови у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при остром течении анаплазмоза**
**The concentration of different classes Immunoglobulins and logarithm of leukemia virus antibody titers in
serum in cows infected with leucosis during acute anaplasmosis**

Показатели	1-я группа (анаплазмоз)	2-я группа (контроль)
IgG, г/л	$25,60 \pm 1,16$	$24,10 \pm 0,56$
IgM, г/л	$2,46 \pm 0,11$	$2,32 \pm 0,16$
IgA, г/л	$0,30 \pm 0,02$	$0,29 \pm 0,02$
Титры антител к вирусу лейкоза, log ₂	$3,86 \pm 0,48$	$4,50 \pm 0,58$

Таким образом, у инфицированных вирусом лейкоза коров при осложнении острым анаплазмозом, прежде всего, отмечены изменения в лейкоцитарном составе крови – эозинофилия, нейтропения, лимфоцитоз, моноци-

топения. Проявление выраженного лимфоцитоза у определённой части коров необходимо учитывать при поставке диагноза на лейкоз крупного рогатого скота как определённого рода лейкемоидную реакцию. Лейкемоидные

реакции временны и обуславливают ложноположительный результат в постановке диагноза на лейкоз. Изменения в гуморальном звене иммунной системы животных характеризовались умеренно высокими уровнями сывороточных иммуноглобулинов IgG и титров антител к вирусу лейкоза.

ВЫВОДЫ

1. В энзоотичных по анаплазмозу крупного рогатого скота территориях у восприимчивых животных отмечено ассоциированное течение с лейкозом крупного рогатого скота.

2. Изменения гематологической картины у коров, инфицированных вирусом лейкоза, при осложнении анаплазмозом с острым течением заключаются в выраженной эо-

зинофилии, нейтропении и лимфоцитозе. Неблагоприятным признаком заболевания является моноцитопения у исследуемых коров обеих групп. Изменения в гуморальном звене иммунной системы коров были менее выражены и характеризовались умеренным повышением IgG и стабильно высокими титрами антител к вирусу лейкоза.

3. Проявление выраженного лимфоцитоза у определённой части инфицированных вирусом лейкоза коров при осложнении острым анаплазмозом необходимо учитывать при постановке диагноза на лейкоз крупного рогатого скота. Данное проявление в гематологической картине крови можно охарактеризовать как временную лейкомоидную реакцию, обуславливающую ложноположительный результат гематологического исследования на лейкоз.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Проблемы лейкоза животных* / П. Н. Смирнов, А. Г. Незавитин, В. В. Смирнова [и др.]. – Новосибирск, 1992. – 480 с.
2. *Магер С. Н., Разумовская В. В.* Динамика показателей иммунного ответа у телят, экспериментально инфицированных ВЛКРС и *M. bovis* в различных сочетаниях // *Инновации и продовольственная безопасность*. – 2014. – № 1 (3). – С. 17–23.
3. *Response of cattle persistently infected with bovine virus diarrhoea virus to bovine leukosis virus* / D. H. Roberts, M. H. Lucas, G. Wibberley, D. Westcott // *Vet. Rec.* – 1988. – N3. – P. 293–296.
4. *Основы общей и прикладной ветеринарной паразитологии* / К. П. Федоров, А. С. Донченко, А. С. Бессонов [и др.]. – Новосибирск, 2004. – 1044 с.
5. *Минасян В. Г., Муромцев А. Б., Русанов И. И.* Энзоотическая обстановка по анаплазмозу крупного рогатого скота при моноинфекции и в ассоциативной связи с лейкозом, лептоспирозом и северным бабезиозом в Калининградской области // *Вестник ветеринарии. Диагностика, терапия и профилактика протозойных болезней животных: материалы Междунар. науч.-произв. конф. по протозоологии*. – 1998. – № 7. – С. 80–82.
6. *Мальцева О. Е.* Анаплазмоз крупного рогатого скота в Рязанской области (меры профилактики и борьбы) // Там же. – С. 90–93.
7. *Anaplasmosis beim Rind in der Schweiz* / U. Braun, G. Winkler, P. Wild, R. Eicher // *Schweiz. Arch. Tierheilk.* – 1987. – Vol. 129, N3. – P. 113–124.
8. *Салимов Х. С., Гафуров А.* Дифференциально-диагностическое значение гемограммы при анаплазмозе и лейкозах крупного рогатого скота // *Паразитарные болезни сельскохозяйственных животных в Узбекистане: тр. УзНИВИ*. – Ташкент, 1983. – Т. 34. – С. 60–62.
9. *Протозойные болезни сельскохозяйственных животных* / Н. И. Степанова, К. А. Казаков, В. Т. Заблоцкий [и др.]. – М.: Колос, 1982. – 352 с.
10. *Bovine anaplasmosis: clinical, haematological and blood biochemical changes in experimentally infected Nigerian cattle* / S. A. Ajaji, I. L. Ojetunde, G. A. Ogbonna, O. O. Dipeolu // *Rev. Elevage Med. Veter.* – 1987. – Vol. 40, N1. – P. 41–47.

11. Carson C. A. Cutaneous hypersensitivity and isoantibody production in cattle injected with live or inactivated *Anaplasma marginale* in bovine and ovine erythrocytes // *Am. J. Veter. Res.* – 1976. – Vol. 37, N9. – P. 1059–1063.
12. Методические указания по диагностике лейкоза крупного рогатого скота / Департамент ветеринарии Минсельхоза России. – М., 2000. – 34 с.
13. Кост Е. А. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / под ред. Е. А. Кост. – М.: Медицина, 1975. – 384 с.
14. Количественное определение иммуноглобулинов в сыворотке крови животных: метод. рекомендации / сост. В. М. Чекишев; ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. ИЭВСиДВ. – Новосибирск, 1977. – 22 с.
15. Логинов С. И., Табакаев В. В., Семёнова О. Г. Гематологические и иммунологические показатели у крупного рогатого скота при лейкозе на энзоотических по анаплазмозу территориях // *Сиб. вестн. с.-х. науки.* – 2005. – № 2 (156). – С. 24–30.

REFERENCES

1. Smirnov P. N., Nezavitin A. G., Smirnova V. V. *Problemy lejkoza zhivotnyh*, Novosibirsk, 1992, 480 p.
2. Mager S. N., Razumovskaja V. V. Dinamika pokazatelej immunnogo otve-ta u teljat, jeksperimental'no inficirovannyh VLKRS i *M. bovis*, v razlich-nyh sochetaniyah, *Innovacii i prodovol'stvennaja bezopasnost*, 2014, No 1 (3), pp. 17–23. (In Russ)
3. Roberts D. H., Lucas M. H., Wibberley G., Westcott D. Response of cattle persistently infected with bovine virus diarrhoea virus to bovine leukosis virus, *Vet. Rec.*, 1988, No 3, pp. 293–296.
4. Fedorov K. P., Donchenko A. S., Bessonov A. S. *Osnovy obshhej i prikladnoj veterinarnoj parazitologii*, Novosibirsk, 2004, 1044 p.
5. Minasjan V. G., Muromcev A. B., Rusanov I. I. Jepizooticheskaja obsta-novka po anaplazmozu крупного рогатого скота pri monoinfeksii i v asso-ciativnoj svjazi s lejkozom, leptospirozom i severnym babeziozom v Kaliningradskoj oblasti, *Vestnik veterinarii*, Diagnostika, terapija i profi-laktika protozoi-nyh boleznej zhivotnyh: materialy, Mezhdunar. nauch. proizv. konf. po protozoologii, 1998, No. 7, pp. 80–82. (In Russ)
6. Mal'ceva O. E. Anaplazmoz крупного рогатого скота v Rjazanskoj ob-lasti (mery profilaktiki i bor'by), *Vestnik veterinarii*, Diagnostika, terapija i profi-laktika protozoi-nyh boleznej zhivotnyh: materialy, Mezhdunar. nauch. proizv. konf. po protozoologii, 1998, No. 7, pp. 90–93. (In Russ)
7. Braun U., Winkler G., Wild P., Eicher R. Anaplasmoses beim Rind in der Schweiz, *Schweiz. Arch. Tierheilk*, 1987, Vol. 129, No 3, pp. 113–124.
8. Salimov H. S., Gafurov A. Differencial'no-diagnosticheskoe znache-nie gemogrammy pri anaplazmoze i lejkozah крупного рогатого скота, *Parazitarnye bolezni sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh v Uzbekistane*, tr. Uz-NIVI, Tashkent, 1983, Vol. 34, pp. 60–62.
9. Stepanova N. I., Kazakov K. A., Zablockij V. T. *Protozoi-nye bolezni sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh*, Moscow, Kolos, 1982, 352 p.
10. Ajaji S. A., Ojetunde I. L., Ogbonna G. A., Dipeolu O. O. Bovine anaplasmosis: clinical, haematological and blood biochemical changes in experimentally infected Nigerian cattle, *Rev. Elevage Med. Veter.*, 1987, Vol. 40, No 1, pp. 41–47.
11. Carson C. A. Cutaneous hypersensitivity and isoantibody production in cattle injected with live or inactivated *Anaplasma marginale* in bovine and ovine erythrocytes, *Am. J. Veter. Res.*, 1976, Vol. 37, No 9, pp. 1059–1063.
12. *Metodicheskie ukazaniya po diagnostike lejkoza крупного рогатого скота*, Departament veterinarii Minsel'hoza Rossii, Moscow, 2000, 34 p.

13. Kost E.A. *Spravochnik po klinicheskim laboratornym metodam is-sledovanija*, Moscow, Medicina, 1975, 384 p.
14. *Kolichestvennoe opredelenie immunoglobulinov v syvorotke krovi zhivotnyh: metod. rekomendacii*; VASHNIL, Sib. otd-nie. IJeVSiDV, Novosibirsk, 1977, 22 p.
15. Loginov S.I., Tabakaev V.V., Semjonova O.G. Gematologicheskie i im-munologicheskie pokazateli u krupnogo rogatogo skota pri lejkoze na jenzoo-tichnyh po anaplazmozu territorijah, *Sib. vestn. s. – h. nauki*, 2005, No 2 (156), pp. 24–30. (In Russ)

БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У СВИНЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ПОРОДЫ

А. В. Назаренко, аспирант, научный сотрудник

О. И. Себежко, кандидат биологических наук, доцент

В. А. Андреева, аспирант, научный сотрудник

Т. В. Коновалова, старший научный сотрудник

О. С. Короткевич, доктор биологических наук, профессор

М. А. Романенко, аспирант

Е. А. Климанова, аспирант

Р. Т. Саурбаева, старший научный сотрудник

К. Н. Нарожных, заведующий лабораторией

В. Л. Петухов, доктор биологических наук, профессор

Н. Н. Кочнев, доктор биологических наук, профессор

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: vet-gen-dep@nsau.edu.ru

Ключевые слова: белковый статус, сыворотка крови, кемеровская порода, свиньи, метаболизм, физиологическое состояние

Реферат. *Изложены результаты биохимического анализа белкового статуса свиней аборигенной кемеровской породы. Исследования проведены в Кузбассе на ООО «Чистогорский». Образцы крови у свиней были взяты по общепринятым методикам и проанализированы в лаборатории эколого-ветеринарной генетики и биохимии Новосибирского государственного аграрного университета с использованием стандартных наборов для биохимических исследований на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010 V5⁺. Содержание ряда показателей белкового обмена характеризовалось нормальным распределением: общий белок (p -value=0,85), альбумин (p -value=0,06), глобулин (p -value=0,65). Средние показатели по количеству общего белка и альбуминов укладывались в стандартные интервалы, за исключением уровня глобулинов, который был значительно ниже референсных значений, установленных для свиней, и подвергался наибольшим индивидуальным колебаниям (44 %). Содержание мочевины было незначительно ниже границы физиологической нормы, а также характеризовалось довольно высоким уровнем индивидуальной изменчивости (50 %). Установлено, что у исследованной группы свиней содержание мочевой кислоты было в 3,2 раза ниже нормы. Кроме того, содержание мочевой кислоты характеризовалось высоким уровнем индивидуальной изменчивости. Между кемеровской, чистогорской и скороспелой мясной (СМ-1) породами свиней выявлены межпородные различия по содержанию общего белка и альбумина. Корреляционный анализ показал, что между общим белком и глобулинами существует высокая положительная связь ($r=0,88$). Между мочевиной и мочевой кислотой была обнаружена средняя положительная связь ($r=0,58$). Полученные данные по белковому обмену являются одной из характеристик интерьера свиней кемеровской породы.*

PROTEIN EXCHANGE IN KEMEROVO PIGS

Nazarenko A.B., PhD-student, Research Fellow
Sebezhko O.I., Candidate of Biology, Associate Professor
Andreeva V.A., PhD-student, Research Fellow
Konovalova T.V., Senior Research Fellow
Korotkevich O.S., Doctor of Biological Sc., Professor
Romanenko M.A., PhD-student
Klimanova E.A., PhD-student
Saurbaeva R.T., Senior Research Fellow
Narozhnyh K.N., the Head of the Laboratory
Petukhov V.L., Doctor of Biological Sc., Professor
Kochnev N.N., Doctor of Biological Sc., Professor

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: protein status, blood serum, Kemerovo breed, pigs, metabolism, physiological condition.

Abstract. The paper shows the results of biochemical analysis of the protein status of Kemerovo pigs. The research was carried out at OOO Chistogorskiy in Kuzbass. The blood samples from pigs were taken by means of the standard methods and analyzed in the laboratory of veterinary genetics and biochemistry of Novosibirsk State Agrarian University. The researchers used standard tools for biochemical tests on the biochemical semi-automatic analyzer Photometer 5010 V5+. The concentration of some protein metabolic parameters was characterized by a standard distribution: total protein (p -value=0.85), albumin (p -value=0.06), and globulin (p -value=0.65). The average values of total protein and albumins varied in standard intervals, except for the level of globulins, which was significantly lower than the reference values set for pigs. It was seen as one that had the greatest individual fluctuations (44%). The urea concentration was slightly lower than the physiological standard and was characterized by a rather high level of individual variability (50%). The researchers found that uric acid concentration was 3.2 times lower than the standard one in the investigated pigs. The authors observed the interbred differences in the content of total protein and albumin comparing the Kemerovo, Chistogorsk and early maturing pig breeds (CM-1). The correlation analysis has shown that there is a high positive correlation between total protein and globulins ($r=0.88$). The average positive relation between urea and uric acid was ($r=0.58$). The obtained data on protein metabolism is one of the basic characteristics of the Kemerovo pigs interior.

В настоящее время в агропромышленном комплексе нашей страны складывается определенная экологическая и социально-экономическая ситуация, при которой до сих пор остаются не разрешенными белковая и минеральная проблемы в животноводстве [1, 2].

Для повышения эффективности производства экологически безопасной продукции животноводства проводят мониторинг воды, почвы, растений на содержание макро- и микроэлементов в воде, почве, кормах, органах и тканях животных [3].

Кемеровская порода свиней является одной из немногих отечественных пород, которые находятся на грани исчезновения [4]. При ее создании использовались крупная бе-

лая и беркширская породы [5]. В генофонде кемеровской породы имеется геном диких кабанов через использование ландрас-кабаньих гибридов ИЦиГ СО РАН [6]. Показано, что митохондриальный геном диких кабанов Сибири отличается от митогенома диких свиней из тропических регионов [7].

Комплексное изучение генофонда и фенотипа пород сельскохозяйственных животных, в том числе выведенных в Сибири, является важной задачей [8].

Белки и их генетические полиморфные системы играют значительную роль в обмене веществ и энергии, они не могут быть заменены другими питательными веществами и поэтому должны поступать в организм с кормом

ежедневно [9]. От уровня белка и качества белкового рациона напрямую зависит интенсивность метаболических процессов, связанных с протеиновым комплексом, выражающихся в усвоении и всасывании минеральных веществ. В организме животного синтез ферментов, клеточных структур и тканей осуществляется посредством тех веществ, которые требуются в данный момент, остальные же вещества выводятся из организма. При недостатке белка, аминокислот, минеральных веществ происходит нарушение метаболических процессов, наблюдается снижение воспроизводительных и продуктивных качеств, а также заболевания различного генеза у продуктивных животных [8, 9].

Белки играют исключительную роль и в азотистом обмене (совокупности превращений белков, аминокислот, пептидов, амидов, промежуточных и конечных продуктов распада аминокислот), в ходе которого азотистые вещества корма, претерпевая изменения, превращаются в протеин, обеспечивая при этом увеличение продуктивности маток и активное наращивание мышечной ткани молодняка [10].

Белки и аминокислоты служат основным строительным материалом для мышц растущих животных, играя важную роль в обменных и энергетических процессах. Они обеспечивают рост, развитие, воспроизводительные качества, продуктивность, а также хорошее здоровье, крепкую конституцию и высокую резистентность организма (особенно молодняка и воспроизводящего поголовья) [11].

Альбумин является низкомолекулярным сывороточным белком. Его синтез осуществляется гепатоцитами печени в форме преальбумина, ковалентно связанного с пропептидом, являющимся шестичленным пептидом, который присоединен с N-конца альбумина. Этот комплекс освобождается протеолизом перед выходом альбумина из гепатоцита [11].

При интоксикации отмечается значительное снижение реактивности альбуминовой фракции по отношению к связыванию естественных метаболитов организма, желчных кислот, билирубина, гормонов щитовидной

железы. При этом общая концентрация белка при некоторых патологических состояниях может оставаться в пределах нормы, но эффективная концентрация как транспортного белка значительно снижается [11].

Глобулиновые фракции по составу более разнообразны. Фракция α_1 -глобулинов представлена такими белками острой фазы, как α_1 -антитрипсин, α -кислый гликопротеин, α_1 -липопротеины, протромбин и транспортные белки: тироксинсвязывающий глобулин, транскортин. Фракция α_2 -глобулинов состоит из α_2 -макроглобулина, гаптоглобина, церулоплазмينا, аполипопротеина В, участвующих в развитии инфекционных и воспалительных реакций, а также транспорте липидов. Основными компонентами фракции β -глобулинов являются трансферрин (белок – переносчик железа), гемопексин (связывает гем, предотвращая его выведение почками и потерю железа), компоненты комплемента (участвующие в реакциях иммунитета), бета-липопротеины (участвуют в транспорте холестерина и фосфолипидов) и часть иммуноглобулинов. Фракция γ -глобулинов состоит из иммуноглобулинов, (IgG, IgA, IgM, IgE), функционально представляющих собой антитела, обеспечивающие гуморальный иммунитет [11, 12].

Некоторые белки (продукты регуляторных, структурных, гомеостатических генов, транскрипционные факторы), а также РНК и низкомолекулярные эффекторы регулируют экспрессию отдельных генов и целых геномов эукариот, включая процессинг, различные виды транскрипции, сплайсингов, перестановок, редактирования РНК, рекомбинаций, трансляцию, интерференцию РНК [11–13].

Биохимические показатели крови являются косвенным отражением обмена веществ и процессов, происходящих в организме животных [11–13].

Цель работы – изучить особенности белкового статуса свиней кемеровской породы как одного из характерных показателей интєрьєра и фєнофєнда животных.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследован биохимический профиль 19 свиней кемеровской породы ООО СПК «Чистогорский» в возрасте 6–7 месяцев. Образцы крови брали у свиней в утренние часы до кормления из хвостовой вены. При заборе использовали вакуумные пробирки с активатором образования сгустка для более эффективного получения сыворотки. Для анализа всех изучаемых биохимических показателей брали образцы сыворотки без признаков гемолиза.

Исследования проводили в лаборатории эколого-ветеринарной генетики и биохимии Новосибирского государственного аграрного университета (г. Новосибирск, Россия). Всего было проведено 95 исследований сыворотки крови для установления белкового статуса свиней кемеровской породы.

В регионах разведения сельскохозяйственных животных проводится постоянный мониторинг воды, почвы, кормов, органов и тканей животных. Показано, что в районах, в которых разводились исследуемые породы, содержание макро- и микроэлементов не превышало ПДК [14].

Были изучены показатели, отражающие метаболизм белков в организме животных. Для определения всех метаболитов и ферментов использовали реактивы фирмы «Вектор-Бест» (Россия, НСО, р.п. Кольцово). Общий белок определяли биуретовым методом; концентрацию альбумина в сыворотке крови – ферментативным методом; уровень мочевины в сыворотке крови – с помощью набора реактивов «Мочевина-Ново» ферментативным уреазным методом при длине волны 578 нм; концентрацию мочевой кислоты в сыворотке крови – с помощью набора реактивов «Мочевая кислота-Ново» ферментативным уриказным методом при длине волны 550 нм.

Исследования проводились на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Photometer 5010V5⁺ (ROBERT RIELE GmbH & Co KG, Германия).

Для анализа полученных данных использовали стандартные методы описательной

статистики. Для всех показателей проводили проверку на нормальность распределения с использованием критерия Шапиро-Уилка (W). Рассчитывали по каждому из изучаемых параметров среднюю арифметическую $\bar{X}$ и ошибку средней ($\pm SE$). В ряде случаев распределение признаков не соответствовало нормальному. В связи с этим для определения показателей описательной статистики был использован метод, разработанный для небольших ($15 < n < 70$) выборок независимо от характера распределения [15]:

$$\bar{x} \approx \frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2m + b}{4n},$$

$$S^2 \approx \frac{1}{n-1} \left[a^2 + m^2 + b^2 + \left(\frac{n-3}{2} \right) \frac{(a+m)^2 + (m+b)^2}{4} - n \left(\frac{a + 2m + b}{4} + \frac{a - 2m + b}{4n} \right)^2 \right],$$

где n – величина выборки;

a – минимальное значение признака;

b – максимальное значение признака;

m – медиана;

$\bar{x}$ – средняя арифметическая;

σ^2 – дисперсия.

Сопряженность между нормально распределенными признаками оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона, а для ненормально распределенных признаков использовали коэффициент корреляции Спирмена.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного программного обеспечения из пакета Microsoft Office и среды R.

Работа является составной частью государственной темы «Изучение генофонда и фенотипа пород сельскохозяйственных животных Сибири» (РК 01201362239).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метаболиты белкового обмена характеризуют разнообразное значение молекул белков в обменных процессах у животных, отражают адекватность кормления физиологическим потребностям. На белковый статус влияют видовая и породная принадлежность, условия

кормления и содержания, воздействие физических, химических и биологических факторов [16–19].

В экстремальных условиях Сибирского региона важно, чтобы устойчивость породы к внешним условиям была довольно высокой. При этом воздействие факторов окружающей среды отражается на фенотипе пород. В связи с этим может наблюдаться нарушение биохимических процессов из-за дисбаланса химических элементов, поступающих в организм с пищей, водой и воздухом, что выражается в виде канцерогенного, мутагенного и тератогенного эффектов [20–23].

Содержание некоторых показателей белкового обмена характеризовалось нормальным распределением с фактическим значением критерия Шапиро-Уилка по общему белку – $W=0,98$ ($p\text{-value}=0,85$), альбумину –

$W=0,9$ ($p\text{-value}=0,06$), глобулину – $W=0,97$ ($p\text{-value}=0,65$). В случае с мочевиной и мочевой кислотой, распределение признаков которых не соответствовало нормальному распределению, был применен метод S. P. Nozo [15].

Уровень общего белка является важным показателем обмена веществ в организме животного, который взаимосвязан с энергией роста и продуктивностью. Общее количество белка характеризуется относительным постоянством его отдельных фракций в крови, однако они зависят от многих факторов: видовой принадлежности, породы, возраста, типа конституции, рациона, условий содержания, физиологического состояния [24–26].

Именно количество общего белка и соотношение фракций сывороточных белков являются одними из наиболее важных параметров оценки интерьера (табл. 1).

Таблица 1

Показатели белкового обмена
Parameters of protein metabolism

Показатель	Норма	$\bar{x} + S_{\bar{x}}$	Me	$\sigma \pm S_{\sigma}$	Lim	Q1	Q3	IQR
Общий белок, г/л	65–85	77,7 $\pm$ 3,4	80,0	14,7 $\pm$ 2,4	52–105	64,3	89,8	25,5
Альбумин, г/л	35–50	43,4 $\pm$ 1,7	45,0	7,41 $\pm$ 1,2	26–53	41,2	48,0	6,83
Глобулин, г/л	53–64	35,0 $\pm$ 3,6	31,0	15,5 $\pm$ 2,51	11–63	24,0	49,8	25,8
Альбумин-глобулиновый коэффициент	1,5–3,0	1,6 $\pm$ 0,23	1,3	1,01 $\pm$ 0,16	0,41–4,82	0,84	1,9	1,06
Мочевина, ммоль/л	2,5–8,3	2,47 $\pm$ 0,3	2,0	1,23 $\pm$ 0,2	1,1–5,3	1,55	3,07	1,52
Мочевая кислота, мкмоль/л	142–339	44,0 $\pm$ 7,0	27,7	30,1 $\pm$ 4,9	8,2–103,7	22,7	63,2	40,5

Примечание. Q1 – первая квартиль; Q3 – третья квартиль; IQR – межквартильный размах.

Note: Q1 – first quartile; Q3 – third quartile; IQR – interquartile range.

Средние показатели по количеству общего белка и альбуминов укладываются в стандартные интервалы, за исключением уровня глобулинов, который был значительно ниже референсных значений, установленных для свиней. Следует отметить, что содержание глобулинов также подвергалось и наибольшим колебаниям ($C_v=44\%$), что характеризуется относительным непостоянством данной фракции, а также видовой компонентой. Альбумин-глобулиновый коэффициент был практически на нижней границе нормы.

При сравнении полученных данных по содержанию общего белка, альбуминов, глобулинов и альбумин-глобулинового коэффициента с данными литературы [27, 28], опи-

сывающими белковый статус 6-месячных свиней чистогорской и скороспелой мясной (СМ-1) пород, были обнаружены межпородные различия (табл. 2).

При этом чистогорская и кемеровская породы имели одинаковые условия содержания, кормления и разведения [29].

Чистогорская порода по отношению к кемеровской и скороспелой мясной породам отличалась более низким содержанием общего белка и альбуминов в сыворотке крови, что может свидетельствовать о генетической компоненте, характеризующей разный уровень этих элементов в зависимости от породной группы.

Таблица 2

Некоторые белковые показатели разных пород свиней
Some protein parameters of different pig breeds

Порода	Общий белок, г/л	Альбумин, г/л	Глобулин, г/л	Альбумин-глобулиновый коэффициент
Кемеровская	77,7±3,4	43,4±1,7	35,0±3,6	1,6±0,23
Чистогорская	71,4±2,0	34,6±3,8	-	-
СМ-1	78,07±1,95	44,1±0,2	34,0±2,7	1,3±0,21

Конечные этапы катаболизма белков включают в себя процессы образования азот-содержащих метаболитов, таких как мочевины, креатинин, аммиак и мочевая кислота, а также их экскреции из организма.

Содержание мочевины было на нижней границе физиологической нормы, а также характеризовалось довольно высоким уровнем индивидуальной изменчивости. Конечным продуктом метаболизма пуринов является мочевая кислота. В ходе ферментативного расщепления ксантиноксидазой они окисляются вначале до гипоксантина, затем до ксантина и на последнем этапе до мочевого кислоты. При этом пурины входят в состав нуклеотидов и нуклеопротеидов, являющихся коферментами ферментативных систем [30].

Следует отметить, что у свиней практически весь объём мочевого кислоты остаётся в мясе, тогда как из организма выводится всего лишь около 2 %. Конечным продуктом катаболизма пуринов на 90–95 % является аллантоин, образующийся в печени свиней и представляющий собой растворимый продукт

окисления мочевого кислоты. Установлено, что у исследованной группы свиней содержание мочевого кислоты было в 3,2 раза ниже нормы. По-видимому, данное состояние отражает достаточно высокую скорость окисления мочевого кислоты уриказой печени, катализирующей окисление мочевого кислоты до более растворимого аллантоина, который соответственно легче выводится почками. Мочевая кислота характеризуется также очень низким коэффициентом растворимости. Кроме того, содержание мочевого кислоты у свиней отличалось высоким уровнем индивидуальной изменчивости ($C_v=68,5\%$).

Корреляционный анализ показал, что между общим белком и глобулинами существует высокая положительная связь ($r=0,88$), обусловленная тем, что глобулины как таковые присутствуют в общем белке, их суммарное количество в десятки раз меньше, чем альбуминов, и данный показатель характеризуется высокой индивидуальной изменчивостью (табл. 3). Альбуминовая фракция, напротив, характеризуется довольно низкой ин-

Таблица 3

Корреляции между показателями белкового статуса
Correlations among the parameters of protein status

Коррелирующие признаки	$r \pm S_r$	R^2	$y=bx+a$	F	P
Метод Пирсона					
Общий белок – альбумин	0,015±0,243	-	-	-	-
Общий белок – глобулин	0,881±0,115***	0,77	0,84x+48,5	58,7	<0,001
Альбумин – глобулин	-0,442±0,218	-	-	-	-
Метод Спирмена					
Мочевина – мочевая кислота	0,580±0,20**	0,25	0,02x+1,57	5,7	<0,01

P<0,01; *P<0,001.

дивидуальной изменчивостью ($C_v=17,1\%$), поскольку функциональная активность данных белков в организме опосредована меньшим накоплением низкомолекулярных метаболитов, характерных для опухолевого роста при патологических состояниях.

Наличие отрицательной связи между альбуминовой и глобулиновой фракциями белковой сыворотки является констатацией факта, что альбумины и глобулины выполняют существенно различные роли в организме, поэтому синергизм данных показателей отсутствует.

Между мочевиной и мочевой кислотой была обнаружена средняя положительная связь ($r=0,58$), поскольку оба этих метаболита являются главными конечными продуктами катаболизма пуриновых оснований в организме.

На основании изученных связей между общим белком и глобулиновой фракцией белка было рассчитано уравнение прямолинейной регрессии, с помощью которого можно

прогнозировать уровень общего белка с использованием полученных данных по глобулиновой фракции.

ВЫВОДЫ

1. Определены параметры белкового статуса свиней кемеровской породы. Показано, что некоторые показатели были ниже установленных физиологических норм и характеризовались высокой индивидуальной изменчивостью.

2. Между кемеровской, чистогорской и скороспелой мясной (СМ-1) породами свиней выявлены межпородные различия по содержанию общего белка и альбумина.

3. Обнаружены положительные корреляции между общим белком и глобулином ($r=0,88$) и между мочевиной и мочевой кислотой ($r=0,58$) в сыворотке крови свиней, что свидетельствует о высоких метаболических процессах животных, а также о макросинергизме некоторых продуктов распада белкового обмена.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башлакова О.И. Проблемы экологической безопасности России // Вестник МГИМО Университета. – 2015. – № 3 (42). – С. 112–121.
2. Агрохимическая характеристика пашни экологически благополучной территории Кемеровской области / Н.И. Шишин, Е.В. Фихман, А.В. Назаренко [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СФНЦ РАН, НГАУ. – 2017. – Т. 1. – С. 491–495.
3. Кислинская Л.Г., Мешков В.М., Жуков А.П. Биохимические показатели сыворотки крови помесных свиней в возрасте 2 и 6 мес [Электрон. ресурс] // Изв. ОГАУ. – 2014. – № 3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskie-pokazateli-syvorotki-krovi-pomesnyh-sviney-v-vozraste-2-i-6-mes> (дата обращения: 06.10.2019).
4. Генофонд и фенофонд сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В.Л. Петухов, В.Н. Тихонов, А.И. Желтиков [и др.]. – Новосибирск: Прометей, 2012. – 579 с.
5. Тихонов В.Н., Жучаев К.В. Микроэволюционная теория и практика породообразования свиней. – Новосибирск, 2008. – 394 с.
6. Кемеровская порода свиней / И.И. Гудилин, Е.А. Тараканов, А.А. Фридчер [и др.]. – Новосибирск, 2003. – 388 с.
7. *Selective constraints in cold-region wild boars may defuse the effects of small effective population size on molecular evolution of mitogenomes* / J. Chen, P. Ni, T.N. Thi Tran, E.V. Kamalidinov [et al.] // Ecology and evolution. – 2018. – Vol. 8, N. 16. – P. 8102–8114.

8. Патент № 2004113866/13 РФ. Способ сохранения редких и исчезающих пород животных: № 2270562. 2004: заявл. 05.05.2004: опубл. 27.02.2006 / В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, А.И. Желтиков [и др.]. – 8 с.
9. *Полиморфизм белков сыворотки крови свиней сибирской северной породы* / Е.В. Камалдинов, О.С. Короткевич, В.Л. Петухов [и др.] // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2010. – № 4. – С. 49–51.
10. *Саломатин В.В., Ряднов А.А., Шперов А.С.* Белковый обмен у молодняка свиней при скармливании селенорганических препаратов [Электрон. ресурс] // Изв. НВ АУК. – 2013. – № 2 (30). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/belkovyy-obmen-u-molodnyaka-sviney-pri-skarmlivanii-selenorganicheskikh-preparatov> (дата обращения: 06.10.2019).
11. *Biochemical, hematological and mineral parameters in pigs of two breeds reared in large industrial complexes of Western Siberia* / O. I. Sebezheko, O. S. Korotkevich, T. V. Konovalova [et al.] // Proceedings of the 3rd International Symposium for Agriculture and Food. – ISAF, 2017. – P. 100.
12. *Себежко О.И., Короткевич О.С., Петухов В.Л.* Влияние лазерного излучения низких интенсивностей на гематологический статус поросят раннего возраста // Уч. зап. Витеб. ордена «Знак Почета» акад. вет. медицины. – 2014. – Т. 50, вып. 1, ч. 2. – С. 310–314.
13. *Себежко О.И., Короткевич О.С., Назаренко А.В.* Биохимический профиль свиней кемеровской породы // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. конф. Новосиб. гос. аграр. ун-та. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2016. – С. 250–256.
14. *Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia* / A. I. Syso, M. A. Lebedeva, A. S. Cherevko [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, N 4. – P. 368–374.
15. *Hozo S. P., Djulbegovic B., Hozo I.* Estimation the mean and variance from the median, range and the size of a sample // BMC Medical Research Methodology. – 2005. – Vol. 5 (1). – P. 13.
16. *Себежко О.И., Короткевич О.С., Петухов В.Л.* Влияние лазерного излучения низких интенсивностей на гематологический статус поросят раннего возраста // Уч. зап. Витеб. ордена «Знак Почета» гос. акад. вет. медицины. – 2015. – Т. 51, № 1–1. – С. 136–140.
17. *Себежко О.И., Короткевич О.С., Назаренко А.В.* Гематологический статус свиней кемеровской породы // Пища. Экология. Качество: тр. XIV Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2017. – С. 183–191.
18. *Бирюля И.К., Короткевич О.С.* Гематологический статус свиней породы ландрас в условиях промышленного свиного комплекса «Алтаймясопром» // Актуальные проблемы развития АПК в работах молодых ученых Сибири: материалы XI Регион. науч.-практ. конф. молодых ученых Сиб. федерал. округа. – Новосибирск, 2015. – С. 112–115.
19. Патент № 2377772 РФ. Способ стимуляции репродуктивных качеств свиноматок: № 2377772: заявл. 02.06.2008: публ. 10.01.2010 / В.Л. Петухов, О.С. Короткевич, О.И. Себежко [и др.]. – 5 с.
20. *Heavy metals in pig muscles* / O. A. Zaiko, V. L. Petukhov, T. V. Konovalova, O. S. Korotkevich [et al.] // 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract, Guiyang, China. – 2014. – P. 74.
21. *Зайко О.А.* Содержание макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) и их связь с уровнем свободных аминокислот в сыворотке крови / О. А. Зайко, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 5. – С. 51–53.
22. *Масть как селекционный признак у свиней* / В. Н. Дементьев, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, В. Г. Маренков [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 122–130.
23. *Characteristic of siberian northern pig breed for immune genetic system of blood proteins* / V. L. Petukhov, A. I. Zheltikov, E. V. Kamaladinov, O. S. Korotkevich, O. A. Zheltikova // XX International Congress of Genetics. – Berlin, 2008. – P. 266.

24. Шалавина Е.В., Васильев Э.В. Экологические проблемы отрасли свиноводства в России // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2017. – № 93. – С. 165–173.
25. Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней / В.Л. Петухов, А.И. Желтиков, М.Л. Кочнева, О.И. Себежко [и др.] // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
26. Желтиков А.И., Кочнева М.Л., Петухов В.Л. Иммуногенетическая характеристика скороспелой мясной породы свиней (СМ-1) новосибирской селекции // Перспективы развития свиноводства: материалы 10-й Междунар. науч.-произв. конф. – Гродно, 2003. – С. 108–114.
27. Генофонд скороспелой мясной породы свиней / В.Л. Петухов, В.Н. Тихонов, А.И. Желтиков, А.А. Фридчер [и др.]. – Новосибирск: Юпитер, 2005. – 631 с.
28. Чистогорская порода: монография / А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова [и др.]. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2018. – 111 с.
29. Теоретические и практические основы интенсивного производства свинины: монография / А.П. Гришкова, А.А. Аришин, Н.А. Чалова [и др.]. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2014. – 213 с.
30. Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, Y.I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N 2. – P. 217–220.

REFERENCES

1. Bashlakova O.I. *Vestnik MGIMO universiteta*, 2015, N 3 (42), pp. 112–121. (In Russ.)
2. Shishin N.I., Shabanov A.S., Fedyaev Y.I., Sebezhko O.I., Saurbaeva R.T., Fikhman E.V., Nazarenko A.V. *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusi i Bolgarii, Sb. nauch. dokl. XX Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.*, Novosibirsk, SFNTs RAN, NGAU, 2017, Vol. 1, pp. 491–495. (In Russ.)
3. Kislinskaya L.G., Meshkov V.M., Zhukov A.P. *Izv. OGAU*, 2014, No. 3, Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskie-pokazateli-syvorotki-krovi-pomesnyh-sviney-v-vozraste-2-i-6-mes> (October 06, 2019)
4. Petukhov V.L., Tikhonov V.N., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Fridcher A.A. *Prometei*, Novosibirsk, 2012, 579 p.
5. Tikhonov V.N., Zhuchayev K.V. *Microevolutionary theory and practice of pig breeding*, Novosibirsk, 2008, 394 p.
6. Gudilin I.I., Tarakanov E.A., Fridcher A.A. *Kemerovo breed of pigs* Novosibirsk, 2003, 388 p.
7. Chen J., Ni P., Thi Tran T.N., Kamaldinov E.V., Petukhov V.L., Han J., Liu X., Šprem N., Zhao S. *Ecology and evolution*, 2018, Vol. 8, No. 16, pp. 8102–8114.
8. Petukhov V.L., Ernst L.K., Zheltikov A.I., Gart V.V., Zheltikova O.A., Petukhov I.V., Gart E.V., Marenkov V.G., Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Chysyma R.B. Patent № 2004113866/13 RF, *Sposob sokhraneniya redkikh i ischezayushchikh porod zhivotnykh*, № 2270562, 2004, zayavl. 05.05.2004, opubl. 27.02.2006, 8 p.
9. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Fridcher A.A. *Doklady Rossiiskoi akademii s. – kh. nauk*, 2010, No. 4, pp. 49–51. (In Russ.)
10. Salomatin V.V., Ryadnov A.A., Shperov A.S. *Izv. NV AUK*, 2013, No 2 (30), Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/belkovyy-obmen-u-molodnyaka-sviney-pri-skarmlivanii-selenorganicheskikh-preparatov> (October 06, 2019)

11. Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Biryulya I.K., Petukhov V.L., Kamaldinov E.V., Narozhnykh K.N., Osadchuk L.V. *Proceedings of the 3rd International Symposium for Agriculture and Food*, ISAF, 2017, 100 p.
12. Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. *Uch. zap. Viteb. ordena Znak Pocheta akad. vet. meditsiny*, 2014, Vol. 50, Issue 1, part 2, pp. 310–314. (In Russ.)
13. Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Nazarenko A.V. *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa, Sb. tr. konf.*, 2016, pp. 250–256. (In Russ.)
14. Hozo S.P., Djulbegovic B., Hozo I. *BMC Medical Research Methodology*, 2005, Vol. 5 (1), 13 p.
15. Syso A.I., Lebedeva M.A., Cherevko A.S., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V., Sokolov V.A. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 368–374.
16. Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. *Uch. zap. Viteb. ordena Znak Pocheta akad. vet. meditsiny*, 2015, Vol. 51, No. 1–1, pp. 136–140. (In Russ.)
17. Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Nazarenko A.V. *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo, Tr. XIV Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.*, Novosibirsk, 2017, pp. 183–191.
18. Biryulya I.K., Korotkevich O.S. *Aktual'nye problemy razvitiya APK v rabotakh molodykh uchenykh Sibiri, Materialy XI Region. nauch. – prakt. konf. molodykh uchenykh Sibirskogo federal'nogo okruga*, Novosibirsk, 2015, pp. 112–115. (In Russ.)
19. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Sebezhko O.I., Konovalova T.V. Patent № 2377772 RF, *Sposob stimulyatsii reproduktivnykh kachestv svinomatok*, № 2377772, zayavl. 02.06.2008, publ. 10.01.2010, 5 p.
20. Zaiko O.A., Petukhov V.L., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V., Sebezhko O.I. *17th International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract*, 2014, 74 p.
21. Zaiko O.A., Korotkevich O.S., Petukhov V.L. *Dokl. Ros. akad. s. – kh. nauk*, Moskva, 2013, No 5, pp. 51–53. (In Russ.)
22. Dement'ev V.N., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Marenkov V.G., Kamaldinov E.V., Sebezhko O.I., Kulikova S.G., Zheltikov A.I., Gart V.V., Nezavitin A.G. *Vestnik NGAU*, 2015, No 3 (36), pp. 122–130. (In Russ.)
23. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Zheltikova O.A. *XX International Congress of Genetics*, Berlin, 2008, 266 p.
24. Shalavina E.V., Vasil'ev E.V. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2017, No 93, pp. 165–173. (In Russ.)
25. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Sebezhko O.I., Gart V.V., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V. *Dokl. Ros. akad. s. – kh. nauk*, Moskva, 2003, No. 5, pp. 38–40. (In Russ.)
26. Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Petukhov V.L. *Perspektivy razvitiya svinovodstva, Mat. 10-oi Mezhdunar. nauch. – proizv. konf.*, Grodno, 2003, pp. 108–114. (In Russ.)
27. Petukhov V.L., Tikhonov V.N., Zheltikov A.I., Fridcher A.A., Gart V.V., Kamaldinov E.V., Kochneva M.L., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Zheltikova O.A. *The gene pool of precocious meat breed pigs*, Novosibirsk, *Yupiter*, 2005, 631 p.
28. Grishkova A.P., Arishin A.A., Chalova N.A., Volkov V.A., Tretyakova N.L. *Chistogorskaya breed*, Kemerovo, *Kuzbassvuzizdat*, 2018, 111 p.
29. Grishkova A.P., Arishin A.A., Chalova N.A., Volkov V.A., Grishkov V.A., Tretyakova N.L. *Theoretical and practical principles of intensive pork production*, Kemerovo, *Kuzbassvuzizdat*, 2014, 213 p.
30. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev Y.I., Shishin N.I., Syso A.I., Sebezhko O.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44, No 2, pp. 217–220.

ДОЗОДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ТРЕНД ВЛИЯНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ВЕТОМ 1 НА ОСНОВЕ АПАТОГЕННЫХ БАЦИЛЛ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЯИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА

Г. А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор

Л. П. Ермакова, соискатель

А. Г. Ноздрин, кандидат ветеринарных наук, доцент

С. Н. Тишков, заведующий лабораторией

Я. В. Новик, ведущий специалист научно-исследовательской части

Новосибирский государственный аграрный университет

Новосибирск, Россия

E-mail: pharmgenpath@mail.ru

Ключевые слова: Ветом 1, количество, корреляция, кумулятивный индекс, масса, пробиотик, тренд, яйцо, японский перепел

Реферат. Изучалось действие пробиотического препарата Ветом 1 на основе микроорганизма *Bacillus subtilis* штамма DSM 32424 с концентрацией активного компонента 10^6 КОЕ/г на показатели яйценоскости японского перепела. Препарат применялся в дозах 50, 75 и 100 мг/кг живой массы тела перепёлок. Под действием пробиотического препарата Ветом 1 увеличивается количество яйцекладущей птицы. Максимальное увеличение данного показателя отмечали при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг живой массы. Вариабельность массы яиц имеет строго прямой дозозависимый характер. При применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг живой массы наблюдали более высокую вариабельность массы яиц. В дозе 100 мг/кг эту закономерность не регистрировали. Увеличение количества и массы яиц выражено в незначительной степени в начальный период применения препарата Ветом 1. В завершающий период назначения препарата наблюдали максимальное увеличение количества яиц у птиц опытных групп при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг живой массы. При назначении Ветома 1 в дозах 75 и 100 мг/кг наблюдали прямую корреляционную зависимость между количеством и массой яиц только в течение с 1-х по 7-е сутки эксперимента, а в дозе 50 мг/кг – на 8-е сутки применения препарата.

DOSE-DEPENDENT RELATIONSHIP EFFECT OF PROBIOTIC VETOM 1 ON CUMULATIVE PARAMETERS OF JAPANESE QUAIL EGG PRODUCTION

Nozdrin G.A., Doctor of Veterinary Sc., Professor

Ermakova L.P., PhD-student

Tishkov S.N., the Head of the Laboratory

Nozdrin A.G., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor

Novik Ya. V., Leading specialist of Research Department

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: Vetom 1, quantity, correlation, cumulative index, body weight, probiotic, trend, egg, Japanese quail (*Coturnix japonica*).

Abstract. The authors investigated the effect of probiotic Vetom 1 based on *Bacillus subtilis* strain DSM 32424 with concentration of active component 10^6 CFU/g on cumulative indices of Japanese quail egg-laying. The specimen was applied in doses of 50, 75 and 100 mg/kg of the live weight of quails. The probiotic Vetom 1 increases the number of ovulating birds. The maximum increase in this indicator was observed when using Vetom 1 dosed as 50 mg/kg of the body weight. The egg

mass variability depends completely on the dose. Being used in a dose of 50 mg/kg weight, a higher variability of the egg mass was observed. This pattern has not been recorded in the maximum studied dose. The cumulative function in terms of eggs in unit and mass equivalents is slightly expressed in the initial period when applying Vetom 1. In the final period of specimen applying, the highest accumulation is observed when using Vetom 1 in a dose of 50 mg/kg of mass. When applying Vetom 1 in doses of 75 and 100 mg/kg, a direct correlation between ovulation frequency and egg weight was observed only in the initial period of the specimen applying, and the dose of 50 mg/kg - only for the eighth day of it.

В современном мире птицеводство – одна из ведущих отраслей сельского хозяйства. Важный фактор, обуславливающий индустриализацию отрасли, – быстрая окупаемость вложений и получение экологически чистой и качественной продукции [1, 2]. Одним из направлений в птицеводстве является перепеловодство, конечные продукты которого обладают высокими диетическими свойствами [3, 4]. При нарушении баланса микрофлоры пищеварительного тракта в пользу условно-патогенной, несбалансированном кормлении, неправильном содержании, применении кормовых антибиотиков происходит снижение биологического потенциала птиц, получаемой от них продукции [5–7].

В настоящее время в птицеводстве широко используются биологически активные добавки [8–11]. К их числу относятся пробиотики. Последние в организме животных являются своеобразным «биоконвейером», осуществляющим синтез биологически активных веществ [12].

Бактерии, содержащиеся в пробиотических добавках, в организме синтезируют биологически активные вещества и повышают активность системы микробных клеток, которые оказывают как прямое действие на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, так и опосредованное – путем активации специфических и неспецифических систем защиты организма [13]. Бактериальные клетки пробиотика активно продуцируют ферменты, аминокислоты, антибиотические вещества и другие физиологически активные субстанции, дополняющие комплексное лечебно-профилактическое действие. Результатом является по-

вышение переваримости и использования питательных веществ кормов, активизирующих внутриклеточный метаболизм, а следовательно, и увеличение прироста живой массы [13].

Однако влияние пробиотиков на основе апатогенных бацилл на повышение интенсивности роста, профилактику технологических стрессов и продуктивность у японского перепела изучено крайне слабо.

Цель исследования – изучить влияние пробиотического препарата Ветом 1 на основе *Bacillus subtilis* штамма DSM 32424 в широком спектре доз на яйценоскость и массу яиц у японского перепела в течение 35 дней.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для реализации поставленной цели было сформировано 3 опытных и 1 контрольная группы из перепелок породы фараон в возрасте 1 мес по 10 голов в каждой. Птица содержалась в соответствии с Европейской конвенцией по защите позвоночных и прошла предварительный адаптационный карантин, в течение 2 недель которого во всех подопытных (опытных и контрольной) группах регистрировалась доля яйцекладущей птицы $0,30 \pm 0,14$ ($\sigma^2 = 4,58$) [14]. Затем птице 1–3-й опытных групп задавался пробиотический препарат Ветом 1, содержащий не менее 10^6 КОЕ/г микроорганизма *Bacillus subtilis* штамма DSM 32424, в дозах 50, 75 и 100 мг/кг соответственно 1 раз в сутки в течение 35 суток. В контрольной группе данный препарат не применялся.

В течение эксперимента учитывали массу яиц в каждой группе с использованием весов Масса-К ВК-150.1, имеющих точ-

ность измерения 0,005 г. Яйцекладку перепёлок в каждой группе определяли визуально ежедневно. Достоверность отличий количества яйцекладущей птицы в разных группах устанавливали непараметрическим вариантом q-критерия Ньюмена-Кейлса [15]. Изучение корреляционных зависимостей яйцекладки и массы яиц производили вычислением непараметрического коэффициента ρ_s Спирмена [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

В течение эксперимента увеличилось количество яйцекладущей птицы в 1–3-й опытных группах (табл. 1). В первую неделю эксперимента оно было выше на 33,33; 33,33

($P<0,05$) и 66,67% ($P<0,01$) соответственно, чем в контрольной группе. Вариабельность количества яйцекладущей птицы в опытных группах была высокой.

Во вторую неделю количество яйцекладущей птицы лишь в 1-й опытной группе превышало контрольную на 20,00% ($P<0,01$), а во 2-й и 3-й опытных группах не имело достоверных отличий от аналогов из контрольной группы. Количество яйцекладущей птицы в контрольной, 1-й и 2-й опытных группах повысилось на 66,67 ($P<0,01$); 50,00 ($P<0,01$) и 25,00% ($P<0,01$) соответственно, а в 3-й опытной группе не изменилось по сравнению с данными за первую неделю опыта (табл. 1).

На третью неделю эксперимента количество яйцекладущей птицы в 1-й и 2-й опы-

Таблица 1

Динамика показателей яйценоскости японского перепела
Dynamics of Japanese quail egg-laying parameters

Группа	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя	5-я неделя
<i>Количество яйцекладущих, шт.</i>					
Контрольная	0,30±0,05	0,50±0,02	0,40±0,03	0,40±0,01	0,40±0,01
1-я опытная	0,40±0,06	0,60±0,04**	0,80±0,07**	0,60±0,04**	0,80±0,04**
2-я опытная	0,40±0,05*	0,50±0,03	0,60±0,04**	0,60±0,04**	0,60±0,01**
3-я опытная	0,50±0,06**	0,50±0,01	0,40±0,02	0,40±0,04	0,60±0,07**
<i>Масса яйца, г</i>					
Контрольная	12,92±0,39	13,27±0,33	13,67±0,24	14,05±0,40	13,67±0,29
1-я опытная	13,01±0,25	12,90±0,19	13,51±0,55	13,82±0,52	13,99±0,28
2-я опытная	12,55±0,36	13,29±0,24	13,37±0,29	13,49±0,34	13,46±0,33
3-я опытная	11,95±0,23	12,29±0,40	12,55±0,27	12,62±0,20	12,87±0,25

Примечание. Здесь и далее: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$.

Note. hereinafter: * $P<0,05$; * $P<0,01$; *** $P<0,001$.

ных группах было выше на 100,00 ($P<0,01$) и 50,00% ($P<0,01$) соответственно по сравнению с контролем, а в 3-й группе – не имело отличий от контрольной группы. За период со второй по третью неделю эксперимента доля яйцекладущей птицы в 1-й и 2-й опытных группах повысилась на 33,33 ($P<0,01$) и 20,00% ($P<0,01$) соответственно, а в контрольной 3-й опытной группе – понизилась на 20,00% ($P<0,01$) по сравнению с данными за вторую неделю опыта.

В четвёртую неделю исследования количество яйцекладущей птицы в 1-й и 2-й опы-

ных группах было выше на 50,00% ($P<0,01$) по сравнению с контролем, а в 3-й группе – не имело отличий от контрольной группы. За период с третьей по четвёртую неделю эксперимента доля яйцекладущей птицы в 1-й опытной группе понизилась на 25,00% ($P<0,01$), а в контрольной, 2-й и 3-й опытных группах не изменилась по сравнению с данными за третью неделю опыта.

В пятую неделю эксперимента доля яйцекладущей птицы в 1–3-й опытных группах была выше на 100,00 ($P<0,01$); 50,00 ($P<0,01$) и 50,00% ($P<0,01$) соответственно

по сравнению с птицей из контроля. За период с четвёртой по пятую неделю эксперимента доля яйцекладущей птицы в 1-й и 3-й опытных группах повысилась на 33,33 % ($P<0,01$) и 50,00 % ($P<0,01$), а в контрольной и 2-й опытной группах не изменилась по сравнению с данными за четвёртую неделю опыта. За период с первой по пятую неделю эксперимента количество яйцекладущей птицы в контрольной и 1–3-й опытных группах повысилось на 33,33 ($P<0,01$); 100,00 ($P<0,01$); 50,00 ($P<0,01$) и 25,00 % ($P<0,01$) соответственно по сравнению с данными за первую неделю опыта.

Таким образом, нами установлена устойчивая тенденция к увеличению количества

яйцекладущей птицы под действием пробиотического препарата Ветом 1 в дозах 75 и 100 мг/кг на протяжении всего эксперимента (рис. 1). При этом прямой дозозависимый эффект наблюдали лишь в первую неделю применения препарата. В дальнейшем более высокие относительные темпы увеличения количества яйцекладущей птицы наблюдались при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг массы, и данный эффект устойчиво сохранялся в течение эксперимента. Применение Ветома 1 в дозе 100 мг/кг массы давало эффект только в начальный период эксперимента.

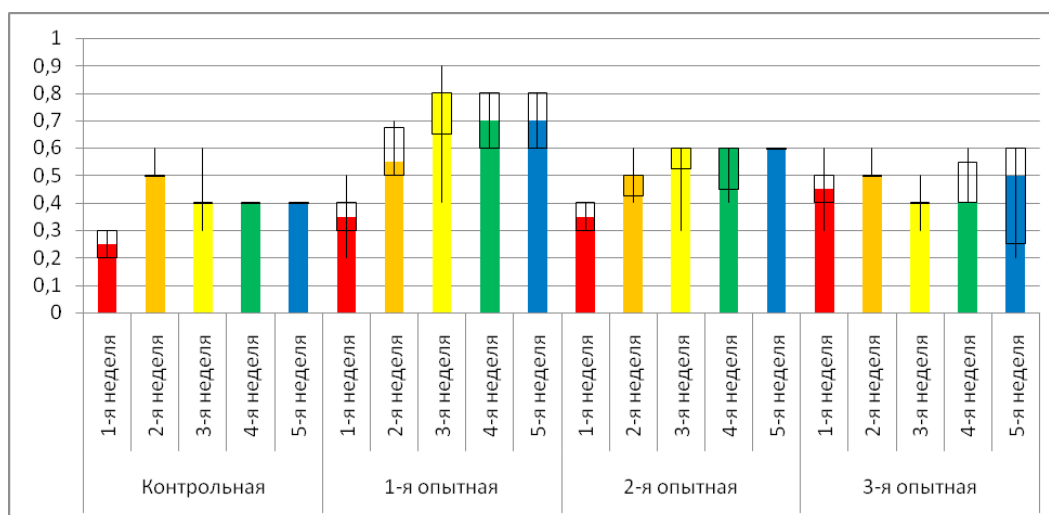


Рис. 1. Динамика изменения количества яйцекладущих перепёлок
The changes in the proportion of ovulating Japanese quail females

В течение эксперимента изменялась и масса яиц. На первую неделю эксперимента масса яиц у птицы 1-й опытной группы была выше на 0,70 %, а у птицы 2-й и 3-й опытных групп – ниже на 2,86 и 7,51 % соответственно по сравнению с аналогами из контрольной группы (см. табл. 1).

Во вторую неделю эксперимента масса яиц у птицы 1-й опытной группы была выше на 0,15 %, а у птицы 1-й и 3-й опытных групп – ниже на 2,79 и 7,39 % соответственно по сравнению с аналогами из контрольной группы. За период с первой по вторую неделю эксперимента масса яиц у перепелов контрольной, 2-й и 3-й опытных групп повысилась на 2,71;

5,90 и 2,85 % соответственно, а у перепелов 1-й опытной группы понизилась на 0,85 % по сравнению с данными на первую неделю эксперимента.

На третью неделю эксперимента масса яиц птицы 1–3-й опытных групп была ниже на 1,17; 2,19 и 8,19 % соответственно по сравнению с аналогами из контрольной группы. За период со второй по третью неделю эксперимента масса яиц у перепелов контрольной и 1–3-й опытных групп – повысилась на 3,01; 4,73; 0,60 и 2,12 % соответственно по сравнению с данными на вторую неделю эксперимента.

На четвёртую неделю эксперимента масса яиц птицы 1–3-й опытных групп была ниже на 1,64; 3,99 и 10,18% соответственно по сравнению с аналогами из контрольной группы. За период со третьей по четвёртую неделю эксперимента масса яиц у перепелов контрольной и 1–3-й опытных групп повысилась на 2,78; 2,29; 0,90 и 0,56% соответственно по сравнению с данными на третью неделю эксперимента.

На пятую неделю эксперимента масса яиц птицы 1-й опытной группы была выше на 2,34%, а у птицы 2-й и 3-й опытных групп – ниже на 1,54 и 5,85% соответственно по сравнению с аналогами из контрольной группы. За период с четвёртой по пятую

неделю эксперимента масса яиц у перепелов 1-й и 3-й опытных групп повысилась на 1,23 и 1,98% соответственно, а у перепелов контрольной и 2-й опытной групп – понизилась на 2,70 и 0,22% соответственно по сравнению с данными на пятую неделю эксперимента. За период с первой по пятую неделю эксперимента масса яиц у перепелов контрольной и 1–3-й опытных групп повысилась на 5,80; 7,53; 7,25 и 7,70% соответственно по сравнению с данными на вторую неделю эксперимента.

Таким образом, на протяжении эксперимента происходило изменение массы яиц (рис. 2). У птицы контрольной и 1-й опытной группы, которой препарат применялся

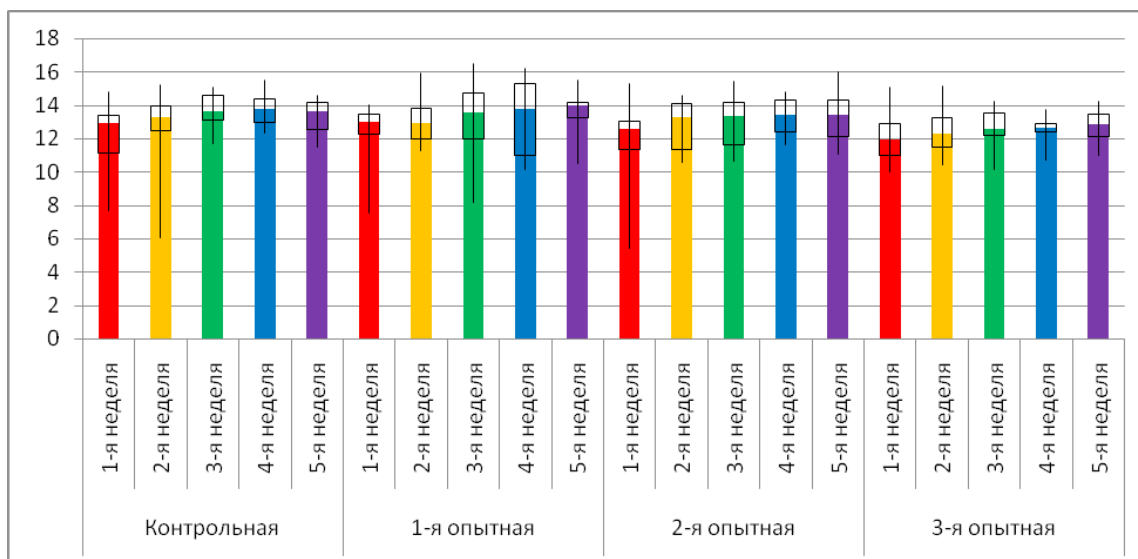


Рис. 2. Динамика массы яйца перепёлок
Dynamics of the weight of Japanese quail eggs

в дозе 50 мг/кг массы, наблюдалось два высоковариабельных периода массонакопления яиц, у 2-й опытной группы (75 мг/кг) – один, а у 3-й опытной группы такие периоды отсутствовали. Следовательно, вариабельность массы яиц имеет строгий прямой дозозависимый характер.

В начальный период эксперимента интенсивность яйцекладки японского перепела опытных групп не имела достоверных отличий от аналогов из контроля (рис. 3). При применении препарата в дозе 50 мг/кг происхо-

дило повышение интенсивности яйцекладки птицы в 1-й опытной группе в течение эксперимента по сравнению с контрольной и другими опытными группами.

Аналогичную тенденцию наблюдали и при учёте массы яиц (рис. 4). Однако в завершающий период применения Ветом 1 в дозе 50 мг/кг происходило более выраженное увеличение массы яиц перепёлок по сравнению со 2-й и 3-й опытными и контрольной группами.

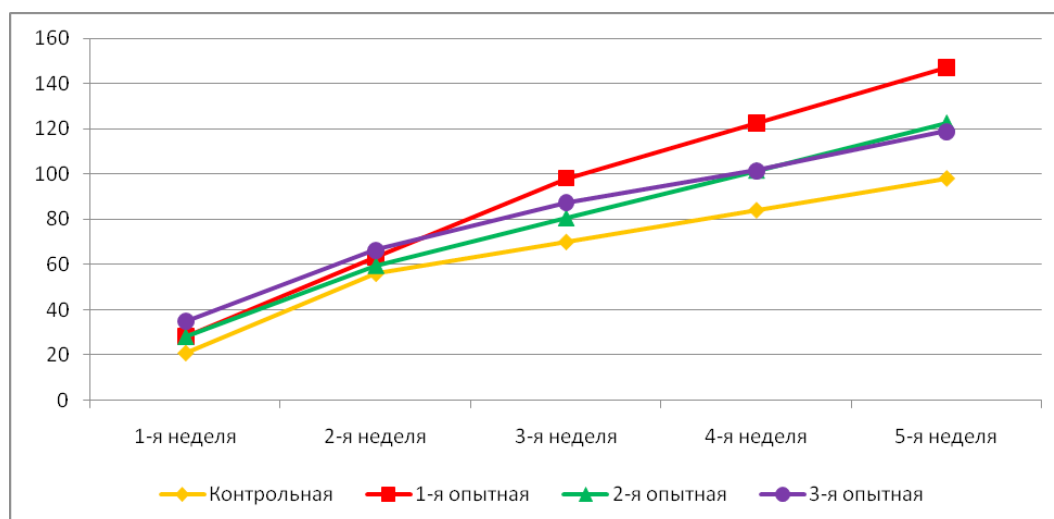


Рис. 3. Динамика суммарного количества яиц японского перепела за период эксперимента
Dynamics of the cumulative index of Japanese quail egg-laying, units

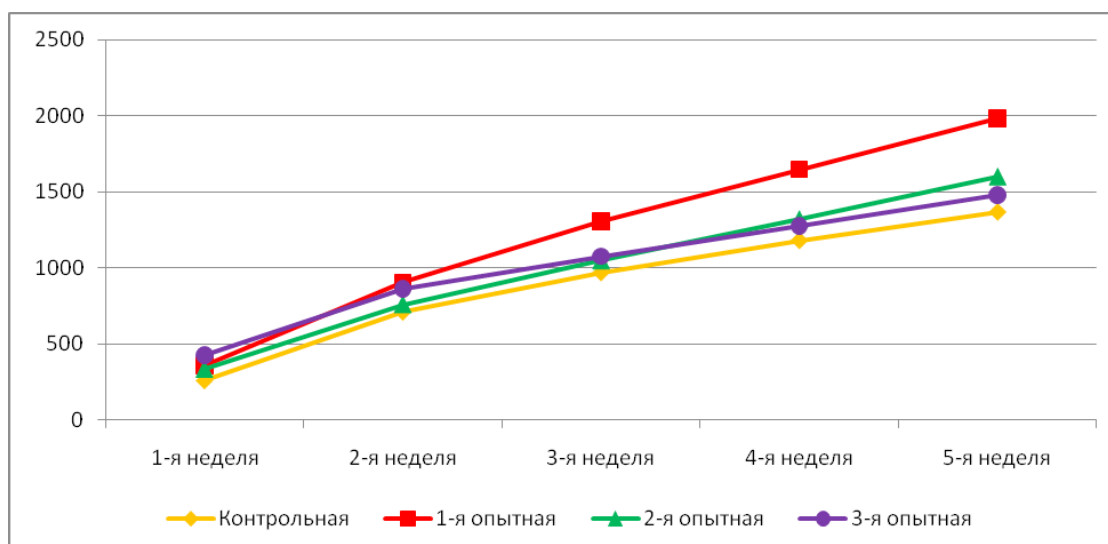


Рис. 4. Динамика суммарной массы яиц японского перепела
Dynamics of the cumulative index of Japanese quail egg-laying

Установлены корреляционные взаимодействия между недельной средней массой яйца и количеством кладки (табл. 2). На начало эксперимента (1–7-е сутки) наблюдали достоверную прямую корреляционную зависимость средней напряжённости между массой яйца и количеством кладки при применении Ветома 1 в дозах 75 и 100 мг/кг массы. В контрольной группе и при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг наблюдали лишь недостоверную прямую корреляцию слабой напряжённости. На вторую неделю (8–14-е сутки) эксперимента подобный эффект не сохранялся, интенсивное массонакопление, достоверно

Таблица 2
Динамика корреляционной зависимости доли яйцекладущих перепёлок и массы яйца (коэффициент корреляции Спирмена)
Dynamics of correlation relation between the ovulating fraction and egg mass (Spearman's correlation coefficient)

Группа	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя	4-я неделя	5-я неделя
Контрольная	0,26	0,06	-0,54	0,00	0,00
1-я опытная	0,28	0,80**	0,42	-0,46	0,42
2-я опытная	0,60**	0,26	0,25	0,22	0,00
3-я опытная	0,63**	-0,08	-0,33	0,75**	0,11

коррелирующее с величиной кладки, регистрировали при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг массы.

ВЫВОДЫ

1. Под действием пробиотического препарата Ветом 1 увеличивается количество яйцекладущей птицы. Максимальное повышение данного показателя птицы регистрируется при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг массы в течение 35 суток.

2. Вариабельность массы яиц имеет строго прямой дозозависимый характер. При применении в дозе 50 мг/кг наблюдается максимальное количество высоких отклонений

в массе от средних значений по сравнению с дозами 75 и 100 мг/кг живой массы.

3. В начальный период эксперимента количество яйцекладки японского перепела опытных групп не имело достоверных отличий от аналогов из контроля. В завершающий период опыта максимальное увеличение яичной продуктивности наблюдали при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг массы.

4. Ветом 1 в дозах 75 и 100 мг/кг вызывает прямую корреляционную зависимость между величиной кладки и массой яиц только на период с 1-х по 7-е сутки эксперимента, а при применении Ветома 1 в дозе 50 мг/кг – только на 8-е сутки применения препарата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коцаев А.Г. Эффективность кормовых добавок Бацелл и Моноспорин при выращивании цыплят-бройлеров // Ветеринария. – 2007. – № 1. – С. 16–17.
2. Коцаев А.Г., Петенко А., Калашиников А. Кормовые добавки на основе живых культур микроорганизмов // Птицеводство. – 2006. – № 11. – С. 43–45.
3. Лысенко Ю.А. Влияние пробиотиков на мясную и яичную продуктивность перепелов // Тр. КубГАУ. – 2012. – № 5 (38). – С. 145–148.
4. Лысенко Ю.А., Петенко А.И. Повышение биологического потенциала перепелок-несушек при использовании пробиотических кормовых добавок // Ветеринария Кубани. – 2012. – № 5. – С. 5–7.
5. Бацелл – средство повышения резистентности и продуктивности птицы / Е.В. Якубенко, А.Г. Коцаев, А.И. Петенко [и др.] // Ветеринария. – 2006. – № 3. – С. 14–16.
6. Влияние кормовой добавки Бацелл на обмен веществ у цыплят-бройлеров / А.Г. Коцаев, И.С. Жолобова, Г.В. Фисенко // Тр. КубГАУ. – 2012. – № 1 (36). – С. 235–239.
7. Тишков С.Н., Ноздрин Г.А. Хронофармакологические особенности влияния пробиотиков в условиях узковолновой (465–480 нм) фотосенсибилизации на гематологические показатели у кур // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 99–107.
8. Жолобова И.С., Лунева, А.В., Лысенко Ю.А. Мясная продуктивность и качество мяса перепелов после применения натрия гипохлорита // Тр. КубГАУ. – 2013. – № 1 (41). – С. 146–150.
9. Коцаев А.Г. Улучшение потребительской ценности продукции птицеводства // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 2. – С. 34–38.
10. Петенко А.И., Коцаев А.Г. Технология кормопродуктов и кормовых добавок функционального назначения. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 490 с.
11. Голубов И. Резервы роста производительности труда при обслуживании перепелов // Птицеводство. – 2011. – № 11. – С. 7–9.
12. Коцаев А.Г. Экологизация продукции птицеводства путем использования пробиотиков как альтернативы антибиотикам // Юг России: экология, развитие. – 2007. – № 3. – С. 93–97.
13. Влияние натрия гипохлорита на рост и развитие перепелов / А.В. Лунева, И.С. Жолобова, Ю.А. Лысенко, Е.В. Якубенко // Ветеринария Кубани. – 2013. – № 2. – С. 5–7.

14. Каркищенко Н. Н., Грачева С. В. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях. – М., 2010. – 358 с.
15. Лукьянова Е. А. Медицинская статистика: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 246 с.

REFERENCES

1. Koshchaev A. G. Effektivnost» kormovyh dobavok Bacell i Monosporin pri vyrashchivanii cyplyat-brojlerov, *Veterinariya*, 2007, No 1, pp. 16–17. (In Russ.)
2. Koshchaev A. G., Petenko A., Kalashnikov A. Kormovye dobavki na osnove zhivyy kul'tur mikroorganizmov, *Pticevodstvo*, 2006, No 11., pp. 43–45. (In Russ.)
3. Lysenko YU. A. Vliyanie probiotikov na myasnuyu i yaichnuyu produktivnost» perepelov, *Tr. KubGAU*, 2012, No 5 (38), pp. 145–148. (In Russ.)
4. Lysenko YU. A., Petenko A. I. Povyshenie biologicheskogo potentsiala perepelok-nesushek pri ispol'zovanii probioticheskikh kormovyh dobavok, *Veterinariya Kubani*, 2012, No 5, pp. 5–7. (In Russ.)
5. YAkubenko E. V., Koshchaev A. G., Petenko A. I. Bacell, sredstvo povysheniya rezistentnosti i produktivnosti pticy, *Veterinariya*, 2006, No 3, pp. 14–16. (In Russ.)
6. Koshchaev A. G., ZHolobova I. S., Fisenko G. V. Vliyaniya kormovoj dobavki Bacell na obmen veshchestv u cyplyat-brojlerov, *Tr. Kub. GAU*, 2012, No 1 (36), pp. 235–239. (In Russ.)
7. Tishkov S. N., Nozdrin G. A. Hronofarmakologicheskie osobennosti vliyaniya probiotikov v usloviyakh uzkovolnovoj (465–480 nm) fotosensibilizacii na gematologicheskie pokazateli u kur, *Vestn. NGAU*, 2015, No 3 (36), pp. 99–107. (In Russ.)
8. Zholobova I. S., Luneva A. V., Lysenko YU. A. Myasnaya produktivnost» i kachestvo myasa perepelov posle primeneniya natriya gipohlorita, *Trud. KubGAU*, 2013, No 1 (41), pp. 146–150.
9. Koshchaev A. G. Uluchshenie potrebitel'skoj cennosti produktsii pticevodstva, *Hranenie i pererabotka sel'hozsyra*, 2007, No 2, pp. 34–38. (In Russ.)
10. Petenko A. I., Koshchaev A. G. *Tekhnologiya kormoproduktov i kormovyh dobavok funkcional'nogo naznacheniya*, Kub. GAU, 2007, 490 p.
11. Golubov I. Rezervy rosta proizvoditel'nosti truda pri obsluzhivanii perepelov, *Pticevodstvo*, 2011, No 11, pp. 7–9. (In Russ.)
12. Koshchaev A. G. Ekologizatsiya produktsii pticevodstva putem ispol'zovaniya probiotikov kak al'ternativy antibiotikam, *YUg Rossii: ekologiya, razvitie*, 2007, No 3, pp. 93–97. (In Russ.)
13. Luneva A. V., ZHolobova I. S., Lysenko YU. A., YAkubenko E. V. Vliyanie natriya gipohlorita na rost i razvitie perepelov, *Veterinariya Kubani*, 2013, No 2, pp. 5–7. (In Russ.)
14. Karkishhenko N. N., Gracheva S. V. *Rukovodstvo po laboratornym zivotnym i al'ternativnym modeljam v biomeditsinskikh tehnologiyah*, Moscow, 2010, 358 p.
15. Luk'janova E. A. *Medicinskaja statistika: uchebnoe posobie*, 2-e izd. ispravlennoe, E. A. Luk'janova, Moscow, Izd-vo RUDN, 2003, 246 p.

**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА У КОРОВ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ВЕТОМ 1
НА ОСНОВЕ АПАТОГЕННЫХ БАЦИЛЛ**

¹ Г.А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор

¹ О.В. Лагода, аспирант

¹ К.Е. Суролина, ветеринарный врач

¹ А. Г. Ноздрин, кандидат ветеринарных наук, доцент

² О.М. Горшкова, главный ветеринарный врач

¹Новосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия

²ООО «Учхоз Тулинское» Новосибирского района

Новосибирской области, Россия

E-mail: pharmgenpath@mail.ru

Ключевые слова: азотистый обмен, альбумины, апатогенные бациллы, белок, Ветом 1, мочевина, сыворотка крови

Реферат. Изучалось действие нового пробиотического препарата Ветом 1 на основе апатогенных бацилл на биохимические показатели сыворотки крови, а именно белка, альбуминов и мочевины, у лактирующих коров. Опыт проводили в ООО «Учхоз Тулинское». По принципу пар-аналогов были сформированы одна контрольная и две опытные группы коров, в каждой по 7 животных. Коровам 1-й опытной группы задавали пробиотический препарат Ветом 1 в дозе 50 мг/кг раз в сутки, утром перед дойкой, 5 суток ежедневно, затем через сутки в течение месяца. Коровам 2-й опытной группы применяли пробиотический препарат Ветом 1 в дозе 50 мг/кг раз в сутки, утром перед дойкой, ежедневно в течение месяца. При применении изучаемого препарата происходило понижение концентрации общего белка в сыворотке крови в пределах физиологической нормы. В период последствия при применении Ветома 1 после 5 суток ежедневно, затем через сутки в течение месяца на 180-е сутки после начала применения препарата регистрировали повышение концентрации общего белка в сыворотке крови выше физиологической нормы. При применении Ветома 1 ежедневно аналогичный эффект не наблюдали. Отмечали лишь незначительное повышение концентрации альбуминов в сыворотке крови как в период применения, так и до 180-х суток после начала применения препарата. При применении изучаемого препарата происходит менее выраженное повышение концентрации мочевины в сыворотке крови относительно аналогов из контрольной группы. Изменение концентраций альбуминов и мочевины происходило в пределах физиологической нормы.

DYNAMICS OF PROTEIN METABOLISM IN COWS WITH PROBIOTIC VETOM 1 BASED ON APATHOGENIC BACILLI

¹ Nozdrin G.A., Doctor of Veterinary Sc., Professor

¹ Lagoda O.V., PhD-student

¹ Surodina K.E., Veterinary surgeon

¹ Nozdrin A.G., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor

² Gorshkova O.M., Chief Veterinary Surgeon

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²ООО Uchkhoz Tulinskoe of Novosibirsk district of Novosibirsk region, Russia

Key words: nitrogen metabolism, albumins, apathogenic bacilli, protein, Vetom 1, urea, blood serum.

Abstract. The researchers investigated the effect of new probiotic Vetom 1 based on apathogenic bacilli on the biochemical parameters of blood serum, exactly protein, albumins and urea in lactating cows. The experiment was carried out at ООО “Uchkhoz Tulinskoe”. According to the principle of pair-analogues, the researchers arranged a control group and two experimental groups of cows; each group contained 7 cows. The cows of the 1st experimental group were fed with probiotic Vetom 1 dosed 50 mg/kg once a day in the morning before milking; They received Vetom 1 every day during 5 days, then in a day during a month. The cows from the 2nd experimental group received probiotic Vetom 1 dosed 50 mg/kg once a day in the morning before milking, every day during 30 days. The application of the specimen contributed to a decrease in the concentration of total protein in the blood serum within the physiological norm. The aftereffect caused by Vetom 1 when the specimen was applied 5 days every day, then in a day during a month, the authors observed an increase in the concentration of total protein in the blood serum above the physiological standard on the 180 day of application. The similar effect was not observed when Vetom 1 was applied daily. When using Vetom 1, the authors observed a slight increase in the concentration of albumins in the blood serum, both during the period of application and up to 180 days. The specimen contributes to less prominent increase in the concentration of urea in the blood serum in comparison with the control group. Changes in concentrations of albumins and urea occurred within the physiological norm.

В последние годы в ветеринарии вырос интерес к производству и применению пробиотических препаратов, так как они позволяют решить ряд актуальных задач, таких как улучшение пищеварения и обмена веществ, повышение продуктивности животных и качества производимой продукции и, как следствие, рост экономических результатов производства [1, 2]. Пробиотические препараты дают возможность получать экологически безопасную продукцию животноводства [3].

Кроме вышеперечисленных достоинств, пробиотики способствуют восстановлению биологического статуса животного, стабилизации иммунного ответа, повышению общей резистентности организма и его устойчиво-

сти к действию неблагоприятных факторов внешней среды [4].

На рынке ветеринарных препаратов предлагается большой выбор пробиотических препаратов на основе апатогенных бацилл [5, 6].

Механизм действия пробиотиков основан на конкурентном антагонизме к условно-патогенным бактериям из состава кишечного микробиотопа [7–9].

Под их влиянием происходит ингибирование роста условно-патогенных микроорганизмов, восстановление и оптимизация функционирования эпителия и слизистой оболочки пищеварительного тракта, нормализация pH и нейтрализация токсинов. Для действия пробиотиков также характерны

и другие механизмы (прямые эффекты пробиотиков после их всасывания из пищеварительного тракта на ферментативные и иные клеточные реакции гормональных, нервных, выделительных, иммунных и других органов и тканей). Пробиотики повышают иммунный ответ [8, 10–12].

По данным исследований Н.В. Данилевской, при применении пробиотиков происходит увеличение как суточного, так и месячного удоя коров, незначительное повышение содержания белка в молоке, а также отмечается тенденция к постепенному росту жирномолочности [4, 11].

Цель работы – изучить влияние пробиотического препарата Ветом 1 на показатели белкового обмена у лактирующих коров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт проводили в ООО «Учхоз Тулинское», Новосибирского района, Новосибирской области. По принципу пар-аналогов были сформированы контрольная и две опытные группы коров, в каждой по семь животных. Животным контрольной группы препарат не применяли. Коровам 1-й опытной группы назначали Ветом 1 в дозе 50 мг/кг раз в сутки, утром перед дойкой, 5 суток ежедневно, затем через сутки в течение месяца; во 2-й опытной – в дозе 50 мг/кг раз в сутки, утром перед дойкой, ежедневно в течение месяца. До применения препарата, на 30-е и 180-е сутки экспериментальных исследований были проведены биохимические исследования сыворотки крови коров.

мические исследования сыворотки крови коров.

Сыворотку крови исследовали в лаборатории кафедры фармакологии и общей патологии на анализаторе iMagic-V7 Biochemistry Analyser. Числовые данные обрабатывали с использованием программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

До применения препарата Ветом 1 содержание общего белка в сыворотке крови у коров опытных и контрольной групп не имело достоверных отличий. Под действием изучаемого препарата отмечено его изменение (табл. 1).

На 30-е сутки эксперимента уровень общего белка в сыворотке крови у коров 1-й и 2-й опытных групп был выше на 0,93 и 0,82 % относительно контроля. За период от начала эксперимента до 30-х суток уровень общего белка в сыворотке крови коров контрольной группы повысился на 0,54 %, а у 1-й и 2-й опытных групп понизился на 2,29 и 6,83 % ($P < 0,01$). На 180-е сутки эксперимента уровень общего белка в сыворотке крови у коров 1-й опытной группы был выше на 8,86, а 2-й опытной группы – ниже на 7,85 %, чем у аналогов из контрольной группы. За период от 30-х до 180-х суток эксперимента уровень общего белка в сыворотке крови коров контрольной и 1-й опытной группы повысился на 3,51 %, а у 2-й опытной группы понизился на 5,39 %. За

Таблица 1

Уровень концентрации общего белка в сыворотке крови коров контрольной и опытных групп, г/л
Concentration of total protein in the blood serum of cows from the control and experimental groups, g/l

Группа	До опыта			На 30-е сутки			На 180-е сутки		
	Физиологическая норма – 72 – 89 г/л								
	M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %
Контрольная	87,07±1,19	3,14	3,60	87,54±2,80	7,41	8,46	90,61±0,89	2,35	2,59
1-я опытная	90,43±2,21	5,84	6,46	88,36±2,64	6,99	7,92	98,64±3,72	9,85	9,99
2-я опытная	94,73±5,05	5,43	15,73	88,26±1,09	2,88	3,27	83,50±2,57*	6,81	8,15

Примечание. Здесь и далее: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

период от начала эксперимента до 180-х суток уровень общего белка в сыворотке крови коров контрольной и 1-й опытной групп вырос на 4,07 ($P<0,05$) и 9,08 %, а у коров 2-й опытной группы понизился на 11,85 % ($P<0,05$).

В период последействия при применении пробиотика 5 суток ежедневно, затем через сутки в течение месяца на 180-е сутки после начала применения препарата регистрировали повышение концентрации общего белка в сыворотке крови выше физиологической нормы. При применении Ветом 1 ежедневно аналогичный эффект не наблюдали.

Под действием пробиотика изменялся уровень альбуминов в сыворотке крови коров (табл. 2).

На 30-е сутки эксперимента концентрация альбуминов в сыворотке крови коров 1-й и 2-й опытной групп ниже на 4,23 и 1,85 % соответственно, чем у аналогов из контрольной группы.

За период от начала эксперимента до 30-х суток опыта уровень альбуминов в сыворотке крови у коров контрольной и 1-й опытной групп повысился на 2,16 и 2,09 %, а у коров 2-й опытной группы понизился на 3,38 % по сравнению с исходными данными.

На 180-е сутки эксперимента уровень альбуминов в сыворотке крови коров 1-й и 2-й опытных групп был ниже на 5,87 и 9,20 %, чем у аналогов из контрольной группы.

За период от 30-х до 180-х суток эксперимента уровень альбуминов в сыворотке крови коров контрольной и 1-й опытной групп повысился на 2,30 и 0,55 %, а у животных 2-й опытной группы понизился на 5,35 %.

За период от начала эксперимента до 180-х суток уровень альбуминов в сыворотке крови коров контрольной и 1-й опытной групп увеличился на 4,51 ($P<0,05$) и 2,66 %, а у животных 2-й опытной группы снизился на 8,55 % ($P<0,05$).

Таблица 2

Уровень концентрации альбумина в сыворотке крови коров контрольной и опытных групп, г/л
Concentration of albumins in the blood serum of cows from the control and experimental groups, g/l

Группа	До опыта			На 30-е сутки			На 180-е сутки		
	Физиологическая норма – 30 – 50 г/л								
	M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %
Контрольная	37,03±0,47	1,23	3,33	37,83±0,77	2,03	5,37	38,70±0,39	1,03	2,67
1-я опытная	35,49±0,69	1,82	5,12	36,23±1,01	2,68	7,38	36,43±0,87*	2,29	6,29
2-я опытная	38,43±1,37	0,98	12,55	37,13±0,70	1,86	5,01	35,14±0,88**	2,32	6,60

Таким образом, при назначении Ветом 1 ежедневно отмечали незначительное повышение концентрации альбуминов в сыворотке крови как в период применения, так и до 180-х суток после начала применения препарата. Однако при назначении препарата 5 суток подряд, затем через сутки в течение месяца происходит понижение концентрации альбуминов в сыворотке крови коров. Изменение концентрации альбуминов происходило в пределах физиологической нормы (табл. 3).

Под действием изучаемого препарата изменялся и уровень мочевины в сыворотке кро-

ви коров. До применения Ветом 1 уровень мочевины у коров 1-й и 2-й опытных групп был выше, чем у аналогов из контрольной группы, а на 30-е сутки эксперимента ниже на 5,93 и 2,73 % соответственно.

За период от начала до 30-х суток эксперимента уровень мочевины в сыворотке крови коров контрольной, 1-й и 2-й опытных групп повысился на 70,04; 24,92 и 16,76%.

На 180-е сутки эксперимента уровень мочевины в сыворотке крови у коров 1-й и 2-й опытных групп был ниже на 10,11 и 20,22 %, чем у аналогов из контроля.

Таблица 3

Уровень концентрации мочевины в сыворотке крови коров контрольной и опытных групп, ммоль/л
Concentration of urea in the blood serum of cows from the control and experimental groups, mmol/l

Группа	До опыта			На 30-е сутки			На 180-е сутки		
	Физиологическая норма – 2,0 – 7,5 ммоль/л								
	M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %	M±m	σ	Cv, %
Контрольная	3,67±0,36	0,96	26,25	6,24±0,30	0,78	12,51	7,12±0,33	0,88	12,32
1-я опытная	4,70±1,28	0,75	16,02	6,07±0,25	0,65	11,07	6,40±0,37	0,97	15,12
2-я опытная	5,20±1,12	0,32	16,08	6,07±0,25	0,67	11,00	5,68±0,30**	0,79	13,86

За период от 30-х до 180-х суток эксперимента уровень мочевины в сыворотке крови коров контрольной и 1-й опытной группы повысился на 14,03 и 8,98 %, а у коров 2-й опытной группы понизился на 6,53 %.

За период от начала эксперимента до 180-х суток уровень мочевины в сыворотке крови коров контрольной, 1-й и 2-й опытных групп возрос на 93,89 ($P<0,001$); 36,14 ($P<0,05$) и 9,15 % соответственно.

При применении изучаемого препарата происходит менее выраженное повышение концентрации мочевины в сыворотке крови относительно аналогов из контрольной группы. Изменение концентраций мочевины происходило в пределах физиологической нормы.

ВЫВОДЫ

1. Ветом 1 повышает концентрацию общего белка в сыворотке крови. Наиболее выраженный эффект Ветом 1 регистрировали при применении препарата в дозе 50 мг/кг ежедневно в течение 30 суток.

2. Концентрация альбуминов в сыворотке крови увеличивается незначительно при применении Ветом 1 пять суток ежедневно, затем через сутки в течение месяца, а при назначении препарата ежедневно в течение 30 суток происходит понижение содержания альбуминов.

3. Ветом 1 понижает концентрацию мочевины в сыворотке крови по сравнению с аналогами из контрольной группы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беденко А. Пробиотики в рационе телят // Животноводство России. Спецвыпуск по молочному скотоводству. – 2008. – С. 62–63.
2. Продуктивное действие комплекса пробиотических добавок /И.Ф. Горлов, В. А. Бараников, Н. А. Юрина [и др.] // Аграр. науч. журн. – 2014. – № 11. – С. 17–20.
3. Гордиенко П. А., Чуешов В. И. Разработка таблетированного синбиотика с кишечнорастворимым покрытием // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2009. – № 4. – С. 10–11.
4. Данилевская Н. В. Влияние пробиотика Лактобифадол на продуктивное здоровье дойных коров и фармакоэкономические эффекты его применения // Рос. вет. журн. С.-х. животные. – 2009. – № 4. – С. 12–16.
5. Новая белковая кормовая смесь в рационах молочных коров / В. Дектярев, Н. Торжков, Е. Кабанова, Д. Санков // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 3. – С. 27–28.
6. Влияние пробиотических препаратов на основе бактерий рода *Bacillus* на массу печени / Г. А. Ноздрин, С. Н. Тишков, А. Г. Ноздрин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 76–77.
7. Переваримость и использование питательных веществ высокопродуктивными коровами при скормливании МЭК-СХ-4 / М. П. Кирилов, Р. В. Некрасов, С. Ф. Хатаевская, Э. В. Удалова // Зоотехния. – 2008. – № 9. – С. 8–10.
8. Пробиотики в животноводстве / В. И. Левахин и [др.] // Вестн. мясн. скотоводства. – 2013. – Т. 1, № 79. – С. 7–10

9. Ноздрин Г.А., Иванова А.Б., Ноздрин А.Г. Теоретические и практические основы применения пробиотиков на основе бацилл в ветеринарии // Вестн. НГАУ. – 2011. – № 5 (21). – С. 87–95.
10. Ушакова Н.А., Некрасов Р.Ф., Правдин В.Г. Поколение пробиотических препаратов кормового назначения // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 184–192.
11. Данилевская Н.В. Фармакостимуляция продуктивности животных пробиотическими препаратами: автореф. дис. ... д-ра ветер. наук. – М., 2007. – 40 с.
12. Гринько О.М. Выделение и изучение перспективного пробиотического штамма спорообразующих бактерий рода *Bacillus* // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2009. – № 3. – С. 85–89.

REFERENCES

1. Bedenko A. *Zhivotnovodstvo Rossii. Spetsvypusk molochnomu skotovodstvu*, 2008, pp. 62–63. (In Russ.)
2. Gorlov I.F., Baranikov V.A., Yurina N.A. *Agrar. nauch. zhur*, 2014, No 11, pp. 17–20. (In Russ.)
3. Gordienko P.A., Chueshov V.I. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga*, 2009, No 4, pp. 10–11. (In Russ.)
4. Danilevskaya N.V. *Ros. vet. zhur. s-kh zhivotnye*, 2009, No 4, pp. 12–16. (In Russ.)
5. Dektyarev V., Torzhkov N., Kabanova E., Sankov D. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2008, No 3, pp. 27–28. (In Russ.)
6. Nozdrin G.A., Tishkov S.N., Nozdrin A.G., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No 10, pp. 76–77. (In Russ.)
7. Kirilov M.P., Nekrasov R.V., Khataevskaya S.F., Udalova E.V. *Zootekhnika*, 2008, No 9, pp. 8–10. (In Russ.)
8. Levakhin V.I. *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 2013, Vol 1, No. 79, pp. 7–10. (In Russ.)
9. Nozdrin G.A., Ivanova A.B., Nozdrin A.G. *Vestnik NGAU*, 2011, No 5 (21), pp. 87–95. (In Russ.)
10. Ushakova N.A., Nekrasov R.F., Pravdin V.G. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2012, No 1, pp. 184–192. (In Russ.)
11. Danilevskaya N.V. *avtoref. dis. ... d-ra vet. nauk*, Moscow, 2007, 40 pp.
12. Grin'ko O.M. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii*, 2009, No 3, pp. 85–89. (In Russ.)

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 В МЯСЕ БОРОВОЙ ДИЧИ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗОНАХ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Е. М. Петрова, кандидат ветеринарных наук,
Н. И. Алексеева, ассистент

Якутская государственная сельскохозяйственная
академия, Якутск, Россия
E-mail: ysaa.ykt@gmail.com

Ключевые слова: Якутия, боровая дичь, содержание радионуклидов, Южная зона, Центральная зона, Вилюйская зона, Северная зона

Реферат. Обсуждается актуальная в наше время проблема – контроль качества продуктов питания, в частности, содержания цезия-137 (^{137}Cs) и стронция-90 (^{90}Sr) в организме диких промысловых птиц – боровой дичи, обитающей на территории Республики Саха (Якутия). В регионе представители тетеревиных птиц (тетерев, куропатка, рябчик) являются объектом традиционного промысла местного населения и пользуются повышенным спросом на внутреннем рынке, поэтому данная тема является весьма актуальной. Объектом для исследований были тушки боровой дичи трех видов: тетерев, куропатка, рябчик. Радиационную безопасность мяса дикой промысловой птицы как пищевой продукции определяли ее соответствием допустимым уровням удельной активности радионуклидов: ^{137}Cs и ^{90}Sr . Нормативы элементов описаны ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В результате наших исследований получены следующие результаты: содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в тушках тетерева в Южной зоне – $70,54 \pm 0,71$ и $26,43 \pm 2,54$, Центральной – $64,81 \pm 0,18$ и $20,89 \pm 1,95$, Вилюйской – $73,12 \pm 0,01$ и $28,48 \pm 1,18$ Бк/кг. В Северной экологической зоне тетерев не обитает. Результаты исследования куропаток на содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr следующие: Южная зона – $69,04 \pm 2,95$ и $28,17 \pm 0,05$, Центральная – $58,69 \pm 2,18$ и $19,87 \pm 0,39$, Вилюйская – $70,84 \pm 1,55$ и $27,87 \pm 0,04$, Северная – $28,17 \pm 0,05$ и $10,83 \pm 0,50$ Бк/кг. При исследовании рябчиков установлено: содержание радионуклидов в Южной зоне – $71,24 \pm 1,95$, Центральной – $60,05 \pm 0,01$ и $21,11 \pm 1,95$, Вилюйской – $71,11 \pm 0,55$ и $11,47 \pm 0,32$ Бк/кг. По многолетним (2013–2018 гг.) итогам наших исследований, в мясе дикой промысловой птицы в Северной, Центральной, Вилюйской и Южной экологических зонах Республики Саха (Якутия) не было обнаружено превышения допустимой концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr .

CAESIUM-137 AND STRONTIUM-90 CONCENTRATION IN PINE FOREST MEAT IN DIFFERENT ECOLOGICAL ZONES OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

Petrova E.M., Candidate of Veterinary Sc.
Alekseeva N.I., Assistant

Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

Key words: Yakutia, upland game, radionuclide concentration, South zone, Central zone, Vilyuisk zone, Northern zone.

Abstract. The article discusses the current problem of food quality control, the content of strontium-90 and cesium - 137 in the body of wild game birds-wild game inhabiting the territory of the Republic

of Sakha (Yakutia). The object for research were carcasses of wild game 3 species: black grouse; partridge; grouse. Radiation safety of wild game as a food product was determined by its compliance with permissible levels of specific activity of radionuclides, in particular ^{137}Cs and ^{90}Sr . These indicators are regulated by TR CU 021/2011 "on food safety". According to the long-term (2013-2017) results of our studies ^{137}Cs and ^{90}Sr in carcasses of wild game, Northern, Central, Vilyuisk and southern ecological zones of the Republic of Sakha (Yakutia) was not found to exceed the permissible concentration. As a result of our research, the following results were obtained: the content of ^{137}Cs and ^{90}Sr in grouse carcasses: southern - 70.54 ± 0.71 and 26.43 ± 2.54 ; Central - 64.81 ± 0.18 and 20.89 ± 1.95 ; Vilyuiskaya - 73.12 ± 0.01 and 28.48 ± 1.18 . Black grouse does not live in the Northern ecological zone. The results of the study of partridges are as follows: South - 69.04 ± 2.95 and 28.17 ± 0.05 ; Central - 58.69 ± 2.18 , 19.87 and ± 0.39 ; Vilyui - 70.84 ± 1.55 and 27.87 ± 0.04 ; North - 28.17 ± 0.05 and 10.83 ± 0.50 . In the study of grouse is established: the content of radionuclides in the southern zone - 71.24 ± 1.95 ; Central was 60.05 ± 0.01 and of 21.11 ± 1.95 ; Vilyui - 71.11 ± 0.55 and of 11.47 ± 0.32 . According to the results of our studies, the data of exceeding the maximum concentration of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the carcasses of wild game in all ecological zones of Yakutia were not established.

Республика Саха (Якутия) имеет большую территорию, где одним из основных видов хозяйственной деятельности является охота. Крайний Север богат запасами боровой дичи, промысел которой всегда занимал особое место в Якутии. Пищевая ценность дичи играет существенную роль при выживании в экстремальных условиях [1]. В регионе представители тетеревиных птиц (тетерев, куропатка, рябчик) являются объектом традиционного промысла местного населения и пользуются повышенным спросом на внутреннем рынке, поэтому данная тема является весьма актуальной [2].

Пернатая дичь является индикатором состояния окружающей среды на территории обитания. Ухудшение экологической обстановки может достоверно отражаться на качестве и безопасности продуктов ее промысла. В зонах функционирования крупных промышленных предприятий, испытательных полигонов и агрохимических аномалий, где в экосистеме накапливаются в большом количестве различные токсиканты, в организме животных и птиц и их продукции часто выявляются вредные вещества, опасные для человека [3–5].

В Якутии добывают алмазы, золото, олово, уголь и т.п. Деятельность местных промышленных предприятий пагубно влияет на экологическую ситуацию Крайнего Севера, так как вместе с полезными ископаемыми

извлекаются сопутствующие радиоактивные материалы [6].

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в организме дикой промысловой птицы в настоящее время, судя по литературным источникам, изучено недостаточно. Изучение боровой дичи связано с определенными трудностями, так как содержание ее в домашних условиях невозможно. Дикая оседлая птица мало изучена, нет окончательных результатов исследований в природных условиях, т.к. ареал боровой дичи очень велик и отличается средой обитания [7–9].

Целью нашей работы является изучение накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в мышечной ткани разных видов боровой дичи в разных экологических зонах Крайнего Севера – Южной, Вилуйской, Центральной и Северной.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом для исследований послужили тушки боровой дичи трех видов: тетерев, куропатка, рябчик (рис. 1–3).

Радиационная безопасность мяса боровой дичи определяется по ее соответствию допустимым уровням удельной активности радионуклидов, в частности ^{137}Cs и ^{90}Sr . Эти показатели регламентированы ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Допустимые уровни в мясе ^{137}Cs – 300 Бк/кг, ^{90}Sr – 80 Бк/кг [8].

Содержания цезия-137 и стронция-90 в мясе боровой дичи в разных экологических зонах Якутии
(n=15), Бк/кг

The content of cesium-137 and strontium-90 in the meat of pine forest in different ecological zones of the
Republic of Sakha (Yakutia) n = 15

Экологическая зона	Тетерев		Куропатка		Рябчик	
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Южная	70,54± 0,71	26,43±2,54	69,04±2,95	26,43±1,58	71,24±1,95*	24,43±0,05
Центральная	64,81± 0,18*	20,89± 1,95*	58,69±2,18	19,87±0,39	60,05±0,01	21,11±1,95
Вилуйская	73,12± 0,01*	28,48±1,18*	70,84±1,55*	27,87±0,04*	71,11±0,55	29,01±2,18*
Северная	Не обитает	Не обитает	28,17±0,05*	10,83±0,50*	29,08±0,35*	11,47±0,32*

* P≤0,001.



Рис. 1. Тушка тетерева (фото Е. М. Петровой)
Black grouse carcass (Photo Petrova E. M.)



Рис. 2. Тушка куропатки (фото Е. М. Петровой)
Partridge carcass (Photo Petrova E. M.)



Рис. 3. Тушка рябчика (фото Е. М. Петровой)
Grouse carcass (Photo Petrova E. M.)

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в пробах животного происхождения определяли на γ - β -спектрометрической установке со сцинтилляционным (NaI) блоком детектирования и низкофоновом β -счетчике в свинцовой защите. Спектрограммы обрабатывали на компьютере Olivetti M-290 с помощью пакетов программ PROGRESS 320, разработанных в НПО ВНИИФТРИ. Установка прошла аттестацию в соответствии с требованиями Госстандарта [2].

Статистическую обработку проводили методом вариационной статистики с использованием StatSoft Statistica v6.0 Rus и электронных таблиц Microsoft Office Excel 2010. Уровень достоверности различий средних величин в случаях нормального распределения определяли с помощью критерия Стьюдента [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные в 2013–2017 гг. исследования по уровню загрязнения мышечной ткани дикой оседлой птицы радионуклидами ^{137}Cs и ^{90}Sr показали следующие результаты (таблица). Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в тушках тетерева в Южной зоне – $70,54 \pm 0,71$ и $26,43 \pm 2,54$, Центральной – $64,81 \pm 0,18$ и $20,89 \pm 1,95$, Вилуйской – $73,12 \pm 0,01$ и $28,48 \pm 1,18$ Бк/кг

соответственно. В Северной экологической зоне тетерев не обитает.

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в тушках куропаток: Южная зона – $69,04 \pm 2,95$ и $28,17 \pm 0,05$, Центральная – $58,69 \pm 2,18$ и $19,87 \pm 0,39$, Вилуйская – $70,84 \pm 1,55$ и $27,87 \pm 0,04$, Северная – $28,17 \pm 0,05$ и $10,83 \pm 0,50$ Бк/кг соответственно.

При исследовании рябчиков установлено: содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в Южной зоне – $71,24 \pm 1,95$ и $24,43 \pm 0,05$, Центральной – $60,05 \pm 0,01$ и $21,11 \pm 1,95$, Вилуйской – $71,11 \pm 0,55$ и $29,01 \pm 2,18$, Северной – $29,08 \pm 0,35$ и $11,47 \pm 0,32$ Бк/кг соответственно.

Почвенно-климатические условия и большая протяженность по световым направлениям, а также неоднородность и специфичность рельефа обуславливают значительные разнообразия растительного покрова.

Боровая дичь потребляет количество растительной пищи. По литературным данным, в ней отмечается в достаточной мере повышенное содержание искусственных радионуклидов, что определяет высокий уровень концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr в мышечной ткани некоторых видов боровой дичи. Как показали наши исследования, уровень загрязнения мяса боровой дичи по ^{137}Cs и ^{90}Sr не превышал предельно допустимого уровня.

Результаты наших исследований подтверждают данные Л.П. Шапкиной [3], Б.В. Уша, Т.Г. Андриановой [9].

ВЫВОДЫ

1. Самое высокое накопление ^{137}Cs (не превышающее ПДК) выявлено у тетерева – 73,12 Бк/кг, самое низкое у куропатки – 28,17 Бк/кг. Низкое содержание ^{90}Sr отмечено у куропатки – 10,83 Бк/кг, высокое у рябчика – 29,01 Бк/кг. Мы считаем, что накопление радионуклидов зависит от рациона питания,

и объем принимаемой пищи имеет прямую связь с уровнем содержания радионуклидов в мясе боровой дичи, поэтому у крупной птицы уровень содержания выше, чем у мелкой.

2. Наиболее высокие концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr установлены в мясе боровой дичи Южной и Вилуйской зон. В Северной и Центральной зонах Республики Саха (Якутия) они значительно меньше. Это объясняется тем, что в Вилуйской зоне находятся объекты алмазодобывающих предприятий, а в Северной зоне развита горно-добывающая промышленность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Петрова Е. М. Ветеринарно-санитарная экспертиза и товароведческая характеристика мяса боровой дичи в условиях Республики Саха (Якутия): автореф. дис. ... канд. ветер. наук. – СПб., 2017. – 23с.
2. Петрова Е.М., Малтугуева М.Х. Содержание радионуклидов в мясе боровой дичи в Республике Саха (Якутия) // Вестн. Бурят. гос. с.-х. акад. им. В.Р. Филиппова. – 2013. – № 1 (30). – С. 146–148.
3. Шапкина Л. П. Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса пернатой дичи: автореф дис. ... канд. ветер. наук. – М., 2003. – 217 с.
4. Баранович Е. С., Гиченкова Е. Е., Корсаков А. В. Экологическая безопасность птицеводческой продукции в условиях продовольственных рынков // Ветеринарная патология. – 2011. – № 4. – С. 114–117.
5. Бударков В. А., Маяков Е. А. Ветеринарно-санитарная экспертиза продукции животноводства, полученной от животных на загрязненной радионуклидами территории // Ветеринарная патология. – 2002. – № 3. – С. 110–117.
6. Бурова Т.Е. Биологическая безопасность сырья и продуктов питания. Потенциально опасные вещества биологического происхождения: учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 136 с.
7. Смирнов П. Н., Павлова А. И., Владимиров Л. Н. Экологические проблемы ветеринарной медицины в Якутии: монография. – Якутск, 2000. – 168 с.
8. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов уоя диких промысловых животных и пернатой дичи: учеб. пособие / И.Г. Серегин, А.А. Кунаков, М.Ф. Боровков, В.С. Касаткин. – М.: МГУПБ, 2004. – 190 с.
9. Уша Б. В., Андрианова Т. Г. Накопление радионуклидов в организме сельскохозяйственных животных и птиц// Успехи современного естествознания. – 2006. – № 3. – С.71–73.
10. О безопасности пищевой продукции: Технический регламент Таможенного союза № ТР ТС 021/2011. – Казань, 2011. – С. 192–193.

REFERENCES

1. Petrova E. M. *Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza i tovarovedcheskaya kharakteristika myasaborovoi dichi v usloviyakh Respubliki Sakha (Yakutiya)*, Extended abstract of candidate's thesis, S. Peterburg, 2017, 23 p.

2. Petrova E.M., Maltugueva M. Kh. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi s. – kh. Akademii m. V.R. Filippova*, 2013, No 1 (30), pp. 146–148. (In Russ.)
3. Shapkina L.P. Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza myasa pernatoi dichi, Extended abstract of candidate's thesis, Moscow, 2003, 217 p.
4. Baranovich E.S., Gichenkova E.E., Korsakov A.V. *Veterinarnaya patologiya*, 2011, No 4, pp. 114–117. (In Russ.)
5. Budarkov V.A., Mayakov E.A., *Veterinarnaya patologiya*, 2002, No 3, pp. 110–117. (In Russ.)
6. Burova T.E. *Biologicheskaya bezopasnost' syr'ya i produktov pitaniya. Potentsial'no opasnye veshchestva biologicheskogo proiskhozhdeniya* (Biological safety of raw materials and food. Potentially hazardous substances of biological origin), Sankt-Peterburg: NIU ITMO, IKhBT, 2014, 136 p.
7. Smirnov P.N., Pavlova A.I., Vladimirov L.N. *Ekologicheskie problem veterinarnoi meditsiny v Yakutii: monografiya* (Ecological problems of veterinary medicine in Yakutia), Yakutsk, 2000, 168 p.
8. Seregin I.G., Kunakov A.A., Borovkov I.G., Kasatkin V.S. *Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza produktov uboya dikikh promyslovykh zhivotnykh i pernatoi dichi*, (Veterinary and sanitary examination of products of slaughter of wild game animals and game birds), Moscow, MGUPB, 2004, 190 p.
9. Usha B.V., Andrianova T.G. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2006, No 3, pp.71–73. (In Russ.)
10. *O bezopasnosti pishchevoi produktsii* (Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza, about food safety), No. TR TS 021/2011, Kazan, 242 p.

МОРФОЛОГИЯ ГЛУБОКОЙ ПЛЕЧЕВОЙ АРТЕРИИ ГРУДНОЙ КОНЕЧНОСТИ ДОМАШНЕГО СЕВЕРНОГО ОЛЕНЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ

¹М. С. Потапов, аспирант

¹К. Р. Нифонтов, кандидат ветеринарных наук, доцент

¹А.Н. Белогуров, доктор ветеринарных наук, профессор

²С. В. Федотов, доктор ветеринарных наук, профессор

¹Якутская государственная сельскохозяйственная
академия, Якутск, Россия

²Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА
им. К. И. Скрябина, Москва, Россия
E-mail: kosnif@yandex.ru

Ключевые слова: артерии, со-
суды, морфология, грудная ко-
нечность, домашний северный
олень

Реферат. У северного оленя недостаточно изучена морфология сосудистой системы. Практический интерес вызывает дистальный отдел грудной и тазовой конечностей, которым олень опирается на почву и часто его травмирует, что в летнее время приводит к возникновению и развитию некробактериозных поражений. В постнатальный период развития наиболее интенсивный рост длины и диаметра магистральных артерий отмечается в первый год жизни животного, особенно в первый месяц. В этот период новорожденный теленок попадает в новые условия существования, усиленно начинают функционировать органы движения. К возрасту 3–3,5 года рост магистральных артерий в длину практически заканчивается. В данной работе представлены особенности кровоснабжения грудных конечностей домашнего северного оленя, обусловленные выраженным развитием второго и пятого пальцев. Абсолютная скорость прироста длины артерий у новорожденных – 0,5, месячных – 0,6 см в сутки. В последующие годы жизни животных она неравномерно снижается до 0,03 см у трехлетних оленей. Относительный диаметр артерий к длине конечности в постнатальном периоде развития снижается от 4,4 % у новорожденных до 3,3 % у старых оленей. Неравномерность изменений абсолютных и относительных показателей развития артерий грудной конечности можно объяснить разными темпами развития сосудов, костей, суставов и мышц конечностей.

MORPHOLOGY OF BRACHIAL PROFUNDA ARTERY OF THE DOMESTIC REINDEER'S THORACIC LIMB IN ONTOGENESIS

¹ Potapov M.S., PhD-student

¹ Nifontov K.R., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor

¹ Belogurov A.N., Doctor of Veterinary Sc., Professor

² Fedotov S.V., Doctor of Veterinary Sc., Professor

¹ Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

² Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA
named after K.I. Skryabin

Key words: arteries, vessels, morphology, thoracic limb, domestic reindeer/

Abstract. The authors argue the reindeer's vascular morphology is not sufficiently investigated. They focus on the distal part of the thoracic and pelvic limbs, which the reindeer steps on the ground and hurts it often, as it leads to necrobacterial lesions in summer. In the postnatal period of the reindeer

growth, the most intensive one in the length and diameter of the main arteries is observed in the first year, especially in the first month. During this period, the newborn deer gets into the new conditions of existence and the organs of movement become more and more functional. By the age of 3 - 3.5 years, the growth of the main arteries in length is almost over. The paper explores the features of blood supply of the thoracic limbs of a domestic reindeer, caused by the prominent growth of the second and fifth fingers. The absolute growth of arterial length in newborns and deers aged 0.5 months is 0.6 cm per day. In the following years of life, the length is reduced to 0.03 cm in the reindeers aged 3 y.o. The relative diameter of the arteries to the limb length in the postnatal period decreases from 4.4% in newborns to 3.3% in old deer. The irregularity of changes in the absolute and relative development of the thoracic limb arteries can be explained by different growth of blood vessels, bones, joints and limb muscles.

Республика Саха (Якутия) – один из крупнейших в территориальном и экономическом отношении регионов России, занимающийся северным оленеводством. Сохранение и развитие северного оленеводства основывается на дифференцированном подходе, учете национальных и территориальных особенностей ведения и современного уровня развития отрасли, в том числе исследований организма оленей. Оленеводство как основная отрасль северного животноводства играет большую роль в укладе жизни, экономике и культуре народов Севера [1].

Морфофункциональные параметры сосудов оленя могут быть учтены при объективной оценке их адаптации к среде обитания [2]. У северного оленя недостаточно изучена морфология сосудистой системы. Однако анатомия сосудов с артериями и венами, находящимися в тесном контакте друг с другом по всей длине конечности, изучались довольно подробно как система эффективного противоточного теплообмена [3, 4]. Исследования магистральных сосудов тазовой конечности представлены в работах нескольких авторов [2, 5, 6]. Практический интерес вызывает дистальный отдел грудной и тазовой конечностей, которым олень опирается на почву и часто его травмирует, что в летнее время приводит к возникновению и развитию некробактериозных поражений.

Изучение сосудистой системы северного оленя в разные годы проводили А.И. Акаевский [7], В.А. Лисовиченко

[8], П.М. Мажуга [9], А.Х. Лайшев [6], К.С. Кириков, И.С. Решетников [5]. По мнению А.И. Акаевского, у северного оленя в области предплечья имеются следующие артерии: срединная, срединно-лучевая, поверхностная лучевая, коллатеральная ветвь и дорсальная межкостная. Поверхностная лучевая артерия является ветвью коллатеральной лучевой артерии. В.А. Лисовиченко в области предплечья северного оленя обнаруживает срединную, лучевую, межкостную ветвь и возвратную межкостную локтевую артерию. По его мнению, локтевая артерия является продолжением общей межкостной артерии [7, 8]. В области кисти артериальные сосуды располагаются на ее дорсальной и пальмарной поверхностях. Установлено, что чем больше лучей имеет кисть, тем большее количество артерий идет вдоль пясти; оно удваивается в области пальца [4, 9].

Более всестороннее и глубокое исследование сосудов конечностей северного оленя поможет выяснению закономерностей морфологических проявлений адаптации сосудов конечностей различной функциональной значимости к условиям обитания, в том числе и к экстремальным условиям Крайнего Севера.

Цель исследований – изучить анатомическую и морфометрическую характеристику глубокой плечевой артерии грудной конечности в разных возрастных группах северного оленя, обитающего в горно-таежных районах Якутии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор материала проводился в оленеводческих хозяйствах и общинах Жиганского, Оймяконского улусов Республики Саха (Якутия) в 2016–2017 гг. Все оленеводческие хозяйства расположены в северной горнотаетежной зоне Якутии. Экспериментальный материал получен от клинически здоровых животных во время массового убоя оленей. Брели левые и правые грудные конечности животных обоего пола. Возраст животных определяли по хозяйственным и зоотехническим документам, в некоторых случаях – по зубной системе [7, 10]. Всего исследовали по 2 грудных конечности от 21 особи в возрасте 1–3 дней, 1, 6, 12 мес; 3–3,5 года, 5–8 лет и старше 10 лет по 3 головы в каждой группе.

Полученный материал бирковали, упаковывали в картонные ящики и замораживали до дальнейшей обработки. Анатомическое исследование сосудов конечностей проводили методом тонкого препарирования. Кровеносные сосуды предварительно наполняли затвердевающими массами. В качестве

инъекционной массы использовали 5–6 %-й раствор желатина с красителем [11]. Желатин заливали на несколько часов небольшим количеством теплой воды. В набухший желатин добавляли горячую воду из расчета, чтобы конечная концентрация желатина составила 5–6 г на 100 мл воды, и ставили в термостат при температуре 50–60 °С до полного растворения. Полученный раствор подкрашивали красной гуашью – 20–25 мл краски на 200 мл раствора и фильтровали через марлю.

Для лучшего наполнения мелких сосудов материал разогревали на водяной бане при 35–36 °С в течение 3–4 ч. Перед наливкой сосудов все суставы и мягкие ткани конечностей тщательно массировали и обескровливали промыванием водой. Для выяснения взаимоположения артерий проводили двойную цветную наливку сосудов. Артерии наполняли через подмышечную артерию 5–6 %-м раствором желатина (рисунок). Критерием заполнения артериальной системы конечностей служило пружинящее сопротивление поршня шприца, который под давлением массы поднимается в цилиндре [5, 12, 13].



Наполнение артерий 5 %-м раствором желатина
Filling of arteries with 5 % gelatin solution

При анатомическом исследовании сосудов конечностей оленя подсчитывали количество основных ветвей каждого исследуемого сосуда, обращали внимание на тип ветвления, взаимоотношение артерий, вен и нервов меж-

ду собой, а также с другими анатомическими структурами конечностей.

Длину сосудов измеряли ниткой, а затем отмеченный отрезок прикладывали к миллиметровой линейке. Диаметр сосудов измеряли под микроскопом МБС-2 при помощи окуляр-

микрометра с ценой деления 0,1 мм. Диаметр крупных сосудов определяли по формуле

$$D=C/\pi,$$

где D – диаметр сосуда, мм;

C – длина окружности сосуда, мм;

π – коэффициент.

Для характеристики возрастных изменений сосудов конечностей определяли абсолютную и относительную скорость роста длины и диаметра сосудов; коэффициент (кратность) роста длины и диаметра сосудов; темп роста длины и диаметра сосудов; относительную длину и диаметр сосудов к длине свободной конечности и к массе животных.

Абсолютную скорость роста длины и диаметра сосудов вычисляли по формуле И.И. Шмальгаузена:

$$A = (W - W^0) / t,$$

где A – абсолютная скорость роста сосуда;

W^0 – начальный размер сосуда;

W – конечный размер сосуда;

t – время (разница в возрасте между группами).

Относительный рост длины и диаметра сосудов вычисляли по формуле

$$K = (W - W^0) / W^0 \cdot 100 \%,$$

где K – коэффициент относительного роста сосуда;

W^0 – начальный размер сосуда;

W – конечный размер сосуда. За начальный размер в каждой следующей возрастной группе брали размер предыдущей группы.

Коэффициент (кратность) роста сосудов определяли по формуле

$$K = L_2 / L_1,$$

где L_1 – начальный размер сосуда;

L_2 – конечный размер сосуда.

Полученный цифровой материал обрабатывали с помощью электронной таблицы Microsoft Office Excel с определением достоверности по Стьюденту. Анатомические термины приведены в соответствии с международной анатомической номенклатурой [3, 13, 14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Глубокая плечевая артерия отходит от плечевой артерии назад на уровне нижнего конца большой круглой мышцы тремя самостоятельными сосудами. Проксимальная глубокая плечевая артерия проходит назад и васкуляризирует латеральную головку трехглавой мышцы плеча. Средняя глубокая плечевая артерия отходит назад очень коротким общим стволиком с дистальной глубокой артерией. Она разветвляется в медиальную и длинную головку трехглавой мышцы плеча и в напрягатель фасции предплечья. Дистальная глубокая плечевая артерия идет вниз по латеральной поверхности плеча и по ходу отдает

Таблица 1

Возрастные изменения средней длины и диаметра глубокой плечевой артерии северного оленя ($P \geq 0,05$)
Age-related changes in the average length and diameter of brachial profunda artery of a reindeer ($n=3$) ($p \geq 0,05$)

Возраст	Прирост длины			Прирост диаметра		
	абсолютный, см	относительный, %	коэффициент	абсолютный, мм	относительный, %	коэффициент
1–3 дня	3,80±0,11	15,1	1,15	1,90±0,07	5,0	1,05
1 мес	4,40±0,26	15,7	1,15	2,10±0,07	10,5	1,10
6 мес	5,80±0,11	31,8	1,31	2,50±0,15	19,0	1,19
12 мес	6,80±0,16	17,2	1,17	2,80±0,10	12,0	1,12
3–3,5 года	7,60±0,13	11,7	1,11	3,00±0,16	7,1	1,07
5–8 лет	7,50±0,10	1,3	-	3,10±0,11	3,3	-
Старше 10 лет	7,50±0,12	0	-	2,90±0,15	0	-

веточки во внутреннюю плечевую мышцу и в латеральную и длинную головки трехглавой мышцы.

Длина и диаметр средней глубокой плечевой артерии в онтогенезе увеличивались неравномерно (табл. 1). Абсолютная длина в возрасте 6 мес по сравнению с новорожденными телятами увеличивалась в 2,0 раза, а диаметр – в 1,6 раза. В дальнейшем наибольший абсолютный и относительный прирост длины и диаметра артерий отмечается в первые годы жизни.

Наиболее высокая абсолютная скорость прироста длины глубокой плечевой артерии отмечена у новорожденных от 1 до 3 дней, телят от рождения до 1 мес (0,5 и 0,6 см), диаметра – у телят от рождения до 1 мес (0,2 мм). В последующие годы жизни животных увеличение длины и диаметра замедляется и к 5–8-летнему возрасту прекращается (табл. 2).

Наибольший относительный прирост длины и диаметра глубокой плечевой артерий отмечен у молодняка от рождения до 6-месяч-

Таблица 2

Возрастные изменения относительной длины и диаметра глубокой плечевой артерии северного оленя ($P \geq 0,05$)

Age-related changes in the average length and diameter of brachial profunda artery of a reindeer ($n=3$) ($p \geq 0,05$)

Возраст	Абсолютная скорость роста		Относительная длина, %		Относительный диаметр, %	
	длина, см	диаметр, мм	к длине свободной конечности	к массе животного	к длине свободной конечности	к массе животного
1–3 дня	0,50	0,10	8,8	63,3	4,4	31,6
1 мес	0,60	0,20	7,3	27,5	3,5	13,1
6 мес	0,28	0,08	8,0	10,3	3,4	4,4
12 мес	0,16	0,05	8,6	9,7	3,5	4,0
3–3,5 года	0,03	0,01	8,9	7,4	3,5	2,9
5–8 лет	0	0	8,8	7,1	3,6	2,9
Старше 10 лет	0	0	8,7	6,3	3,3	2,4

ного возраста (31,8 и 19,0% соответственно). В последующие годы он снижается до 1,3 и 3,3% соответственно у 5–8-летних животных, после чего прекращается (см. табл. 1, 2).

Коэффициент роста длины и диаметра глубокой плечевой артерии максимально высокий у 6-месячного молодняка (1,31). В остальных возрастных группах он колеблется от 1,11 до 1,17. У оленей 5–8 лет коэффициент составил 1,3 и 3,3 соответственно, в возрасте старше 10 лет абсолютный рост длины и диаметра равен нулю, соответственно и коэффициент роста будет 0.

Темп роста длины и диаметра глубокой плечевой артерии по отношению к 5-летнему возрасту у новорожденных телят составляет 50,4 и 61,3%, у месячных – 57,9 и 67,7, у 6-месячного молодняка – 76,3 и 80,6, у 12-месяч-

ных оленей – 89,5 и 90,3, у 3-летних – 100,0 и 96,8%.

Относительные длина и диаметр глубокой плечевой артерии к длине свободной грудной конечности у 5–8-летних оленей составляют 8,8 и 3,6% соответственно.

Относительная длина артерий к длине конечности – от 8,8% у новорожденных до 8,8–8,9% у 3–5-летних оленей.

Относительный диаметр артерий к длине конечности в постнатальном периоде развития снижается от 4,4% у новорожденных до 3,3% у старых оленей.

ВЫВОДЫ

1. Неравномерность изменений абсолютных и относительных показателей артерий

грудной конечности можно объяснить разными темпами развития сосудов, костей, суставов и мышц конечностей. Между абсолютным приростом длины, диаметра и возрастом животного имеется прямая корреляция, в то время как относительные длина, диаметр сосудов находятся в обратной корреляции.

2. В постнатальный период развития наиболее интенсивный рост длины и диаметра магистральных артерий отмечается в первый год жизни животного, особенно в первый ме-

сяц. В этот период новорожденный теленок попадает в новые условия существования, усиленно начинают функционировать органы движения. К возрасту 3–3,5 года рост магистральных артерий в длину практически заканчивается, что является свидетельством прекращения роста костей. В то же время рост боковых ветвей сосудов (в длину, ширину) продолжается, что связано с изменениями объема конечностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современное состояние и социальное значение северного оленеводства Республики Саха (Якутия) / П. А. Тарабукин, И. И. Слепцов, В. А. Мачахтырова, Г. Н. Мачахтыров // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы Междунар. молодеж. аграр. форума. – Белгород, 2018. – С. 98–103.
2. Кириков К. С. Морфофункциональная характеристика артерий грудной конечности северного оленя // Вестн. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 4. – С. 62–63.
3. Olsson E. A. M. Peripheral heterothermia in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) // MS thesis. – Universitetet i Tromsø, 2011. – 96 p.
4. The relative plasma availabilities of ivermectin in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) following subcutaneous and two different oral formulation applications / A. Oksanen [et al.] // Acta veterinaria scandinavica. – 2014. – Vol. 56, N 1. – P. 76.
5. Кириков К. С., Решетников И. С. Функциональная морфология кровеносных сосудов конечностей северного оленя: – Якутск: Якутия, 2012. – 112 с.
6. Лайшев А. Х. Артерии кисти и стопы северного оленя // Проблемы животноводства и пушного звероводства на Крайнем Севере. – Новосибирск, 1977. – С. 29–34.
7. Акаевский А. И. Анатомия северного оленя. – М.: Рипол классик, 2013. – 334 с.
8. Лисовиченко В. А. Артерии кисти северного оленя // Актуальные проблемы ветеринарной медицины. – СПб.: СПбГАВМ, 1999. – С. 70–72.
9. Мажуга П. М. Морфофункциональные особенности кровеносной системы суставов конечностей млекопитающих // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1960. – Вып. 6. – С. 70–79.
10. Клевезаль Г. А., Клейненберг С. Е. Определение возраста млекопитающих по слоистым структурам зубов и кости / АН СССР. Ин-т морфологии животных им. А. М. Северцова. – М.: Наука, 1967. – 144 с.
11. Иосифов Г. М. Способы инъекций лимфатических сосудов. – СПб.: Типография Я. Трей, 1904. – 8 с.
12. Нифонтов К. Р. Структурно-функциональные изменения коленного сустава у крыс при экспериментальном артрите // Междунар. вестн. ветеринарии. – 2013. – № 1. – С. 23–26.
13. Koch T. Lehrbuch der Veterinar-anatomie. – Jena, 1970. – Bd. 2. – P. 381.
14. Зеленовский Н. В. Международная ветеринарная анатомическая номенклатура. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.

REFERENCES

1. Tarabukin P.A., Sleptsov I.I., Machakhtyrova V.A., Machakhtyrov G.N. *Mezhdunarodnyi molodezhnyi agrarnyi forum Agrarnaya nauka v innovatsionnom razvitii APK*, 2018, pp. 98–103.
2. Kirikov K.S. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2013, No 4, pp. 62–63. (In Russ.)
3. Olsson E.A.M. *Peripheral heterothermia in reindeer (Rangifer tarandus tarandus)*, MS thesis, Universitetet i Tromsø, 2011, 96 pp.
4. Oksanen A., Åsbakk K., Raekallio M., Nieminen M. The relative plasma availabilities of ivermectin in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) following subcutaneous and two different oral formulation applications, *Acta veterinaria scandinavica*, 2014, 56 (1), pp.76.
5. Kirikov K. S., Reshetnikov I. S. *Funktsional'naya morfologiya krovenosnykh sosudov konechnostei severnogo olenya*, Yakutsk: Mediakholding Yakutiya, 2012, pp. 112.
6. Laishev A. Kh. *Problemy zhivotnovodstva i pushnogo zverovodstva na Krainem Severe*, Novosibirsk, 1977, pp. 29–34. (In Russ.)
7. Akaevskii A. I. *Anatomiya severnogo olenya*, Moscow, Izdatel'stvo Ripol klassik, 2013, pp.334.
8. Lisovichenko V.A. *Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny*. SPb, SPbGAVM, 1999, pp.70–72. (In Russ.)
9. Mazhuga P.M. *Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii*, 1960. Issue 6, pp. 70–79. (In Russ.)
10. Klevezal' G.A., Kleinenberg S.E. *Opredelenie vozrasta mlekopitayushchikh po sloistym strukturam zubov i kosti*, AN SSSR, In-t morfologii zhivotnykh im. A.M. Severtsova, Moscow, Nauka, 1967, 144 p.
11. Iosifov G.M. *Sposoby in'ektsii limfaticeskikh sosudov*, SPb, Tipografiya Ya. Trei, 1904, 8p.
12. Nifontov K. R. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*, SPb, 2013, No 1, pp. 23–26. (In Russ.)
13. Koch T. *Lehrbuch der Veterinar-anatomie, Jena*, 1970, Bd. 2, 381 p.
14. Zelenevskii N.V. *Mezhdunarodnaya veterinarnaya anatomicheskaya nomenklatura*, Sankt-Peterburg, Lan', 2013, 400 p.

**ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ
АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОДЕРЖАНИЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО МЯСНОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ**

И.И. Слепцов, кандидат экономических наук
Якутская государственная сельскохозяйственная
академия, Якутск, Россия
E-mail: ysaa.ykt@gmail.com.

Ключевые слова: скотоводство, калмыцкая порода, аборигенный скот, климат, температура, технология

Реферат. Приведено обоснование разработки и внедрения адаптивной технологии содержания мясного скота калмыцкой породы с учетом специфичных природно-климатических условий Якутии. Из истории животноводства Якутии известно, что с целью улучшения продуктивных качеств местного поголовья в разные годы завозили культурные породы скота, в основном молочного и мясо-молочного направления. Животных мясного направления продуктивности, таких как казахская белоголовая, герефордская, калмыцкая и галловейская, в XX в. завозили для проведения промышленного скрещивания с коровами мясомолочного направления с целью получения помесного молодняка с улучшенными мясными показателями. За все время развития скотоводство региона имело мясомолочное направление. Целенаправленно для чистопородного разведения и развития мясной отрасли по производству говядины мясные породы стали завозить только в последнее десятилетие. Так, в 2012 г. было завезено 200 голов скота герефордской породы, а с 2013 г. завозится скот калмыцкой породы. Как показала практика, акклиматизация чистопородных животных в условиях Якутии проходила крайне напряженно и сопровождалась случаями болезней, падежа и ухудшением воспроизводительных показателей коров. Особенно негативно эти моменты сказались на животных высокопродуктивной герефордской породы, что привело к её постепенному вырождению в условиях Якутии. Хотя специфические природно-климатические условия Якутии значительно отличаются от условий других традиционных регионов с развитым мясным скотоводством, в том числе от условий Республики Калмыкия, животные калмыцкой породы, выведенной на основе аборигенного степного скота, сравнительно хорошо адаптировались к суровым условиям данного региона. В связи с данным фактом и перспективами развития мясного скотоводства в Якутии назрела необходимость разработки адаптивной технологии мясного специализированного скотоводства с учетом сложных местных условий.

**GROUND FOR THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF PRECISION
TECHNOLOGIES IN ORDER TO KEEP SPECIFIC BEEF CATTLE UNDER
THE CONDITIONS OF YAKUTIA**

Sleptsov I.I., Candidate of Economics
Yakut State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

Key words: cattle breeding, Kalmyk breed, native cattle, climate, temperature, technology.

Abstract. The article demonstrates the research results on climate conditions of the Republic of Sakha (Yakutia) and grounds of application of precision technologies for breeding Kalmyk beef cattle on

the basis of specific natural and climate conditions of Yakutia. The history of animal breeding says that enhancement of local livestock's producing qualities in different years contributed to the fact that the stud breeds of cattle, generally dairy and beef-dairy types, were imported. Animals of the beef productivity type, known as Kazakh Whitehead cattle, the Hereford, the Kalmyk, and the Calloway breeds, were imported in order to receive crossbred youngsters with improved feeding and beef parameters. In all the time of the development, the cattle breeding in the region had beef-dairy types. The beef breeds were imported in the last decade for targeted purebred breeding and development of the beef industry for production of the beef. Therefore, in 2012, there were imported 200 animals of the Hereford cattle; the Kalmyk breed has been imported since 2013. The experience has shown that naturalizing of purebred animals to the breeding conditions of Yakutia was extremely stressful, and was followed by the diseases, falls, and decreasing of seed stock's reproductive indicators. Particularly negative impact was observed on the animals of the highly productive Hereford breed, and this caused gradual degeneration of the breed under conditions of Yakutia. Although, specific natural and climate conditions of Yakutia significantly differ from that in other regions with developed beef cattle breeding, the animals of the Kalmyk breed, which was bred on the basis of the native steppe cattle, were relatively well adapted to the harsh conditions of the region. The authors argue the necessity and urgency of adaptive technologies development on specialized beef cattle breeding with respect to the harsh local conditions.

Исторически Якутия, располагая обширной территорией, характеризуется как животноводческий регион. Сельское хозяйство Якутии развивается в сложных специфических природно-климатических условиях резко-континентального климата таежной, тундровой и лесотундровой зон [1], основными из которых являются низкие зимние, высокие в центральных районах и низкие в северных районах летние температуры, повсеместное залегание многолетнемерзлых грунтов [2]. Кроме того, отмечаются большие колебания как суточной, так и сезонной температуры, небольшое количество атмосферных осадков [3], обилие кровососущих насекомых в летнее время [4]. При разведении северных домашних оленей и табунных якутских лошадей применяются наработанные веками и многими поколениями оленеводов и коневодов специфические технологии традиционных отраслей, позволяющие разводить оленей и лошадей без скотопомещений и других капитальных построек. Основными же особенностями ведения мясомолочного скотоводства в данном регионе являются продолжительный период зимнего стойлового содержания крупного рогатого скота при крайне низких отрицательных температурах с сентября по май, в связи с чем обязательно

наличие скотопомещений для скота; сравнительно короткий летний пастбищный период – с конца мая до сентября и удаленность летников (сайылыков); относительно малые площади возделываемых пашен для кормовых культур и т.д. Все это создает определенные трудности при организации производства сельскохозяйственной продукции скотоводства. Это может особенно заметно отразиться на развитии мясного скотоводства в регионе, более зависимого от воздействия климатических условий разведения.

Технология специализированного мясного скотоводства имеет существенные отличия от технологии скотоводства молочно- и молочно-мясного направления по содержанию и кормлению скота. Это целая комплексная система, основными элементами которой являются развитие кормопроизводства, организация выпаса маточного поголовья с телятами по методу «корова – теленок» с управляемым пастбищеоборотом, организация нагула и откорма молодняка с созданием сети откормочных площадок (фидлотов) с убойными цехами.

Каждый регион России применяет адаптированную к своим природно-географическим условиям технологию мясного скотоводства [5]. В связи с этим разработка мето-

дов и способов адаптивных технологий разведения специализированных пород мясного скота с учетом местных природных и климатических условий Якутии является актуальной проблемой, представляющей научный и практический интерес для северного животноводства.

Целью работы является анализ климатических условий Республики Саха (Якутия) в плане обоснования разработки и внедрения адаптивной технологии содержания мясного скота калмыцкой породы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения климатических условий двух регионов использовали данные метеорологических наблюдений с 2010 по 2018 г. метеостанций г. Элиста Республики Калмыкия и г. Якутска Республики Саха (Якутия), а именно, показатели среднесуточной температуры воздуха по месяцам, среднемесячного количества осадков и относительной влажности воздуха. Представлен анализ применяемой технологии скотоводства Якутии. Проведенные исследования направлены на обоснование разработки отдельных элемен-

тов адаптивной технологии для содержания специализированного мясного скота калмыцкой породы с учетом климатических условий Республики Саха (Якутия).

Статистическая обработка метеоданных проводилась с помощью программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основной особенностью природно-климатических условий Республики Саха (Якутия) (РС (Я)), как и Республики Калмыкия (РК), является резко-континентальный климат и достаточно высокое расположение территорий над уровнем моря. Несмотря на это, в климате данных регионов имеется ощутимая разница, в частности, в характере изменений температуры воздуха, среднем количестве осадков, продолжительности и смене сезонов (табл. 1).

В годовой динамике показателей температуры воздуха Калмыкии наблюдаются четыре месяца с отрицательной среднемесячной температурой воздуха – с декабря по март, тогда как в Якутии семь месяцев – с октября по апрель.

Таблица 1

Сравнительная динамика температуры воздуха в Республике Калмыкия (РК) [6] и Республике Саха (Якутия) (РС (Я)) [7], °С

Comparative dynamics of the air temperature in the Republic of Kalmykia [6] and the Republic of Sakha (Yakutia) (RS (Ya)) [7], °C

Месяц	Среднемесячная температура			Абсолютный максимум			Абсолютный минимум		
	РК	РС (Я)	Отклонения	РК	РС (Я)	Отклонения	РК	РС (Я)	Отклонения
Январь	-6,70±0,15	-41,80±0,38	↓35,1	14	-5,8	↓19,8	-34	-63,0	↓29,0
Февраль	-6,00±0,36	-35,80±0,42	↓29,8	16	-2,0	↓18,0	-32	-64,4	↓32,4
Март	-0,70±0,33	-22,00±0,81	↓21,3	23	12,4	↓10,6	-27	-54,9	↓27,9
Апрель	8,50±0,18	-7,10±0,34	↓15,6	31	21,1	↓9,9	-11	-41,0	↓30,0
Май	16,50±0,56	6,00±0,12	↓10,5	37	31,1	↓5,9	-3	-18,1	↓15,1
Июнь	21,10±1,10	15,40±0,18	↓5,7	39	35,1	↓3,9	4	-5,3	↓9,3
Июль	24,20±0,71	18,90±0,63	↓5,3	42	38,4	↓3,6	9	-1,5	↓10,5
Август	23,00±0,56	15,00±0,88	↓8,0	43	35,4	↓7,6	5	-7,8	↓12,8
Сентябрь	16,50±0,23	6,00±0,44	↓10,5	37	27,0	↓10,0	-2	-14,8	↓12,8
Октябрь	9,10±0,17	-8,20±0,66	↓17,3	30	18,6	↓11,4	-10	-40,8	↓30,8
Ноябрь	1,80±0,18	-28,30±0,27	↓30,1	24	3,9	↓20,1	-28	-54,6	↓26,6
Декабрь	-3,60±0,22	-39,30±0,94	↓35,7	18	-3,9	↓21,9	-34	-59,8	↓25,8
Год	8,60±1,31	-9,80±1,34	↓18,4	43	38,4	↓4,6	-34	-64,4	↓30,4

Самым холодным месяцем в Калмыкии считается январь со среднемесячной температурой $-6,7^{\circ}\text{C}$, при этом средняя температура в зимние месяцы в данном регионе не опускается ниже -7°C , в Якутии же в течение пяти месяцев – с ноября по март включительно средняя температура ниже -20°C , а в самые холодные зимние месяцы декабрь и январь находится на уровне $-39,3^{\circ}$ и $-41,8^{\circ}\text{C}$ соответственно, что примерно на $35,1^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в степной зоне Калмыкии.

Продолжительность зимнего периода в Калмыкии составляет четыре месяца, или примерно 100–120 дней, а зимний стойловый период в Якутии продолжается более семи месяцев, или от 220 до 240 дней. Кроме того, межсезонные месяцы май и сентябрь, отличающиеся сравнительно низкими отрицательными температурами, также приравниваются к стойловому периоду, так как в это время животные находятся на подкормке грубыми кормами. Таким образом, продолжительность стойлового содержания в Якутии составляет 250–270 дней, что в 2–2,5 раза больше, чем в Калмыкии.

Среднемесячная температура в мае и сентябре, составляющая в среднем 6°C , существенно влияет на появление всходов кормовых трав весной и на значительное снижение питательной ценности трав осенью. Более благоприятное время для появления всходов и активной вегетации кормовых растений наступает при температуре воздуха $+6^{\circ}\text{C}$ и выше. Если в Калмыкии данный период длится с начала апреля до конца октября, т.е. в среднем от 205 до 210 дней, то в Якутии он начинается с третьей декады мая и продолжается до первой декады сентября, или 110–115 дней, что в 1,8 раза меньше, чем в Калмыкии. Это сказывается на продолжительности пастбищного периода, который в Якутии заметно короче. Кроме этого, сравнительно короткий вегетационный период кормовых растений, суровые условия зимнего периода, наличие вечной мерзлоты, низкое влагообеспечение в отдельные годы, ранние и поздние заморозки существенно сказываются на росте и развитии кормовых растений [8, 9] и сроках за-

готовки кормов, которая начинается в Якутии с 12 июля заканчивается лишь в сентябре.

Самыми теплыми в обоих регионах являются летние месяцы – с июня по август. Разница в показателях температуры воздуха в эти месяцы составляет от $5,3$ до $8,0^{\circ}\text{C}$. Однако в Калмыкии теплое время года, когда среднемесячная температура выше 16°C , включает также май и сентябрь, тогда как в Якутии май и сентябрь со средним показателем температуры 6°C остаются более прохладными, чем апрель со средней температурой $8,5^{\circ}\text{C}$ и октябрь с температурой $9,1^{\circ}\text{C}$. При этом в Калмыкии абсолютный максимум температуры в дневное время фиксируется в августе на уровне 43°C , а в Якутии – в июле, и данный показатель составил $38,4^{\circ}\text{C}$.

Амплитуда колебаний температуры в зимнее и летнее время в обеих республиках значительна: в Калмыкии – от -34°C до $+43^{\circ}\text{C}$, что в сумме составляет 77°C , в Якутии – от $-64,4^{\circ}\text{C}$ до $+38,4^{\circ}\text{C}$, или в сумме $103,2^{\circ}\text{C}$. Отметим, что данный показатель является одним из значительных показателей контраста температуры в теплое и холодное время года.

Среднее количество осадков в Калмыкии составляет 315, в Якутии – 236 мм, что ниже на 79 мм, или 25 % (рис. 1).

При этом большая часть осадков в обоих регионах приходится на теплое время года – с апреля по октябрь, в Калмыкии – 211 мм, или 67 % от среднегодового значения, в Якутии – 188 мм, или 80 % соответственно. Пик осадков в Калмыкии наблюдается в июне и составляет 39 мм, в Якутии самое большее количество осадков регистрируется в июле и августе – 40 и 38 мм соответственно. Разница между количеством осадков в самый сухой и влажный месяцы составляет 25 мм в Калмыкии и 34 мм в Якутии.

Среднегодовой показатель влажности в регионах находится практически на одном уровне и в Калмыкии составляет 71, в Якутии – 68 % (табл. 2). При этом в Калмыкии диапазон данного показателя достаточно значительный – наименьший показатель регистрируется на уровне 48 % в июле, а наибольший – в январе на уровне 92 %.

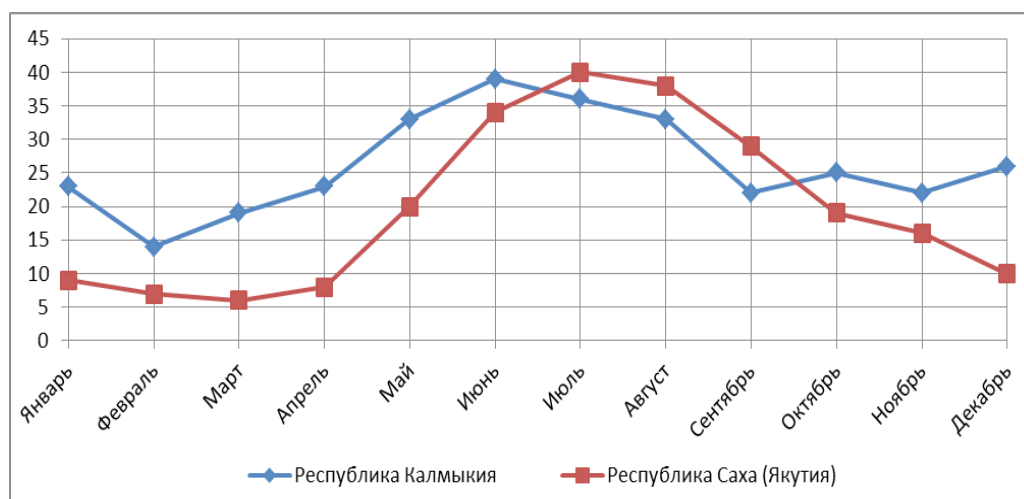


Рис. 1. Среднее количество осадков по месяцам в РС (Я) и РК, мм

Average monthly rainfall in the Republic of Sakha (Yakutia) and the Republic of Kalmykia, mm

Таблица 2

Относительная влажность воздуха в Республике Калмыкия [6] и Республике Саха (Якутия) [7]
по месяцам, %

Relative air humidity in the Republic of Kalmykia [] and the Republic of Sakha (Yakutia) [] by month, %

Месяц	РК	РС (Я)	Отклонения
Январь	92,00±1,11	74,00±2,15	↓18
Февраль	90,00±0,61	74,00±0,98	↓16
Март	84,00±2,59	69,00±1,34	↓15
Апрель	68,00±1,62	60,00±1,78	↓8
Май	58,00±2,94	53,00±0,66	↓5
Июнь	52,00±1,40	56,00±1,96	↑4
Июль	48,00±2,40	61,00±2,78	↑13
Август	51,00±2,59	67,00±2,55	↑16
Сентябрь	59,00±1,98	70,00±3,22	↑11
Октябрь	74,00±3,10	77,00±2,12	↑3
Ноябрь	86,00±2,12	77,00±2,79	↓9
Декабрь	91,00±3,23	75,00±1,44	↓16
Год	71,00±1,89	68,00±1,85	↓3

В Якутии наименьший показатель влажности составляет 53 % и отмечается его рост к зимним месяцам, когда относительная влажность воздуха достигает 77 %.

Отметим, что в теплое время года, с июня по сентябрь, влажность воздуха в Якутии выше, чем в Калмыкии. Это можно объяснить тем, что территория Калмыкии находится в степной зоне с засушливым климатом с довольно высокой температурой воздуха – от 37 °С до 43 °С, что часто приводит к пересушиванию поверхности почвы и нехватке влаги для

кормовых растений. Положение усугубляется частыми суховеями, наблюдающимися в теплое время года (среднегодовое число дней с суховеями составляет 100,5).

Наибольшее количество дней с суховеями приходится на самые жаркие месяцы – июль и август (25,4 и 24 дня). Характерны для Калмыкии и сильные ветра. Среднегодовая скорость ветра достигает 5,0 м/с, в летний период он может вызвать пыльные бури, а в зимний период – сдвигать снег с равнинных участков, перераспределяя таким образом

влагообеспеченность отдельных территорий. Вследствие негативного влияния указанных факторов погоды на травостой и урожайность кормовых растений Калмыкии, приводящих к их засыханию, животные калмыцкой породы в поисках корма могут совершать суточные переходы на большие расстояния – до 50 км [10]. В отличие от Калмыкии, в Якутии нет суховея и здесь редко наблюдаются сильные ветра. Средняя годовая скорость ветра в данном регионе составляет 1,7 м/с, а число дней в году с сильным ветром – 5,2.

Как отмечалось выше, Якутия отличается крайне длительным зимним периодом. Первый снег в Центральной Якутии наблюдается в третьей декаде сентября, устойчивый снежный покров устанавливается к 10–13 октября и держится на поверхности почвы в среднем 196 дней. Последний снег сходит 20–23 мая. В Калмыкии образование устойчивого снежного покрова наблюдается с 15–18 декабря, число дней со снежным покровом – 76, что на 120 дней меньше, чем в Якутии. Последний снег в данном регионе сходит 10–15 марта.

Таким образом, природно-климатические условия Республики Саха (Якутия) характеризуются резкой континентальностью со сравнительно длинным зимним периодом с крайне низкими температурами и коротким

летом, что значительно влияет на технологию мясного скотоводства. При этом применяемая технология специализированного мясного скотоводства должна быть ориентирована на рациональное использование местных природных ресурсов, а также генетического потенциала мясного скота с полным его проявлением при разведении в специфических условиях Якутии.

В настоящее время в хозяйствах Республики Саха (Якутия) разводят 6 пород крупного рогатого скота, в основном комбинированного и молочного направления продуктивности (рис. 2). Самый большой удельный вес занимают симментальская – 76,1% и холмогорская породы – 22,7%. Местный аборигенный якутский скот, относящийся к категории пород с угрожающим статусом, имеет тенденцию к умеренному увеличению поголовья – 0,9%. Остальные породы, относящиеся к культурным, разводятся в незначительных количествах. Из этого следует, что скотоводство Республики Саха (Якутия) до недавнего времени имело сугубо мясомолочное направление и ориентировано на производство молока. Производство же мяса было основано на убойном контингенте молодняка и выбракованных из основного стада коровах молочных и комбинированных пород.

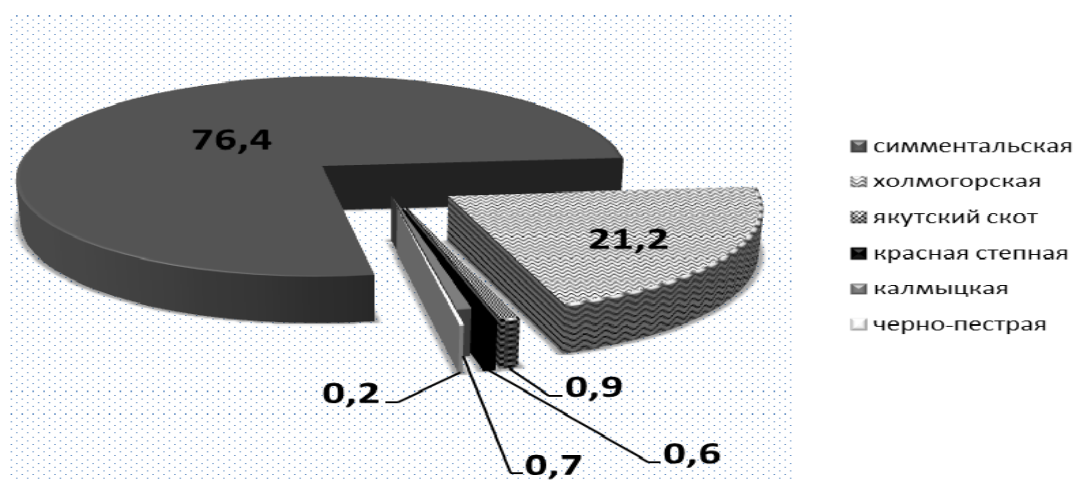


Рис. 2. Породный состав крупного рогатого скота РС (Я), %
Breed composition of the cattle RS(Ya), %

Изучению мясной продуктивности и способов её повышения, опыта организации интенсивного откорма молодняка – как чистопородного, так и помесного молочных и комбинированных пород – в условиях Якутии посвятили свои работы многие исследователи [11–14]. При этом они отмечали, что для увеличения производства мяса в республике необходимо применение промышленного скрещивания местного симментальского и холмогорского скота с быками-производителями казахской белоголовой или калмыцкой пород. Однако выращивание телят, специализированное доращивание, нагул и откорм молодняка молочных и мясомолочных стад были организованы по технологии молочного скотоводства, где основное внимание уделялось организации нагула и откорма молодняка [11, 13].

В животноводстве республики издавна применяется стойлово-пастбищная система содержания. При разведении скота в Якутии самым сложным является содержание и кормление скота в зимний стойловый период с продолжительностью 250–270 дней. Для того чтобы скот сохранил свои продуктивные и воспроизводительные качества в течение зимне-стойлового периода, необходимо обеспечить его оптимальными условиями содержания и кормления. В Якутии в зимнее время, когда температура наружного воздуха опускается до $-50...-60^{\circ}\text{C}$, крупный рогатый скот содержится в капитальных, максимально утепленных скотопомещениях в основном с привязным способом содержания [12]. Оптимальная температура в зимнее время в помещениях, где содержится скот, составляет $10-15^{\circ}\text{C}$. Кормление, поение и доение осуществляются в стойлах [13]. Однако в последнее время в хозяйствах активно внедряется беспривязное содержание скота, в том числе и мясного направления.

Достаточно напряженно стоит вопрос обеспечения кормами, особенно в зимнее время. Спецификой кормления крупного рогатого скота в республике был и остается кормовой рацион, практически полностью состоящий из грубых кормов – сена естествен-

ных трав, силоса из зеленой массы зерновых культур. В.В. Панкратов [14], П.А. Романов [15] отмечают, что основными источниками покрытия потребностей скотоводства в кормах являются естественные кормовые угодья. При отсутствии крупных перерабатывающих предприятий пищевого производства зерновые и комбинированные корма завозятся из других регионов страны, что ощутимо сказывается на себестоимости конечной продукции скотоводства.

В летнее время применяется лагерно-пастбищный способ, когда животных перегонают на отдаленные участки с естественными пастбищными угодьями. Сроки перегона зависят от природно-климатических факторов отдельно взятого года, в тесной взаимосвязи с которыми находится появление всходов растений на пастбищах. В основном перегон скота осуществляется в республике после 20–22 мая. Зеленая трава является наиболее полноценным подножным кормом и самым выгодным для откорма скота [11, 13].

Следовательно, в течение продолжительного времени в животноводстве республики применяется технология молочного и мясомолочного скотоводства. Однако для животных калмыцкой породы, которая выведена в условиях резко-континентального климата Республики Калмыкия под влиянием как естественного, так и искусственного отбора, что, несомненно, выразилось в высокой адаптационной пластичности животных данной породы к резким изменениям условий разведения, данная технология неприемлема.

Скот калмыцкой породы широко распространен на большой территории России – от Нижнего Поволжья и Северного Кавказа до Восточной Сибири. Живая масса быков среднем 600–1100, коров – 400–540 кг. Масса телят при рождении составляет 22–25 кг, при этом ежедневный прирост массы достигает от 800 до 1000 г, что указывает на высокую энергию роста и развития молодняка. Следует отметить высокий потенциал данной породы в хозяйствах Республики Калмыкия – в 18-месячном возрасте бычки достигают 400 кг и более. Одним из самых

ценных качеств представителей этой породы является их неприхотливость и способность быстро восстанавливаться и набирать массу при улучшении условий кормления за относительно короткий период [10].

Завозить животных калмыцкой породы в Республику Саха (Якутия) начали в 2013 г., при этом скот калмыцкой породы показал сравнительно высокий уровень адаптационных качеств, подтвердив тем самым перспективы дальнейшей работы с породой в регионе. Для развития мясной отрасли в республике в настоящее время прилагаются усилия по увеличению численности пле-

менного поголовья калмыцкой породы. Так, в хозяйствах «Крестях» Сунтарского района и «Солообун» Мегино-Кангаласского района увеличение поголовья составило 239 голов, или 79 %, и 194 головы, или 97 %, соответственно (табл. 3).

Одной из основных сдерживающих увеличение поголовья причин является несоответствие применяемой технологии содержания мясо-молочного скотоводства применительно к мясному скоту – нерегулируемый выпас на пастбищах, привязное содержание калмыцкого скота в некоторых хозяйствах. Отсутствие системы загонов, раскольных

Таблица 3

Динамика численности поголовья калмыцкой породы в хозяйствах СХПК «Крестях» Сунтарского района и СХПК «Солообун» Мегино-Кангаласского района Республики Саха (Якутия), гол.
Dynamics of the Kalmyk cattle in Krestyakh agricultural enterprise of Suntar district and Soloooun agricultural enterprise of Megin-Kangalass district of the Republic of Sakha (Yakutia), animals.

Хозяйство	Год						2019 г. к 2014 г., %
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
СХПК «Крестях»	300	390	459	536	529	539	179
СХПК «Солообун»	200	191	391	415	416	394	197

станков также затрудняет работу в данных хозяйствах. В связи с этим возникает необходимость разработки технологии специализированного мясного скотоводства с учетом местных специфических условий. При этом надо учесть тот факт, что калмыцкая порода не привыкла к содержанию в скотопомещениях, без которых не обойтись в Якутии в зимнее время, когда температура воздуха в течение продолжительного стойлового периода опускается ниже -30°C . При беспривязном содержании во время длительного стойлового периода наличие рогов и большая концентрация поголовья на ограниченной территории повышают риск травматизма как среди молодняка, так и среди взрослого поголовья (до 15–20 %). При этом нередко у взрослых коров случаи выкидышей, особенно при больших сроках стельности.

Одной из характерных особенностей технологии мясного скотоводства является мак-

симальное использование пастбищных угодий при применении системы «корова – теленок». Учитывая высокую двигательную активность калмыцкого скота при выпасе, в целях рационального использования пастбищ с естественным травостоем и во избежание вытаптывания травостоя необходимо применение регулируемого выпаса мясного скота – пастбищеоборота, для чего требуется вести строительство системы изгородей и загонов, а также тентовых навесов в летний период. Кроме того, особое внимание следует уделить организации туровых отелов в феврале–апреле, чтобы телята окрепли к началу пастбищного сезона, который сопровождается обилием кровососущих насекомых. Кроме того, в связи с коротким пастбищным периодом для применения системы «корова – теленок» в хозяйствах следует организовать подкормку коров и телят, чтобы к отъему телята имели более высокие показатели живой массы.

В сложившихся на сегодня условиях выполнение поставленных задач по повышению уровня самообеспечения региона мясом до 35 % возможно только при использовании интенсивных технологий производства сельскохозяйственной продукции в специализированных направлениях животноводства. Развитие мясного скотоводства в Якутии путем чистопородного разведения животных мясного направления продуктивности, улучшения и повышения племенной ценности крупного рогатого скота по мясной продуктивности является одним из стратегических направлений развития сельского хозяйства республики.

Наблюдаемая в настоящее время тенденция к углублению специализации в скотоводстве и наращиванию численности поголовья мясного скота находится в тесной связи с разработкой и применением ресурсосберегающих технологий. Поэтому вполне актуальной является проблема разработки и внедрения научно обоснованных технологий, учитывающих не только уникальные биологические особенности мясных пород, но и природно-климатические условия республики.

Внедрение адаптивных технологий мясного скотоводства в условиях РС (Я) станет основой для развития отрасли специализированного мясного скотоводства, что позволит более рационально использовать земельные угодья, генетический потенциал крупного рогатого скота мясного направления, обеспечит увеличение делового выхода, сохранности молодняка и взрослого поголовья.

ВЫВОДЫ

1. Природно-климатические условия Республики Саха (Якутия) характеризуются длинным зимним периодом с крайне низкими температурами и с коротким летним периодом, что в значительной степени влияет на технологию содержания скота в стойловый и пастбищный период.

2. Необходимо совершенствование существующих и разработка отдельных элементов адаптивной технологии разведения мясного скота с учетом климатических условий Республики Саха (Якутия), которая позволит эффективно использовать имеющиеся местные ресурсы и племенной потенциал чистопородного скота калмыцкой породы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Резервы увеличения производства говядины в Республике Саха (Якутия) / И. И. Слепцов, М. Е. Тарасов, В. А. Мачахтырова [и др.] // Дальневост. аграр. вестн. – 2018. – № 4 (48). – С. 210–217.
2. Данилова Н. С., Борисова С. З., Иванова Н. С. Декоративные растения Якутии: атлас-определитель. – М.: Фитон+, 2012. – С. 6–12.
3. Егоров Е. Г., Пономарева Г. А., Федорова Е. Н. Географическое положение Республики Саха (Якутия) и его уникальность // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – № 14 (107). – С. 18–21.
4. Барашкова А. И., Решетников А. Д. Двукрылые кровососущие насекомые агроценозов Якутии и защита от гнуса сельскохозяйственных животных. – Белгород: ИП Ткачева Е. П. (АПНИ), 2015. – 164 с.
5. Интенсификация селекционного и технологического процессов в мясном скотоводстве / Ф. Г. Каюмов, К. М. Джуламанов, В. Ю. Хайнацкий [и др.]; под ред. проф. Ф. Г. Каюмова, К. М. Джуламанова. – М.: Вестник РАСХН, 2015. – 231 с.
6. Климатическая характеристика Целинного района Республики Калмыкия [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.webcitation.org/6EjWGNqHa>. (дата обращения: 12.04.2019).
7. Ежегодники метеоклиматических данных метеостанций РС (Я). – Якутск: УГМС РС (Я), 2010–2018.

8. Степанова А. Е. Сельскохозяйственное производство на примере Республика Саха (Якутия) на современном этапе // Региональная экономика: теория и практика. – 2011. – № 23 (206). – С. 59–62.
9. Емельянова А. Г. Особенности почвенно-климатических условий Центральной Якутии и адаптивные к ним сорта многолетних трав // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 2. – С. 35–36.
10. Калмыцкий скот / М. Б. Нармаев, А. П. Басангов, В. Э. Баринов, И. Э. Бугдаев. – Элиста: ММП «БОТХН», 1992. – 256 с.
11. Пермяков Н. С. Мясная продуктивность крупного рогатого скота и пути ее повышения в условиях Республики Саха (Якутия). – Новосибирск, 1995. – 200 с.
12. Изучение дерматоглифического полиморфизма носогубного зеркала якутского аборигенного скота / В. А. Мачахтырова, Г. Н. Мачахтыров, С. И. Заровняев, Н. И. Миронов // Инновации и продовольственная безопасность. – 2017. – № 4 (18). – С. 143–151.
13. Чугунов А. В. Симментализированный скот Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 1981. – 140 с.
14. Панкратов В. В. Повышение полноценности кормления молочных коров в условиях Якутии: монография. – Якутск: Изд-во Сев.-Вост. федерал. ун-та, 2010. – 136 с.
15. Романов П. А. Совершенствование крупного рогатого скота в Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 1978. – 152 с.

REFERENCES

1. Sleptsov I. I., Tarasov M. E., Machakhtyrova V. A., Nikonova T. A., *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2018, No 4, pp.210–217 (In Russ.)
2. Danilova N. S., Borisova S. Z., Ivanova N. S. *Dekorativnye rasteniya Yakutii: atlas-opredelitel* (Ornamental plants of Yakutia: a determinant atlas), Moscow, ZAO Fiton+, 2012, 248 p.
3. Egorov E. G., Ponomareva G. A., Fedorova E. N., *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 2009, No 14, pp.18–21 (In Russ.)
4. Barashkova A. I., Reshetnikov A. D. *Dvukrylye krovososushchie nasekomye agrotsenozov Yakutii i zashchita ot gnusa sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Two-winged blood-sucking insects of agrocenoses of Yakutia and protection from farm animals), Belgorod: IP Tkacheva E. P. APNI, 2015, 164 p.
5. Kayumov F. G., Dzhulamanov K. M., Khainatskii V. Yu., Lantsanov P. P. *Intensifikatsiya selektsionnogo i tekhnologicheskogo protsessov v myasnom skotovodstve* (Intensification of breeding and technological processes in beef cattle breeding) Moscow, Bulletin of the RAAS, 2015, 231 p.
6. *Klimaticheskaja harakteristika Celinnogo rajona Respubliki Kalmykija* [http: www.webcitation. org/6EjWGNqHa](http://www.webcitation.org/6EjWGNqHa). (April 12, 2019).
7. *Ezhegodniki meteoklimaticheskikh dannyx meteostantsii UGMS RS (Ya)* (Earbooks of weather and weather data of weather stations of Yakutia), 1966–2018 years.
8. Stepanova A. E. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, 2011, No 23 (206), pp.59–62. (In Russ.)
9. Emel'yanova A. G. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, No 2, pp. 35–36. (In Russ.)
10. Narmaev M. B., Basangov A. P., Barinov V. E., Bugdaev I. E. *Kalmytskii skot* (Kalmyk cattle), Elista, MMP BOTKhN, 1992, 256 p.
11. Permyakov N. S. *Myasnaya produktivnost' krupnogo rogatogo skota i puti ee povysheniya v usloviyakh Respubliki Sakha, Yakutiya*, (Cattle meat productivity and ways to increase it in the Republic of Sakha, Yakutia), Novosibirsk, 1995, 200 p.

12. . Machakhtyrova V.A., Machakhtyrov G.N., Zarovnyaev C.I., Mironov N.I. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost*, 2017, No 4, pp. 143–151. (In Russ.)
13. Chugunov A.V. *Simmentalizirovannyi skot Yakutii* (Simmental cattle of Yakutia), Yakutsk, Kn. Izd-vo, 1981, 140 p.
14. Pankratov V.V. *Povyshenie polnotsennosti kormleniya molochnykh korov v usloviyakh Yakutii* (Improving the usefulness of feeding dairy cows in the conditions of Yakutia), Yakutsk, Publishing house of the Northeast Federal University, 2010, 136 p.
15. Romanov P.A. *Sovershenstvovanie krupnogo rogatogo skota v Yakutii* (Improvement of cattle in Yakutia), Yakutsk, Book. Publishing House, 1978, 152 p.

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ВЕТОМ 20.76 НА ОСНОВЕ ХИЩНОГО ГРИБА
ARTHROBOTRYS OLIGOSPORA НА УРОВЕНЬ ЛЕЙКОЦИТОВ В КРОВИ ГУСЕЙ**¹Н. С. Яковлева, аспирант¹Г. А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор¹М. С. Яковлева, аспирант¹С. Н. Тишков, заведующий лабораторией²А. И. Шевченко, доктор ветеринарных наук, профессор**Ключевые слова:** Ветом 20.76, *Arthrobotrys oligospora*, кровь, лейкоциты, гуси¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия²Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия

E-mail: pharmgenpath@mail.ru

Реферат. Представлены данные о влиянии нового препарата Ветом 20.76 на основе хищного гриба *Arthrobotrys oligospora* на концентрацию лейкоцитов в крови гусей. Для реализации цели исследования по принципу пар-аналогов были сформированы 1 контрольная и 6 опытных групп по 10 гусей в каждой в возрасте 1 месяца. Гусьям опытных групп применяли препарат Ветом 20.76 в различной дозировке в утренние часы с водой ежедневно 1 раз в сутки: гусьям 1-й опытной группы – в дозе 0,5 мкл/кг живой массы тела в течение 15 суток, 2-й – 1 мкл/кг живой массы тела в течение 15 суток, 3-й – 2 мкл/кг живой массы тела в течение 15 суток, 4-й – 0,5 мкл/кг живой массы тела в течение 30 суток, 5-й – 1 мкл/кг живой массы тела в течение 30 суток и 6-й – 2 мкл/кг живой массы тела в течение 30 суток. Гусьям контрольной группы указанный препарат не назначали. Концентрация лейкоцитов в крови опытных гусей повышается как в период применения препарата, так и в период последействия. При назначении Ветом 20.76 в течение 15 суток эффект стимуляции лейкопоэза прекращается на 30-е сутки. При применении препарата в течение 30 суток продолжает происходить повышение лейкоцитов в крови до 60-х суток. При таком длительном применении Ветом 20.76 в дозе 0,5 мкл/кг повышение происходит в пределах физиологической нормы, а при использовании больших доз (1 и 2 мкл/кг) концентрация лейкоцитов превышает физиологическую норму.

**THE IMPACT OF VETOM 20.76 BASED ON PREDATORY FUNGUS ARTHROBOTRYS
OLIGOSPORA ON THE LEUCOCYTES IN THE GEESE BLOOD**¹Yakovleva N.S., PhD-student¹Nozdrin G.A., Doctor of Veterinary Sc., Professor¹Yakovleva M.S., PhD-student¹Tishkov S.N., the Head of the Laboratory²Shevchenko A.I., Doctor of Veterinary Sc., Professor¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia²Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia

Key words: Vetom 20.76, *Arthrobotrys oligospora*, blood, leucocytes, geese.

Abstract. The paper demonstrates the results on the effect of new specimen Vetom 20.76 on concentration of leukocytes in the blood of geese on the basis of the predatory fungus *Artusbotus oligospora*. In order to achieve the goal of the experiment, one control group and six experimental groups were arranged on the principle of paired analogues. Each group contained 10 geese aged 1 month. The geese from the experimental groups received Vetom 20.76 in different doses in the morning with wa-

ter once a day: the geese of the 1st experimental group - dose of 0.5 ppm/kg of live weight during 15 days; 2nd experimental group - 1 ppm/kg of live weight during 15 days; 3rd experimental group - 2 ppm/kg of live weight during 15 days, 4th experimental group - 0.5 ppm/kg live weight during 30 days, 5th experimental group - 1 ppm/kg live weight during 30 days and 6th - 2 ppm/kg live weight during 30 days. The geese of control group didn't receive the specimen. The concentration of leukocytes in the blood of experimental geese increases in the period of specimen application as well as in the period of its aftereffect. If Vetom 20.76 is prescribed for 15 days, the effect of leukopoiesis stimulation finishes on the 30th day. If the specimen is applied during 30 days, the leukocytes in the blood continue to increase up to the 60th day. This long-term application of Vetom 20.76 dosed 0.5ppm/kg increases leucocytes within the physiological norm. Application of higher doses (1 and 2 ppm/kg) the leukocyte concentration conforms to the physiological norm

Гусеводство является одной из традиционных и высокорентабельных отраслей птицеводства. Преимуществом данной отрасли является то, что гуси отличаются высокой мясной продуктивностью и конверсией корма, неприхотливы к условиям содержания и могут широко использовать подножные корма. Кроме того, гусеводство имеет высокий потенциал роста рыночного сегмента [1–3].

Однако несбалансированное кормление, стрессы приводят к колонизации организма патогенными микроорганизмами и активизации условно-патогенной микрофлоры. Данные изменения приводят к снижению иммунного статуса птицы, а также к нарушению обменных процессов в организме, отрицательно влияют на общие физиологические показатели крови птицы. Кровь совместно с лимфой и тканевой жидкостью образует внутреннюю среду организма, омывающую все клетки и ткани. По составу крови можно судить о многих процессах, протекающих в организме животных и птицы [4, 5].

В последние годы приоритетным направлением в птицеводстве является повышение продуктивности и выпуск экологически чистой продукции. Достижение поставленной цели возможно при организации полноценного кормления птицы, сокращении применения антибиотиков, а также снижении влияния вредных факторов внешней среды на организм птицы. Одним из способов, вызывающих положительные изменения в организме птицы, является использование пробиотиков. Они применяются в птицеводстве в качестве кормовых средств и биологических регуля-

торов метаболических процессов. Известно, что пробиотики стабилизируют пищеварительную систему, уничтожают болезнетворные бактерии и секретируют специальные ферменты, позволяющие птице лучше усваивать питательные вещества, повышают ее сохранность и продуктивность [6–8].

Среди пробиотиков в последнее время большое внимание уделяют новым препаратам на основе хищных апатогенных грибов, таких как *Duddingtonia flagrans* и *Arthrobotrys oligospora*. Данные виды обладают противогельминтным, противовирусным и противогрибковым действием. Мицелий гриба прикрепляется на стенки кишечника и вступает в антагонистическое взаимодействие с патогенной и условно-патогенной микрофлорой кишечника, к тому же микромицеты данных грибов способны к синтезу лектинов – специфических веществ, обладающих биологическими и терапевтическими свойствами. Данные свойства позволяют отнести препараты на основе штаммов *Duddingtonia flagrans* и *Arthrobotrys oligospora* к группе пробиотиков [10, 11].

Цель работы – изучить влияние нового препарата Ветом 20.76 на основе хищного гриба *Arthrobotrys oligospora* на гематологические показатели крови опытных гусей.

ОБЪКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования служил препарат Ветом 20.76 на основе хищного гриба *Arthrobotrys oligospora*.

Препарат представляет собой жидкость коричневого цвета со специфическим запахом. Допускается наличие осадка светло-коричневого цвета. Содержит спорово-мицелиальную биомассу хищного гриба *Arthrobotrys oligospora* и наполнитель – питательную среду после культивирования указанного штамма.

Для реализации цели исследования по принципу пар-аналогов были сформированы 1 контрольная и 6 опытных групп по 10 гусей в каждой в возрасте 1 месяца. Кормление и содержание птицы осуществлялось в соответствии с Европейской конвенцией по защите позвоночных. Перед применением препарата гусята прошли предварительный адаптационный карантин в течение 2 недель.

Гусятам 1–3-й опытных групп с водой ежедневно задавали Ветом 20.76 один раз в сутки в течение 15 суток: 1-й группе в дозе 0,5 мкл/кг живой массы тела, 2-й группе в дозе 1,0 мкл/кг и 3-й группе в дозе 2 мкл/кг.

Гусям 4–6-й опытных групп Ветом 20.76 задавали в дозе ежедневно один раз в сутки в течение 30 суток: 4-й группе в дозе 0,5 мкл/кг живой массы тела, 5-й группе в дозе 1 мкл/кг, 6-й группе в дозе 2 мкл/кг.

Гусям контрольной группы указанный препарат не назначали.

Изучение количества лейкоцитов у гусят проводили в учебно-научной лаборатории кафедры фармакологии и общей патологии факультета ветеринарной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный университет» на автоматическом гематологическом анализаторе закрытого типа Vet Auto Hematology Analyzer BC-2800. Кровь в соответствии с технико-эксплуатационными характеристиками используемого анализатора брали в пробирки с K_2 -ЭДТА. Забор крови производился утром из подкрыловой вены. Лейкоциты анализатор измеряет напрямую импедансным методом, основанным на измерении изменений электрического сопротивления, возникающего при прохождении частиц через апертуру с известными размерами.

Для описательной статистики вычисляли медиану, её статистическую ошибку и коэффициент вариации. Достоверность различий полученных данных проверяли по критерию Ньюмена-Кейлса. Для расчетов использовали программу Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

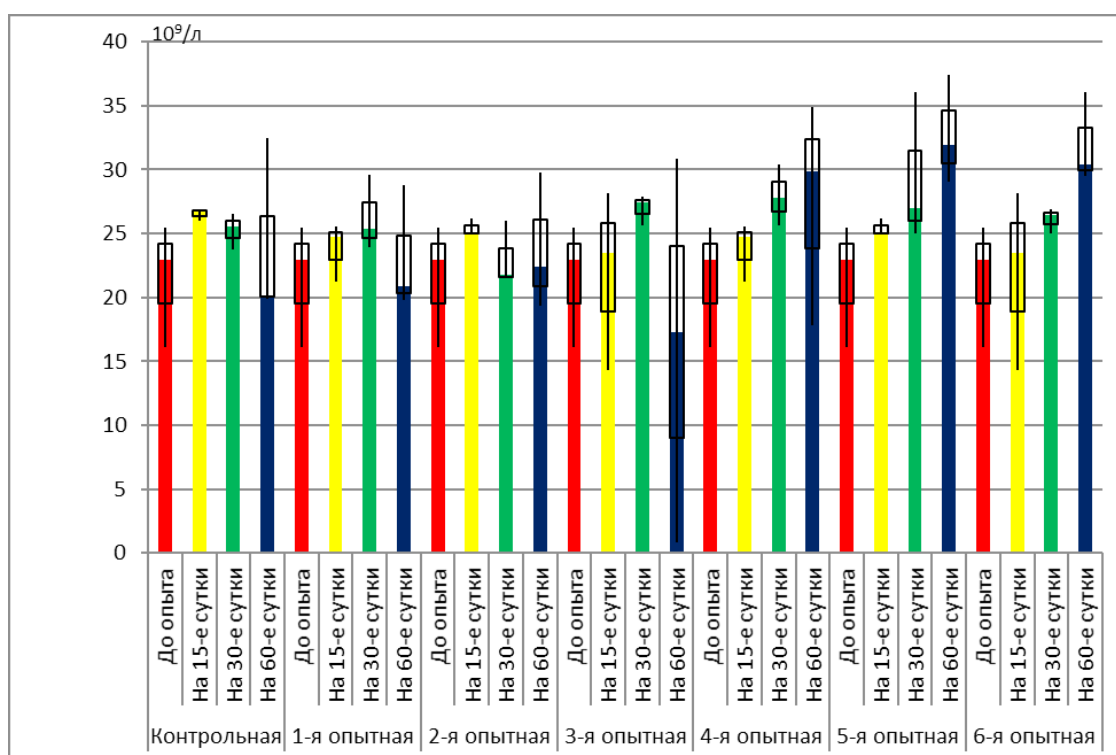
До начала эксперимента концентрация лейкоцитов в крови гусей контрольной и опытных групп не имела достоверных отличий (таблица). Под действием изучаемого препарата Ветом 20.76 она изменялась. На 15-е сутки эксперимента концентрация лейкоцитов в крови гусей 1–6-й опытных групп была в пределах физиологической нормы и ниже на 7,50 ($P<0,01$); 6,29 ($P<0,01$); 12,12 ($P<0,01$); 7,5 ($P<0,01$); 6,29 ($P<0,01$) и 12,16% ($P<0,01$) соответственно, чем гусей из контроля. На 30-е сутки эксперимента у гусей 1–2-й опытных групп концентрация лейкоцитов в крови была в пределах физиологической нормы и ниже на 0,7; 14,84% ($P<0,01$), а у гусей 3–6-й опытных групп выше на 7,29 ($P<0,01$); 8,81 ($P<0,01$); 5,54 ($P<0,01$) и 3,52% соответственно, чем у гусей из контроля. На 60-е сутки эксперимента у гусей 3-й опытной группы концентрация лейкоцитов в крови была ниже 14,43 ($P<0,01$), а у гусей 1–2-й и 4–6-й опытных выше на 3,47; 11,1 и 48,06% ($P<0,01$) соответственно, чем у аналогов из контроля. У гусей 3-й опытной группы на данный период концентрация лейкоцитов в крови была ниже физиологической нормы, у гусей 5–6-й опытных групп – выше, а у гусей контрольной и 1, 2 и 4-й опытных групп – в пределах физиологической нормы. За период эксперимента концентрация лейкоцитов в крови гусей контрольной и 1–3-й опытной групп понизилась на 12,23; 9,18; 2,48 и 24,9% соответственно, а у гусей 4–6-й опытных групп повысилась на 29,95; 38,94 и 32,41% по сравнению с исходными данными.

Динамика концентрации лейкоцитов крови у гусей, $10^9/\text{л}$
Dynamics of leucocytes concentration in the blood of the geese, $10^9/\text{л}$

Группа	До опыта		15-е сутки		30-е сутки		60-е сутки	
	Me $\pm$ me	Cv,%	Me $\pm$ me	Cv,%	Me $\pm$ me	Cv,%	Me $\pm$ me	Cv,%
Контрольная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	26,70 $\pm$ 0,28	1,82	25,53 $\pm$ 0,81	5,43	20,15 $\pm$ 4,25	29,77
1-я опытная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	24,69 $\pm$ 1,35**	9,63	25,35 $\pm$ 1,73	11,12	20,85 $\pm$ 2,91	21,25
2-я опытная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	25,02 $\pm$ 0,40**	2,67	21,74 $\pm$ 1,48**	10,84	22,39 $\pm$ 3,18	22,55
3-я опытная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	23,45 $\pm$ 4,15**	31,96	27,39 $\pm$ 0,69**	4,30	17,24 $\pm$ 8,88**	92,06
4-я опытная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	24,69 $\pm$ 1,35**	9,63	27,78 $\pm$ 1,41**	8,54	29,84 $\pm$ 5,20**	32,01
5-я опытная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	25,02 $\pm$ 0,40**	2,67	26,95 $\pm$ 3,48**	20,06	31,90 $\pm$ 2,50**	12,91
6-я опытная	22,96 $\pm$ 2,86	22,50	23,45 $\pm$ 4,15**	31,96	26,43 $\pm$ 0,57	3,71	30,40 $\pm$ 2,1**	11,21

Примечание. Норма концентрации лейкоцитов – 20–30 $\cdot 10^9/\text{л}$. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Note. Leucocytes concentration rate is 20-30 $10^9/\text{л}$ * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.



Динамика концентрации лейкоцитов в крови гусей
Dynamics of leucocytes concentration in the blood of the geese

Таким образом, концентрация лейкоцитов в крови подопытных гусей повышается в период применения препарата и продолжает возрастать в течение 30 суток после завершения его применения. Период последствия имеет курсозависимый характер. При

применении Ветома 20.76 в течение 15 суток эффект стимуляции лейкопоза прекращается на 30–60-е сутки, а при применении в течение 30 суток увеличение количества лейкоцитов не прекращается и на 60-е сутки. При таком длительном применении Ветома 20.76 в те-

чение 30 суток в дозе 0,5 мкл/кг повышение происходит в пределах физиологической нормы, а при использовании бóльших доз (1 и 2 мкл/кг) – выше физиологической нормы (рисунки).

ВЫВОДЫ

1. Ветом 20.76 повышает концентрацию лейкоцитов в крови в период его применения в пределах физиологической нормы в дозах

0,5; 1 и 2 мкл/кг при введении в течение 15 и 30 суток.

2. Препарат Ветом 20.76 при его назначении в течение 15 суток повышает концентрацию лейкоцитов в крови до 30-х суток, а при применении в течение 30 суток – до 60-х суток после завершения курса.

3. Ветом 20.76 в дозах 1 и 2 мкл/кг при продолжительности введения 30 суток повышает концентрацию лейкоцитов выше пределов физиологической нормы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мурленков Н.В., Самусенко Л.Д. Теоретическое обоснование производства мясной продукции водоплавающей птицы // Эффективное животноводство. – 2019. – № 55 (153). – С. 22–24.
2. Надыршина Я.А. Результаты использования пробиотиков в гусеводстве // Символ науки. – 2016. – № 1–3 (13). – С. 63–66.
3. Пузейчук П.В. Экономическая эффективность выращивания и откорма гусей в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края // Эпомен. – 2018. – № 15. – С. 193–200.
4. Шевченко А.И., Ноздрин Г.А., Смоловская О.В. Морфологические показатели крови гусей при скормливании им пробиотика Ветом 1.1, селена и их комплекса // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 4 (196). – С. 50–54.
5. Влияние пробиотических препаратов и наномеди на гематологические показатели крови цыплят / Е.П. Мирошникова, О.В. Кван, В.А. Сердаева, М.С. Мирошникова // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2017. – № 9 (209). – С. 27–33.
6. Пронина Р.В. Эффективность использования пробиотиков в бройлерном птицеводстве // С.-х. науки и агропром. комплекс на рубеже веков. – 2014. – № 5. – С. 253–256.
7. Соколенко Г.Г., Лазарев Б.П., Миньченко С.В. Пробиотики в рациональном кормлении животных // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 1 (5). – С. 72–78.
8. Пробиотики на основе бактерий рода *Bacillus* в птицеводстве / Н.В. Феоктистова, А.М. Марданова, Г.Ф. Хадиева, М.Р. Шарипова // Уч. зап. Казан. ун-та. Сер.: Естеств. науки. – 2017. – Т. 159, № 1. – С. 85–107.
9. Скрининг микромицетов по способности к синтезу лектинов / Т.В. Багаева, Рин. С. Мухаммадиев, Риш. С. Мухаммадиев, Ф.К. Алимова // Микология и фитопатология. – 2014. – Т. 48, № 2. – С. 107–111.
10. Биологически активные соединения нематофаговых грибов и перспективы их использования / Т.В. Теплякова, О.А. Пугач, В.А. Цветкова, Е.А. Ставский // Успехи мед. микологии. – 2019. – Т. 20. – С. 541–545.
11. Уткина Р.Г. Современное состояние и будущие тенденции создания фармакологических препаратов на основе хищных грибов // Материалы 57-й Междунар. науч. студ. конф. – 2019. – С. 58.

REFERENCES

1. Murlenkov N.V., Samusenko L.D. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 2019, No 55 (153), pp. 22–24. (In Russ.)
2. Nadyrshina Ya.A. *Simvol nauki*, 2016, No 1–3 (13), pp. 63–66. (In Russ.)
3. Puzeichuk P.V. *Epomen*, 2018, No 15, pp. 193–200. (In Russ.)
4. Shevchenko A.I., Nozdrin G.A., Smolovskaya O.V. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2009, No 4 (196), pp. 50–54. (In Russ.)
5. Miroshnikova E.P., Kvan O.V., Serdaeva V.A., Miroshnikova M.S. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No 9 (209), pp. 27–33. (In Russ.)
6. Pronina R.V. *Sel'skokhozyaistvennye nauki i agropromyshlennyyi kompleks na rubezhe vekov*, 2014, No 5, pp. 253–256. (In Russ.)
7. Sokolenko G.G., Lazarev B.P., Min'chenko S.V. *Tekhnologii pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2015, No 1 (5), pp. 72–78. (In Russ.)
8. Feoktistova N.V., Mardanova A.M., Khadieva G.F., Sharipova M.R. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2017, Vol. 159, No 1, pp. 85–107. (In Russ.)
9. Bagaeva T.V., Mukhammadiev R.S., Mukhammadiev R.S., Alimova F.K. *Mikologiya i fitopatologiya*, 2014, Vol. 48, No 2, pp. 107–111. (In Russ.)
10. Teplyakova T.V., Pugach O.A., Tsvetkova V.A., Stavskii E.A. *Uspekhi meditsinskoi mikologii*, 2019, Vol. 20, pp. 541–545. (In Russ.)
11. Utkina R. G. Proceedings of the 57th International Conference, Novosibirsk, 2019, 58 p. (In Russ.)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Требования к статьям, предоставляемым для опубликования в журнале «Вестник НГАУ»

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать статистически обработанные результаты научных исследований, имеющих теоретическое и практическое значение для аграрной науки и практики.
2. Публикация обязательно должна быть подписана всеми ее авторами, а также научным руководителем.
3. Размер статей должен быть не менее 10 и не более 15 страниц (в обзорных статьях 20-25 страниц).
4. Авторы предоставляют (одновременно):
 - два экземпляра статьи в печатном виде без рукописных вставок на одной стороне листа формата А4; текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал строк 1,5. В названии файла указываются фамилия, имя, отчество автора, полное название статьи;
 - электронный вариант – на CD, DVD-дисках в формате DOC, RTF (диск с материалами должен быть маркирован: название материала, автор, дата);
 - фото, иллюстрации;
 - реферат (на русском и английском языках), УДК;
 - сведения об авторах (анкета): ФИО, должность, ученое звание, степень, место работы; телефоны: рабочий, мобильный, домашний адрес; e-mail;
 - таблицы, графики и рисунки предоставляются в формате Word, Excel с возможностью редактирования.
5. Порядок оформления статьи: УДК; название статьи (полужирными прописными буквами не более 70 знаков); инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень и звание; полное название научного учреждения, в котором проведены исследования; e-mail; 5–10 ключевых слов; аннотация на русском и английском языке (1 500–2 000 знаков); текст статьи; библиографический список; название статьи, ключевые слова, анкета автора.
6. Примерный план статьи, предоставляемой для опубликования:
 - вводная часть (2 500–3 000 знаков): постановка проблемы, цель исследования;
 - объекты и методы исследований (условия, методы исследования, описание объекта, место и дата проведения исследования);
 - результаты исследования (и их обсуждение);
 - выводы;
 - библиографический список и его транслитерация.
7. Библиографический список (не менее 10 и не более 15 источников; для обзорных статей – не менее 30) оформляется в порядке цитирования с указанием в тексте ссылки с номером в квадратных скобках по ГОСТ Р 7.0.5–2008. Литература дается на тех языках, на которых она издана.
8. Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.
9. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят проверку кураторами разделов, по результатам которой редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору мотивированное обоснование отказа.

